

# Die impak van tutoriale op die wiskundeprestasie van eerstejaarstudente

J.G.Maree\*

Departement Kurrikulumstudies, Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van Pretoria, 0002

C.J.Louw

Tshwane Universiteit van Tegnologie, Departement Fisiese Wetenskappe, Privaat sak X07, Pretoria-Noord, 0116

S. Millard

Departement Statistiek, Fakulteit Natuur- en Landbouwetenskappe, Universiteit van Pretoria, 0002

## UITTREKSEL

*Studente uit histories-agtergeblewe gemeenskappe in Suid-Afrika onderpresteer dikwels in wiskunde vanweë 'n verskeidenheid faktore. Aksienavorsing wat aan die (voormalige) Technikon Noord-Gauteng uitgevoer is, om ondersoek in te stel na wyses waarop hierdie studente se wiskundeprestasie verbeter kan word, het die implementering van 'n tutoriaalstelsel behels. Kwantitatiewe en kwalitatiewe data is deur middel van 'n verskeidenheid instrumente ingesamel. Die resultate het sekere tendense in tersiêre wiskundeonderrig, wat in 'n tweede of derde taal geskied, uitgewys.*

## ABSTRACT

### *The impact of tutorials on achievement in mathematics of first year students*

*Historically disadvantaged students in South Africa often underachieve in mathematics due to a number of factors. Action research that was conducted at the (former) Technikon Northern Gauteng to investigate ways in which these students' achievements in mathematics could be improved comprised the implementation of tutorial sessions. Quantitative and qualitative data were gathered by means of a variety of instruments. The results revealed certain trends in tertiary mathematics education where learning takes place in a second or third language.*

## INLEIDING

Die wiskundeslaagsyfer aan sekondêre skole is wêreldwyd onbevredigend. Internasionale studies het onderprestasie in wiskunde tewens as 'n tendens beklemtoon.<sup>1</sup> Die verskynsel is by etlike geleenthede internasionaal vergelyk en die *Third International Mathematics and Science Study-Repeat* (TIMSS-R) het getoon dat die studente in Suid-Afrika besonder swak in wiskunde vaar. Hulle het die swakste onder die 38 lande wat deelgeneem het, presteer.<sup>2</sup> Anstey<sup>3</sup> rapporteer vervolgens dat slegs 23% van die graad 12-leerders in die land tussen 1990 en 1995 wiskunde in die graad 12-eksamen geslaag het.

Etlike faktore wat swak prestasie in wiskunde veroorsaak en vererger, is reeds in die literatuur onder die loep geneem. So het betekenisvolle veranderinge in die hoëronderwyssektor, wat dikwels uit ekonomiese en politieke oorwegings spruit, meegebring dat die studentetal van lesingroepe drasties verhoog het. Instansies word gedwing om meer studente te registreer ten einde hul staatsubsidie te behou. Studente bly 'n onpersoonlike massa en persoonlike kontak met die fasiliteerder vind selde plaas.<sup>4</sup> Technikon Noord-Gauteng (TNG)\*\* is 'n histories-agtergeblewe instansie en die meerderheid studente alhier kom uit histories-agtergeblewe gemeenskappe. Een van die moontlike uitkomstes van studente se agterstand is dat hulle dikwels onvoorbereid vir tersiêre onderwys is. 'n Bydraende faktor tot veral die swak prestasie onder eerstejaarstudente alhier, is die feit dat die studente dikwels nie oor handboeke en sakrekenaars beskik nie.<sup>5</sup> Die meeste van die studente in eerstejaarwiskunde (vakkode: MTHS1) kan as 'riskant' beskou word, vanweë 'n aantal faktore waaraan hulle blootgestel is (die woord 'riskant'

word gebruik om te verwys na studente wat aan 'n wye reeks opvoedkundige faktore blootgestel is, insluitend die manifestasie van onaanvaarbare sosiale gedrag, die onvermoë om die pas tydens lesings vol te hou en mislukte pogings om positief op basiese akademiese vaardighede te reageer).

Ander faktore wat onderprestasie in wiskunde in die hand werk en wat vermoedelik by TNG teenwoordig is,<sup>6</sup> is onder meer groot klasgroepe, swak opgeleide skoolopvoeders, 'n gebrek aan handboeke, die onderrigmedium, toelatingskriteria, en ondoeltreffende studiegewoontes. Freudenthal<sup>7</sup> beweer dat wiskunde meer vatbaar vir swak onderrig as enige ander vak is.

By TNG word onderprestasie as 'n slaagsyfer onder 50% vir MTHS1 gedefinieer. Studente moet 'n jaarpunt van ten minste 40% behaal om toelating tot die eksamen te verkry. Onderprestasie vir die groep as geheel beteken dat die persentasie studente wat nie toelating gekry het nie, hoër as 20% is. In semester een van 1999 het die MTHS1-uitslae 'n algehele laagtepunt bereik. Die slaagsyfer was 32,73% en die persentasie studente wat nie toelating gekry het nie, 35,45%.

## PROBLEEMSTELLING

Die spesifieke verskynsel wat tot die onderhawige navorsing aanleiding gegee het, was die feit dat MTHS1-studente aan TNG selde hul huiswerk doen en dus geen inoefening in wiskundetegnieke gekry het nie. Die primêre navorsingsvraag wat die studie gerig het, is die volgende: Wat is die impak van wiskundetutoriale op wiskundeprestasie van MTHS1-studente aan TNG? Enkele vrae wat hieruit voortgespruit het, is:

\* Persoon aan wie korrespondensie gerig moet word.

\*\* TNG hetintussen met Technikon Pretoria en Technikon Noord-Wes saamgesmelt om Tshwane Universiteit van Tegnologie te vorm.

- ♦ Wat is die impak van tutoriale op studente se selfbeeld met betrekking tot wiskunde en wiskundeprestasie?
- ♦ Wat is die impak van tutoriale op probleemoplossingsvaardighede en kritiese denke?

Vir die doel van die artikel word met 'n bespreking van die volgende terme volstaan.

## ENKELE DEFINISIES

### Studieoriëntasie in wiskunde

Thuynsman<sup>8</sup> beskryf studiemetodes as studiehandelinge wat met die beplanning, organisasie en spesifieke werkwyses wat deur die student geïnisieer en gebruik word, verband hou. 'n Goeie student kan as gevolg van sy/haar besondere intellektuele vermoë en dryfkrag 'n styl ontwikkel wat vir hom/haar geskik is, maar wat nie noodwendig die beste metode vir die gemiddelde of swak student is nie.

Vir die doel van die onderhawige artikel word gefokus op die volgende aspekte van studieoriëntasie in wiskunde:<sup>9</sup>

- ♦ studiegewoontes in wiskunde;
- ♦ studiehouding in wiskunde;
- ♦ studiemilieu in wiskunde;
- ♦ probleemoplossingsgedrag in wiskunde;
- ♦ wiskundeangsgesig;
- ♦ inligtingprosesseringsprosedure in wiskunde.

### Die tutoriaalprogram

Die tutorprogram het behels dat senior studente opgelei is om weekliks in 'n lokaal studente te begelei om wiskunde probleme op te los en hulle probleemoplossingsvaardighede te oefen. Tutoriale is hierdie weeklikse byeenkomste waartydens studente hul wiskundevaardighede kan oefen.

Die studente in die eksperimentele groep is in vier groepe van 12 elk verdeel. Die studente het sommige weke 'n oefenvel met probleme ontvang wat hulle tuis moes oplos. Die probleme is dan in die volgende tutoriaalklas bespreek en die studente is toegelaat om hul pogings op die skryfbord te skryf. Die studente het onderling gou 'n baie goeie verhouding ontwikkel en mekaar se pogings op die skryfbord verbeter, soms met die hulp van die tutor.

Soms het die studente nie oefenvelle ontvang nie, maar in groepe van drie aan probleme gewerk wat hulle tydens die tutoriaalklas by die tutor ontvang het. Groepe het gekompeteer om hul antwoorde eerste op die skryfbord te kry. Die waarnemers het onder meer aangeteken wie die leiding in groepe geneem het, wie antwoorde aangebied het en wie vroeër gevra het.

Tydens onderhoude wat telkens na afloop van die tutoriale met die studente gevoer is, het almal gemeen dat die tutoriale positief op hul wiskundeprestasie inwerk.

Die betrokke fasiliteerder (dosent) het verwag dat die tutor nie die werk wat in die lesings aangebied is, sal herhaal nie, maar dat daar **inoefening** sal plaasvind en dat hy/sy deeglik **voorbereid** vir die tutoriaalklas sal wees. **Persoonlike kontak** met studente is vooropgestel en tutors is versoek om, so ver moontlik, **konstruktiewe terugvoer** te gee. Tutors moes 'n **verskeidenheid strategieë** aanwend om studente te betrek, veral as dit blyk dat hulle nie gewillig is om saam te werk nie en konstruktiewe kommentaar lewer ook op geskrewe werk soos toetse. Verskeie ysbrekers is tydens die opleiding aan hulle voorgedra waarmee hulle 'n 'ken-mekaar' kon fasiliteer. Die belangrikheid van **lyftaal** en die kommunikasie wat deur middel van lyftaal geskied, is beklemtoon en tutors is versoek om

studente se **name te ken**. Ruimte is nietemin gelaat vir tutors om 'n **persoonlike styl** te verwerf. Tutors is deurentyd voorsien van studiemateriaal en skryfmateriaal (borsel en kryt) en het toegang gehad tot 'n mentor ('n fasiliteerder van sy/haar keuse). Die primêre navorser het in die onderhawige studie vir die eerste keer portefeuljes as hulpmiddel vir die fasilitering van wiskundeprestasie gebruik. Die portefeuljes kon nie vir formele assessering (bydraend tot die student se jaarpunt) gebruik word nie, aangesien net studente in die eksperimentele groep portefeuljes saamgestel het. Die kontrolegroep het nie portefeuljes saamgestel nie. Studente is van 'n vroeër met 'n voorblad voorsien waarop hulle hul name en besonderhede kon skryf. Die lêer was gekram sodat dit 'n sakkie vorm om dokumente te berg, omdat studente nie oor ponsmasjiene beskik om 'n ringlêer te gebruik nie. Studente is tydens die eerste tutoriaalklas breedvoerig oor die doel van die portefeulje ingelig, naamlik om 'n versameling voorbeelde saam te stel. Die vereiste inhoud vir die portefeulje was

- ♦ elke week se tutoriaal oefening en toets;
- ♦ alle klastoetse;
- ♦ alle semestertoetse;
- ♦ alle individuele of groepstake.

Studente is aangeraai om die portefeulje elke week tydens die tutoriaalklas daar te hê. Die waarnemers het tydens gestruktureerde waarnemings rekord gehou of die studente wel hul portefeuljes daar het of nie. Daar is bevind dat studente nie by die instruksies gehou het nie. Die portefeuljes was baie onvolledig. Van die 48 studente wat in die eksperimentele groep was, het nie een se portefeulje die toetse of take bevat nie. Die weeklikse oefenvelle van die tutoriaalklas was onvolledig en vae verskonings is aangebied oor waar die oefenvelle aangetref kon word. Tydens die lesings en die tutoriale is gevind dat studente oor die algemeen ongestruktureerde notas het. Dit was algemeen om die notas en oefeninge van drie verskillende vakke in dieselfde skrif aan te tref.

### Leerfasilitering in wiskunde

Vir die doel van die artikel verwys die term "leerfasilitering" na die fasilitering van wiskundeleer aan studente in eerstejaars-wiskunde.

### Probleemgesentreerde leer

Probleemgesentreerde leer in wiskunde geniet vir etlike jare reeds in Suid-Afrikaanse onderwyskringe voorkeur bô die meer tradisionele benadering waar papegaai-leer (*rote learning*) sonder die nodige insig plaasvind. Laasgenoemde benadering ontwikkel byvoorbeeld nie selfleer en 'n ontdekkende ingesteldheid onder studente nie. Die tradisionele benadering was baie opvoeder-gesentreerd en studente was dikwels passief.<sup>10</sup>

Aktiewe deelname deur studente, wat deur die Uitkomsgerigte Onderwysbenadering vereis word, sluit eksperimentering en veralgemening in en berus sterk op die studente se vermoë om te kommunikeer.<sup>11</sup> Leerfasilitering in wiskunde **en die verwerwing van die spesifieke, tegniese taal van wiskunde** staan dus in noue verband met mekaar.

Bespreking en interaksie, as kritiese aspekte van 'n probleemgesentreerde benadering tot die leer van wiskunde, word egter nie net deur taal nie, maar ook deur **affek** beïnvloed. Wiskunde is immers 'n vak waar 'n student se kognitiewe gedrag sterk deur sy/haar affek beïnvloed word.<sup>12</sup> Studente wie se kennisbasis nie op logies-wiskundige redenasies berus nie, raak dikwels 'verlore' in die groter kennisgeheel. Sodanige studente

verloor dikwels hul selfvertroue, gooi maklik tou op en ervaar negatiewe gevoelens oor hulself.

### Leerbenaderings in wiskunde

Hierdie aspek verwys na strategieë wat studente aanwend om 'n leeropdrag te bemeester en is bepalend vir die sukses of mislukking van die afhandeling van bepaalde opdragte. Leerbenaderings word gewoonlik vanuit die volgende vier hoeke belig: persoonlike styl; inligtingprosesseringstyl, fenomenografiese teorieë en sisteemteorieë.<sup>13</sup>

### Leeromgewing

Die woord "leeromgewing" dui daarop dat die klem hedendaags nie slegs op die fasiliteerder en die uitkoms van onderrig val nie, maar veral op die student, die leerproses self, asook die wyse waarop leer plaasvind. Wanneer daar op leeromgewings gefokus word, word drie ondersteunende funksies opgemerk. Daar is **deelname aan 'n diskoers, aktiwiteite** vind plaas en voorbeelde van werk word vir **assessering** voorgelê.<sup>14</sup> In die tradisionele benadering was die klem op lees, lesings, probleemoplossing, inoefening, tuiswerk en toetsing. In die huidige **konstruktivistiese benadering** sluit die leeromgewing meer van die eienskappe van die beroepsomgewing in, naamlik gedeelde bewustheid, instrumentmanipulasie en gekontekstualiseerde redenering.<sup>14</sup> Piaget<sup>15</sup> se navorsing het veral 'n betekenisvolle bydrae tot die vestiging van moderne konstruktivistiese standpunte gelewer.

### FAKTORE WAT WISKUNDEPRESTASIE BEÏNVLOED

In die betrokke ondersoek is wiskundeprestasie gedefinieer as die vlak van selfverwesening van die studente. Dit dui ook die mate van deurstellingsvermoë aan en die toewyding wat tydens probleemoplossing aangewend word.

Vir die doel van die onderhawige studie word probleme in wiskundeleer in die volgende drie (onderling) oorvleuelende vlakke ingedeel: Faktore wat

- ten opsigte van die student voorkom;
- aan die omgewing toegeskryf kan word;

- in die klaskamersituasie aangetref word.

Wat a) betref, beïnvloed die volgende fasette, in 'n mindere of meerdere mate, leerders se wiskundeprestasie:<sup>6</sup> studieoriëntasie, die maak van foute, intelligensie, breïndominansie, kreatiwiteit, kritiese denke, wiskunde- en fasiliteringstaal, lateraliteit, kognitiewe style, inligtingprosessering, selfgerigte gedrag, strategiese leeraksies, wiskundeang, selfbeeld en selfvertroue, belangstelling, motivering en uithouvermoë, lokus van kontrole, ongeborgenheid, aandag en konsentrasie, swak gesondheid, ontwikkelingsprobleme, emosionele probleme, gesindhede, geslagsverskille en behoefte aan hulp. Hierdie is die faktore wat in die onderhawige navorsing ten opsigte van **studente** voorkom.

Faktore wat aan die **omgewing** toegeskryf kan word, sluit in sosio-ekonomiese status, skoolwisseling, prestasieverwagting, klasgrootte, handboeke en skrifte, keuring en plasing en *COLT (Culture of learning and teaching)*.

Faktore wat in die **klassituasie** voorkom, is begrip vir die verskil tussen leer- en prestasieprobleme, probleemoplossing en probleemgesentreerdheid, sosiale kontak, koöperatiewe leer, bespreking, en tegniese foute.

Enkele ander bevindings wat uit die literatuurstudie in die onderhawige navorsing na vore gekom het, kan soos volg saamgevat word:

- ♦ Die vorming van basiese konsepte in wiskunde is 'n voorvereiste vir die leer van meer gevorderde wiskundige begrippe.<sup>16</sup>
- ♦ Motivering, belangstelling, verwagtinge en studente se houding teenoor die fasiliteerder oefen na alle waarskynlikheid 'n betekenisvolle invloed op hul ingesteldheid jeens die vak uit.<sup>17</sup>
- ♦ Wiskundeleerinhoud behoort by die student se kennis en denkvlak aan te sluit, maar in sommige situasies is die denkvlakke van studente nie toereikend ontwikkel vir tersiêre vakinhoud nie.<sup>18</sup> 'n Verskeidenheid intervensies kan toegepas word om studente se taalvaardigheid, probleemoplossingsvaardigheid, studieoriëntasie, studiemilieu en affektiewe ingesteldheid te verbeter en sodoende studente se denkvlakke te verbeter.<sup>19</sup>

Die navorsingsontwerp word vervolgens onder die loep geneem.

**Tabel 1** Die viermomentaksienavorsingsmodel

Moment	Beskrywing	Toepassing op onderhawige studie
Beplanning	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Analiseer die probleem.</li> <li>♦ Doen strategiese beplanning.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Studente oefen nie hul wiskundevaardighede nie.</li> <li>♦ Vind tutors en lei hulle op.</li> <li>♦ Stel tutoriaal oefeninge op.</li> <li>♦ Beplan lesingrooster en bespreek lokale.</li> </ul>
Optrede	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Implementeer die strategiese plan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Voer die tutoriale weekliks uit.</li> </ul>
Waarneming	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Evalueer die aksies deur toepaslike metodes en tegnieke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Waarnemers woon die tutoriaalsessies by</li> <li>♦ Bespreek weekliks die sessies met die tutors</li> </ul>
Refleksie	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Bepeins die resultate van die evaluering.</li> <li>♦ Bepeins die totale aksie.</li> <li>♦ Bepeins die navorsingsproses.</li> <li>♦ Identifiseer 'n nuwe probleem.</li> <li>♦ Begin 'n nuwe siklus van beplanning, optrede, waarneming en refleksie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Bring wysigings aan in die aanbieding.</li> <li>♦ Verseker kwaliteit en relevansie.</li> <li>♦ Verseker dat data wat versamel word geldig en betroubaar is.</li> <li>♦ Bring wysigings aan indien probleme opduik.</li> <li>♦ Verfyn strategieë en betree 'n tweede siklus van data-insameling.</li> </ul>

## NAVORSINGSONTWERP

Aksienavorsing vereis dat data tydens die normale verloop van die semesteraktiwiteite ingesamel word. Dit verg besondere beplanning om te verseker dat alle vorme van data-insameling betyds en tydig plaasvind. Daar is sover moontlik toegesien dat studente gemaklik was en nie soos 'navorsingsobjekte' tydens die afneem van die voor- en natoets, die vraelyste en die waarnemings gevoel het nie.

Die primêre benadering wat in die onderhawige studie gevolg is, is aksienavorsing en sluit sowel kwantitatiewe as kwalitatiewe aspekte in. Zuber-Skerritt<sup>20</sup> beweer dat aksienavorsing instrumente is aan die hand waarvan akademies

- ♦ hul leer- en onderwyspraktyke verbeter en professioneel groei;
- ♦ grondige teorieë formuleer en sodoende kennisuitbreiding teweegbring; en
- ♦ uitmuntende onderwys dokumenteer.

In die onderhawige studie is daar sterk aanklank by Zuber-Skerritt<sup>21</sup> se viermomentaksienavorsingsmodel gevind (tabel 1).

### Steekproef

Die populasie het uit alle wiskunde-eerstejaarstudente in die Fakulteit Ingenieurswese (Technikon Noord-Gauteng) bestaan. Die respondente was uit die departemente van Elektriese, Meganiese en Siviele Ingenieurswese afkomstig. Die studente in die Departement Elektriese en Siviele Ingenieurswese is deur middel van 'n gerieflikheidssteekproef gekies om deel van die studie uit te maak, aangesien hulle in die primêre navorser se lesinggroepe geval het. Die studente in die Departement Meganiese Ingenieurswese is as kontrolegroep gekies, aangesien hierdie departement tydens die tweede semester 'n groep vir eerstejaarsopleiding inneem.

Die studente in die Departement Elektriese en Siviele Ingenieurswese is vervolgens op grond van 'n gestratifiseerde, ewekansige steekproef in twee groepe elk (eksperimentele groep

en kontrolegroepe) verdeel. Die eksperimentele groep is vanweë die betrokke steekproefmetode so saamgestel dat daar toereikende, gemiddelde en ontoereikende presteerders verteenwoordig was. Die studente se graad 12-simbole in Engels, wiskunde en natuur- en skeikunde is in drie prestasievlakke verdeel om die strata vir die steekproef en die vlak van toereikendheid te bepaal. Geslag was die ander stratum, maar aangesien daar so min vroulike studente geregistreer was (33% van die populasie tydens siklus 1 en 23% tydens siklus 2) is die vroulike studente proporsioneel tot elke stratum toegelaat. Tabel 2 dui die strata aan.

Die respondente was vir albei siklusse uit dieselfde departemente afkomstig. Die getalle word in Tabel 3 weergegee.

In die onderhawige studie is van 'n variasie op die **nie-ekwivalente groep voortoets-natoetsontwerp** gebruik gemaak.<sup>22</sup> Tabel 4 toon die variasie soos wat dit in die onderhawige studie aangewend is.

Die kontrolegroepe is nie ekwivalent nie, aangesien slegs die eksperimentele groepe by wyse van gestratifiseerde, ewekansige steekproefneming geselekteer is en dus akademies ekwivalent is. Die eksperimentele groepe is juis gestratifiseerd ewekansig gekies om te verseker dat daar proporsionele verteenwoordiging van studente met toereikende, gemiddelde en ontoereikende prestasie in matriekwiskunde is. Die vier eksperimentele groepe (twee diplomas oor twee siklusse) was dus akademies ekwivalent. Die kontrolegroepe was die oorblywende studente en hulle was nie noodwendig akademies ekwivalent nie.

### Kwantitatiewe studie

#### Navorsingsinstrument

Die Studieoriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) is deur die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing (RGN)<sup>9</sup> ontwikkel en gestandaardiseer om Suid-Afrikaanse leerders vanaf graad sewe tot 12 se studie-oriëntasie in wiskunde te meet. Dié vraelys bied aan voorligters en vakdidaktici die geleentheid om meer inligting te bekom oor leerders as bloot net kognitiewe vakprestasie.

**Tabel 2** Strata in die steekproefneming

Vakke	Stratum 1	Stratum 2	Stratum 3	Manlik/vroulik
Engels	Minder as 40%	40-60%	Bo 60%	Proporsioneel tot elke stratum
Wiskunde	Minder as 40%	40-60%	Bo 60%	
Natuur- en skeikunde	Minder as 40%	40-60%	Bo 60%	

**Tabel 3** Steekproefgroottes

	2002		2002	2003		2003
	Kontrole	Eksperimenteel	Totaal	Kontrole	Eksperimenteel	Totaal
Siviel	28	24	52	80	24	104
Elektries	26	24	50	93	24	117
Meganies	55	-	55	54	-	54

**Tabel 4** Nie-ekwivalente groeponwerp van die onderhawige studie

Groep	Voortoets	Intervensie	Natoets
Elektries/Siviel (eksperimenteel)	X	X	X
Elektries/Siviel (Kontrole)	X	-	X
Meganies (Kontrole)	X	-	X

Aangesien die setel van ontoereikende wiskundeprestasie aspekte behels wat buite die kognitiewe terrein val, is die fokus van hierdie assesseringsinstrument om 'n ondersteunende affektiewe onderbou daar te stel vir kognitiewe vakprestasie in wiskunde. Leerders se emosies, gewoontes en houdings teenoor die vak, asook die wyse van inligtingverwerking, probleemoplossingsgedrag en sosiale faktore (met ander woorde sosiale, fisieke en beleefde milieu) speel 'n belangrike rol in die leerder se uiteindelijke vakprestasie.<sup>9</sup>

Die oorkoepelende doel van die SOW-vraelys kan soos volg saamgevat word:

- ♦ **Uitkenning:** Leerders met 'n ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde kan met behulp van die SOW-vraelys uitgeken word.
- ♦ **Begrip:** Die uitslag van die SOW-vraelys kan onderwysers en hulpverleners help om leerlinge met swak akademiese wiskundeprestasie beter te begryp.
- ♦ **Hulpverlening:** Resultate kan gebruik word om leerders te help wiskunde meer positief te ervaar en om hul studie-oriëntasie in wiskunde te verbeter en hopelik hul potensiaal op 'n hoër vlak te verwesenlik.

Die vraelys bevat ses velde (92 stellings) wat betrekking het op hoe individue voel of handel ten opsigte van aspekte van hul wiskundeprestasie. Die toets is tussen 1994 en 1997 in Suid-Afrika ontwikkel deur die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing<sup>9</sup> en is gestandaardiseer aan die hand van 3013 hoërskoolleerlinge se response. Studiehouding (14 items) het te make met gevoelens (subjektiewe en objektiewe ervarings) en houdings jeens wiskunde en beïnvloed leerders se motivering, verwagting en belangstelling met betrekking tot wiskunde. Wiskundeang (14 items) verwys na 'n 'ongemaklike' gevoel oor en ervaring van wiskunde en manifesteer sigself in doellose gedrag (soos oormatig sweet, die doodkrap van korrekte antwoorde en 'n onvermoë om wiskundige konsepte te formuleer). Studiegewoontes (17 items) hanteer die aan die dag lê van verwerwe, konsekwente en effektiewe studiemetodes. Probleemoplossingsgedrag (18 items) sluit kognitiewe en metakognitiewe strategieë in wiskunde in. Studie-milieu (13 items) sluit aspekte in wat betrekking het op die sosiale, fisieke en beleefde omgewing. Informasieprosessering (16 items) behels 'n refleksie ten aansien van algemene en spesifieke leer-, opsommings- en leesstrategieë, asook kritiese denke en 'verstaan'-strategieë soos die optimale gebruik van sketse, tabelle en diagramme.

Leerders oorweeg items aan die hand van 'n 5-punt-responsformaat, geanker deur 0: Byna nooit en 4: Byna altyd. Ten einde 'n 'ja-stel' te voorkom, is 46 items positief geformuleer en 46 negatief. Inligting wat aan die hand van gekose antwoorde bekom is, kan omgeskakel word in persentielrange en 'n profiel kan getrek word.

Die volgende breë riglyn word voorgestel ten opsigte van die interpretasie van profiele: 70–100% (toereikende studie-oriëntasie), 40–69% (neutraal, maar kan bydra tot toereikende of ontoereikende studie-oriëntasie) en 0–39% (ontoereikende studie-oriëntasie).

### Hipotesestellings

Vir die doel van die onderhawige artikel word op twee hipoteses gefokus.

Die eerste navorsingshipotese wat ondersoek word, is die volgende:

$H_{01}$ : Daar is nie 'n verskil tussen die studente se prestasie in voor- en natoetse in die velde van die SOW nie.

$H_{a1}$ : Daar is 'n verskil tussen die studente se prestasie in voor- en natoetse in die velde van die SOW.

Die tweede navorsingshipotese wat ondersoek word, is die volgende:

$H_{02}$ : Daar is nie 'n verskil tussen die finale punt van studente wat tutoriale gehad het en die finale punt van diegene wat nie tutoriale gehad het nie.

$H_{a2}$ : Daar is 'n verskil tussen die finale punt van studente wat tutoriale gehad het en die finale punt van diegene wat nie tutoriale gehad het.

### Statistiese tegnieke

Die primêre doelstelling van die studie was om vas te stel of wiskundetutoriale op studente se wiskundeprestasie, asook hul prestasie in die SOW impakteer, met die verwagting dat sulke tutoriale dit wel positief sou doen. Wiskundeprestasie word *vir die doel van die onderhawige artikel* gedefinieer as studente se wiskundepunt in die finale eksamen. Die outeurs besef die beperkings van hierdie definisie, by uitstek in die lig van die konstruktivistiese vertrekpunt van hierdie artikel. In 'n opvolgartikel met 'n kwalitatiewe inslag word egter sterk gefokus op 'n omvattender, konstruktivisties-georiënteerde definisie. Studente wat nie toelating tot die eksamen verkry het nie, kon nie 'n finale punt genereer nie en in die statistiese modelle waar die finale punt as afhanklike veranderlike gemodelleer was teen ander veranderlikes, was sodanige studente noodwendig nie deel van die statistiese model nie. Tydens albei siklusse was daar vier studente in die tutoriaal-groepe wat nie eksamen kon skryf nie (dit verteenwoordig 8%). Een student in elke siklus het die kursus gestaak, wat die persentasie studente wat die eksamen geweier is, na 6% verlaag.

Variansieanalisetegnieke is gebruik om vas te stel watter veranderlikes moontlik studente se finale punt (afhanklike veranderlike) kon verklaar. Die SAS-program (weergawe 8.2) (SAS Institute Inc., 1990) is vir die analise gebruik en studente se finale punte is as afhanklike veranderlike geneem en beurtelings teenoor hul

- ♦ graad 12-simbole;
- ♦ Studieoriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) – natoets; en
- ♦ posisie in die steekproef, naamlik eksperimentele of kontrolegroep gemodelleer. Die berekende oorskrydingswaarskynlikhede is gebruik om die betekenisvolheid van 'n veranderlike te evalueer.

Beskrywende statistieke soos gemiddeldes, standaardafwykings, korrelasies, frekwensies, persentasies en kruistabulering is ook uitgevoer. Aanvullende, komplementerende statistiese tegnieke sluit ANOVA, gewone regressie en t-toetse in. Gepaarde waarnemings word in die onderhawige studie gebruik om te bepaal wat die verskil is tussen die voor- en natoetswaarde vir sowel die individuele velde van die assesseringsinstrument as die vraelyste as 'n geheel. Student se t-toets (eenkantig) is gebruik om te bepaal of die nulhipoteses in die empiries-analitiese navorsing verwerp of aanvaar moet word. Daar is eerstens vasgestel of die data ten opsigte van al die veranderlikes normaal verdeel is of nie. Dit het wel geblyk die geval te wees en studente se t-toets<sup>23</sup> is uitgevoer om die statistiese betekenisvolheid al dan nie van die verskille vas te stel.

## Kwalitatiewe studie

### Data-insamelingsinstrumente en modi

In die kwalitatiewe modus is daar tydens die studie van deelnemerwaarneming gebruik gemaak om onder meer te bepaal in welke mate respondente betrokkeheid, inisiatief en toewyding aan die tutoriaalprogram toon. Die navorser en tutors het almal bepeinsingsdagboeke (*reflection diaries*) gehou en weekliks gereflekteer op aktiwiteite, gebeure en algemene implementering van die intervensie. Die navorser het ook 'n doelmatig opgestelde vraelys ingeskakel om na afloop van elke assesseringsgeleentheid die respondente se persepsie en houding jeens die assessering te bepaal. Teenwoordigheidsregisters, vorderingsverslae en gestruktureerde waarnemingsvorme het bykomende data verskaf.

### Die aanwend van komplementerende data-insamelingsstrategieë ten einde triangulasie te fasiliteer

Verskeie komplementerende data-insamelingsmetodes is aangewend ten einde verskillende aspekte van die ondersoek toe te lig en triangulasie van die data-interpretasie te fasiliteer. Hierdie insamelingsmetodes word in Tabel 5 voorgestel.

### Waarnemingskedule

Tydens tutoriale is daar onder meer gelet op studente se teenwoordigheid en stiptelikheid; die hoeveelheid huiswerk wat voltooi is, die gebruik van moedertaal; die beskikbaarheid van hul portefeuljelêers en algemene deelname en vrymoedigheid.

### Semi-gestruktureerde vraelys

In die spesifiek-ontwerpte vraelys wat aan studente vir voltooiing gegee is na elke assesseringsgeleentheid is daar onder meer gevra dat studente die redes vir hul prestasie (al dan nie) moet aandui. In die geval waar studente aangedui het dat hul prestasie nie volgens hul verwagting was nie, was die redes wat hoofsaaklik aangevoer is:

I made careless errors; I didn't practise enough; I was absent a few times; I did not know that I didn't understand the work. It was only when I started revising that I realised my lack of understanding; and I didn't do my homework regularly.

Studente wat aangetoon het dat hul prestasie in ooreenstemming met hul verwagting was, het meestal die volgende redes aangevoer:

I do my homework everyday and had all the work to learn; I revised the work adequately; I am never absent from maths; the test was easy.

Studente het op die vraag of hulle van mening is dat tutoriale hulle vordering in wiskunde gunstig beïnvloed die volgende aangevoer:

Tutorials give an opportunity to practise; we do the work from the lectures again; one can ask help from a group member and everybody gets an opportunity to practise.

Vrae aan die tutors

Vrae soos die volgende is aan tutors gestel.

- ★ Wat was vir jou positief van die pas afgelope tutoriaalsessie?
- ★ In watter opsigte het die tutoriale aspekte soos selfwerk-saamheid, groepwerk, kommunikasie en 'n probleemoplossingsingesteldheid gefasiliteer?
- ★ Wat het jy as negatief beleef in die sessie?
- ★ Hoe gaan jy verbeterings aanbring vir die volgende sessie?
- ★ Wat sou jy anders gedoen het as jy hierdie sessie kon oorhê?

Tutors se interaksie met studente

Die tutors het op akademiese aspekte gefokus, en meeste vrae was akademies van aard. Die tutors het wel per geleentheid studente uitgevra oor afwesigheid, laatkommery of onvoltooid huiswerk.

## LOODSSTUDIE

Betrokkenheid by die Australië-Suid-Afrika-Links-program (1999-2001) het tot die onderhawige studie aanleiding gegee.<sup>24</sup> Die navorsingsontwerp in die loodsstudie was nie 'n kwasi-eksperimentele ontwerp nie, maar eerder 'n gevalstudie. Die onderhawige studie doen verslag oor twee siklusse, naamlik semester twee van 2002 en semester een van 2003.

**Tabel 5** Data-insamelingsinstrumente en oogmerke

Navorsingsbenadering	Instrument	Oogmerk
Kwalitatief	Deelnemerwaarneming	Om 'n mate van betrokkeheid, inisiatief en toewyding van studente te monitor
	Bepeinsingsdagboek ( <i>Reflection diary</i> )	Om nuanses van situasies en gesprekke met studente en tutors op te teken
	Navorsers se eie vraelys	Om studente se vordering te assesser
Kwantitatief	SOW (voortoets)	Om studieoriëntasie van studente aan die begin van die semester te bepaal
	SOW (natoets)	Om studieoriëntasie van studente teen die einde van die semester te boekstaaf
	Register/verslae	Om teenwoordigheidsverslae en punte (vordering) te insae te hê

## ETIESE ASPEKTE

Studente is breedvoerig, in die teenwoordigheid van die dekaan van die Fakulteit Ingenieurswese oor die doelwit van die projek ingelig. Die navorsing het, sover bekend, niemand benadeel nie, bevindinge is anoniem gerapporteer, sensitiwiteit is deurgaans teenoor respondente aan die dag gelê en respondente se waardigheid is gerespekteer.

## BEPERKINGE VAN DIE STUDIE

Die onderhawige studie het 'n relatiewe klein steekproef respondente gehad. Die gebrek aan genoeg vroulike studente het die steekproef verder beïnvloed. Die interpretasie van die studieresultaat het binne die konteks van die navorsingsonderwerp geskied en 'n ander navorser, wat vanuit 'n ander perspektief werk, sal die data waarskynlik anders kon interpreteer. Die feit dat vraelyste en die Studieoriëntasievraelys in Wiskunde (SOW) nie in studente se moedertaal was nie, kan as 'n beperking beskou word, hoewel studente dit duidelik gemaak het dat hulle graag hul Engelse taalvaardigheid wou verbeter.

'n Verdere tekortkoming is die "menslike faktor" wat in opvoedkundige navorsing teenwoordig is. Studente het emosies wat op 'n gegewe tydstip óf positief óf negatief kan wees, en dit kan 'n rol in die uitslag van vraelyste en toetse speel. Die "menslike faktor" veroorsaak ook dat studente in die eksperimentele groep hul tutoriaal oefeninge met studente in die kontrolegroep deel, en dit gee moontlik tot die John Henry-effek aanleiding.

## RESULTATE

### SOW as voor- (VT) en natoets (NT)

Die ses velde en die totaal van die SOW (VT en NT) is as gepaarde waardes in 'n t-toets geneem en elkeen se p-waarde is vir die onderskeie groepe bereken. In hierdie model is die

onderskeid wat getref is, per siklus en per groep gedoen, naamlik eksperimentele groep (E) of kontrolegroep (K). Albei die siklusse word in Tabel 6 weergegee.

Tabel 6 toon dat die verskil tussen die voortoets en die natoets in die velde van die Studieoriëntasievraelys in Wiskunde nie betekenisvolle, verklarende krag het om studente se finale punt in wiskunde te verklaar nie. Die patroon was wel dat p-waardes deurgaans in die rigting van positief betekenisvol geneig het. Hipotese een word dus nie verwerp nie en die afleiding word gemaak dat daar nie 'n statisties betekenisvolle verskil is tussen studente se voor- en natoetse in die velde van die SOW nie.

### Eksperimentele groep (E) versus kontrolegroep (K)

Die doelstelling was in hierdie geval om vas te stel of studente wat tutoriale ontvang het en studente wat nie tutoriale ontvang het nie, se finale wiskundepunt betekenisvol verskil.

Studenteprestasie in albei siklusse toon niebetekenisvolle p-waardes vir Elektriese en Siviële Ingenieurstudente. Tabel 7 toon dat die studente wat tutoriale gehad het, nie betekenisvol beter presteer het as studente wat nie tutoriale gehad het nie. Hipotese Twee word dus ook nie verwerp nie en die afleiding word gemaak dat daar nie 'n verskil is tussen die finale punt van studente wat tutoriale gehad het en die finale punt van diegene wat nie tutoriale gehad het nie.

## BESPREKING

Wanneer sowel die kwantitatiewe as die kwalitatiewe data in ag geneem word, kan die volgende afleidings moontlik gemaak word.

### Tutoriale as verklarende veranderlike

Die eksperimentele groep was wel klein, maar die bevinding van die ANOVA was dat die studente in die eksperimentele groep nie betekenisvol beter as die studente in die kontrolegroep presteer het nie, moontlik vanweë die John Henry-effek

**Tabel 6** p-waardes van die SOW-velde vir albei siklusse

Model:	Siklus 1:	Siklus 1:	Siklus 2:	Siklus 2:
SOW-velde	Eksp- waarde	Kontrole p-waarde	Eksp p-waarde	Kontrole p-waarde
Studiehouding	0.23	0.09*	0.94	0.33
Wiskundeang	0.10	0.86	0.64	0.15
Studiegewoonte	0.03**	0.04**	0.52	0.35
Probleem-oplossingsgedrag	0.14	0.15	0.87	0.03**
Studiemilieu	0.68	0.78	0.42	0.83
Inligtingsverwerking	0.21	0.55	0.61	0.13
TOT. Velde 1-5	0.24	0.08*	0.72	0.55

\* Betekenisvol op 10%-peil van betekenis

\*\* Betekenisvol op 5%-peil van betekenis

**Tabel 7** p-waarde van groepe vir tutoriale versus nie tutoriale

Model 5	Siklus 1	Siklus 2
Diploma	p-waarde	
Siviël	0.68	0.80
Elektries	0.25	0.84

\* Betekenisvol op 10%-peil van betekenis

(kompenserende wedywering).<sup>22</sup> Volgens hierdie verskynsel wend persone in 'n kontrolegroep 'n groter poging tot sukses aan, aangesien hulle hulself in kompetisie met die eksperimentele groep beskou. Verder was studente in die eksperimentele groep nie in isolasie nie en studente in die kontrolegroep sou desnoods inligting vanuit die tutoriaalklasse kon bekom. Die studente in die diplomas wat aan die intervensie deelgeneem het, het wel beter klasgemiddeldes in wiskunde behaal in die finale punt as die studente in al die ander diplomas.

Die navorsers skryf die verbeterde prestasie onder meer aan die Hawthorne-effek toe.<sup>22</sup> Hiervolgens wend respondente in 'n studie 'n groter poging aan om 'n gewenste bevinding te behaal, bloot omdat hulle besef dat hulle deel van 'n navorsingsprojek is.

In Tabel 8 word die slaagsyfers en enkele ander insiggewende statistiek van al die diplomas vir siklus 1 uitgebeeld.

Die twee groepe wat in vetdruk aangedui is, was die betrokke navorser se lesinggroepe en die akademiese prestasie van die studente het opvoedkundig-sielkundige betekenis, hoewel die eksperimentele groep nie betekenisvol beter as die kontrolegroep geprester het nie. Maatreëls wat ingestel is om onder meer vooroordeel aan bande te lê, was 'n eenvormige eksamen en konstante observasie deur tutors en kollegas in die departement. Verskeie ander verklarings is moontlik vir die "tutoriaal-versus-nie-tutoriaal"-verskynsel, naamlik dat tutoriaalstudente nie deurgaans betekenisvol beter as die nietutoriaalstudente geprester het nie. Enkele moontlike redes is:

- ♦ Studente in die eksperimentele groep
  - was nie ernstig oor hul studies nie;
  - was nie gereeld of stiptelik by tutoriaalklasse of lesings nie; en
  - beskik nie oor 'n toereikende studieoriëntasie<sup>3</sup> nie.
- ♦ Studente in die kontrolegroep
  - was ernstig oor hul studies en was nuuskierig oor wat tydens die tutoriale gebeur. Hulle het moeite gedoen om by vriende die tutoriaal materiaal te kry en deur te werk;
  - was gereeld en betyds by lesings; en
  - beskik oor 'n positiewe studieoriëntasie.

Die bevindinge van die studie behoort van waarde te wees in alle situasies waar studente

- ♦ tweedetaalonderrig ontvang;
- ♦ oor doeltreffende studieoriëntasie beskik;
- ♦ wiskundeangs beleef; en
- ♦ onder 'n gebrekkige studiemilieu gebuk gaan.

#### Aspekte van studieoriëntasie as verklarende veranderlikes

Die variansieanalyse wat op die SOW-tellings toegepas is (Tabel 6), het getoon dat daar weinig tellings by die SOW-velde was wat as betekenisvolle verklaarders vir studente se finale punt opgetree het. Die kontrolegroep het tydens albei siklusse 'n hoër p-waarde as die eksperimentele groep getoon, maar dit was steeds nie deurgaans die tendens nie. Uit hierdie data is afgelei dat studente nie oor toereikende studieoriëntasie en studievaardighede beskik nie. 'n Verdere moontlike verklaring is dat studente nie deurgaans eerlik in hul keuses by die SOW was nie, moontlik vanweë 'n poging om die dosente van 'gewenste' response te voorsien, of moontlik omdat die begrippe in die implementeringstaal (Engels) van die SOW, nie goed verstaan is nie. Lombard<sup>25</sup> beweer dat studente soms oor genoegsame taalvaardigheid in Engels beskik om tersiër te vorder, maar dat hul gebrekkige taalvermoë nie tot betekenisvolle leer aanleiding gee nie. Die volgende aanbevelings kan moontlik tot optimalisering van studente se wiskundeleerproses bydra.

#### Fasilitering van doeltreffende studiegewoontes en -houdings

Studente kan tydens tutoriale lesings kry oor onder meer doeltreffende tydsbestuur, studiemetodes, ontspanningstegnieke en positiewe selfbeeld. Die wiskundesillabus vir eerstejaar-wiskunde is reeds optimaal vir die beskikbare tyd ontwerp en hierdie aanvullende lewensvaardighede sal nie tydens wiskundeperiodes kan plaasvind nie.

#### Hantering van studente se wiskundeangsvlakke

SOW-tellings vir wiskundeangs kan as deel van 'n omvattende strategie geïnterpreteer word. 'n Onderzoek na die faktore wat potensieel angswekkend in die wiskunde klas kan wees en ander situasies waar wiskundeangs figureer, kan sodoende geïdentifiseer word. Aanbevelings in hierdie verband is in ooreenstemming met die aanbevelings en bevindinge van Dossel<sup>26</sup> en Posamentier en Stepelman.<sup>27</sup>

**Tabel 8** Slaagsyfers van die populasie vir siklus 1

Groep/diploma	Posisie in navorsingsmodel	Aantal studente in groep	%-toelating tot die eksamen	Totale slaagsyfer (%) <sup>2</sup>
Meganies	Kontrolegroep sonder intervensie	55	87.27%	49.09%
Elektries (E)	Kontrolegroep met intervensie	28	92.86%	57.14%
Elektries (E1)	<b>Eksperimentele groep en kontrolegroep</b>	24 (E) 4 (K)	96.43%	<b>75.0%</b>
Aandklas (EA)	Geen intervensie nie	65	89.23%	50.77%
Aandklas (EB)	Geen intervensie nie	66	93.94%	65.15%
Siviel (F)	<b>Eksperimentele groep en kontrolegroep</b>	23 (E) 2 (K)	92.00%	<b>72.0%</b>
Siviel (F1)	Kontrolegroep met intervensie	23	82.61%	56.52



### Stappe om studente se tydsbestuur te optimaliseer

Dit het tydens tutoriale geblyk dat studente oorwegend 'n onproduktiewe benadering tot tyd en tydsbestuur het. Die meeste studente plaas nie 'n hoë prioriteit op stiptelikheid nie, en is verbaas wanneer dosente stiptelikheid van hulle verwag. Studente sal by die aanleer van tydsbestuurvaardighede en produktiwiteit oor die algemeen kan baat.

### Stappe om studente se gebrekkige taalvaardigheid te verbeter

Tutoriale het aan die lig gebring dat studente probleme ondervind met toepassings in wiskunde, aangesien daar baie klem op taalvaardigheid geplaas word. Studente sal byvoorbeeld die woorde *rectangular patio* in 'n opdrag kry en dan nie weet wat 'n *patio* is nie, en glo dat hulle nie die probleem kan oplos nie. Net so het die woorde *circular pond* tot 'n onvermoë by sommige studente gelei om die probleem aan te pak. Studente se gebrekkige taalvermoë het hulle dikwels verhinder om vrae tydens lesings te vra.

### SAMEVATTENDE OPMERKINGS

Veralgemening van die resultaat was nie 'n hoofmerk van die studie nie. Die navorsing het binne die bepaalde raamwerk van aksienavorsing geskied. Een van die kernaspekte by aksienavorsing is dat 'n bepaalde groep in 'n spesifieke situasie ondersoek word, met die doel om opvoedkundige praktyk te verbeter en groter begrip oor die praktyk en die situasie te bekom.<sup>28</sup> Die onderhawige studie het aan daardie kriteria voldoen.

Tydens verdere navorsing kan die SOW moontlik ingeskakel word as 'n diagnostiese toets ten einde studente se studie-oriëntasie in wiskunde te bepaal en remediëring kan aan die hand van die uitslae beplan en tydens tutoriaalsessies uitgevoer word. Verdere navorsing behoort gedoen te word ten einde vas te stel of verskillende geslagte verskillend presteer en of verskillende taalgroepe verskillend op tweedetaalonderrig reageer. Gebruik van die SOW sal ook op affektiewe gebied 'n rol kan speel deur fasiliteerders en tutors toe te rus om op studente se akademiese dispoisies, gevoelens, gebruike en houdings te fokus.

Afsluitend word bevestig dat die primêre doel van die onderhawige studie nie was om antwoorde te genereer nie, maar eerder om groter begrip en insig in 'n spesifieke verskynsel waarby die navorsers betrokke is, te verkry. 'n Verdere doel van die studie was om moontlike praktykverbetering te fasiliteer, en veral om deelnemers te bemagtig. Wiskundefasiliteerders kan uit die bevindinge van die onderhawige studie voordeel trek deur die waarde van tutoriale te besef en 'n doelbewuste poging tot toereikender betrokkenheid by hul studente/leerders aan te wend. Die uitkoms van die onderhawige studie was vir die navorsers verrykend, ook aangesien hulle besef het dat grootskaalse intervensie nie noodwendig 'n voorvereiste vir sukses hoef te wees nie, maar dat opregte meelewing en betrokkenheid met die studente tydens tutoriaal sessies eweneens 'n bepalende faktor vir toereikende wiskunde prestasie is.

### Aantekening

Die outeurs spreek hiermee hul waardering uit teenoor die keurders vir waardevolle, konstruktiewe kommentaar op 'n vroeër weergawe van die artikel.

### BIBLIOGRAFIE

- Blankley, W. (1994). The abyss in African school education in South Africa. *South African Journal of Science*, 90, 4.
- Howie, S.J. (2001). *Mathematics and science performance in grade 8 in South Africa 1998/1999*. (Human Sciences Research Council, Pretoria) p iii.
- Anstey, G. 1997. Teachers send learners on road to nowhere. *Sunday Times*: 20 July. 8.
- Masilela, P.J. (1988). A socio-pedagogic description of factors that influence scholastic achievement of secondary school learners in KwaNdebele. Unpublished M.Ed. dissertation. (University of Zululand, Durban).
- Turner, S.E. (2000). A comment on poor school funding. Child poverty and mathematics achievement. *Educational Researcher*, 29(5), 15-18.
- Louw, C.J. (2003a). Die impak van tutoriale op die wiskundeprestasie van studente in eerstejaarswiskunde. Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling. (Universiteit van Pretoria, Pretoria).
- Freudenthal, H. (1980). *Weeding and sowing*. (D. Reidel Publishing Company, Dordrecht).
- Thuynsman, D. 1989. Die verband tussen studiegewoontes en houdings en akademiese prestasie van eerstejaar-universiteitstudente. Ongepubliseerde M. Ed.-verhandeling. (Universiteit van Port Elizabeth, Port Elizabeth).
- Maree, J.G., Prinsloo, W.B.J. & Claassen, N.C.W. (1997). *Handleiding vir die Studieoriëntasievraelys in Wiskunde (SOW)*. (Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Pretoria).
- De Corte, E. (1995). *Introducing schools to new perspectives on learning and teaching*. B.F. Nel Memorial Lecture. (University of Pretoria, Pretoria).
- Van Tonder, J. (2000). 'n Reflekerende leerondersteuningstrategie vir graad sewe studente met wiskunde-probleme ontwikkel in die opvoedkundige sielkunde. Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling. (Universiteit van Pretoria, Pretoria).
- Wadsworth, B.J. (1996). *Piaget's theory of cognitive and affective development: Foundations of constructivism*. (Longman Publishers, New York).
- Biggs, J.B. (1996). In *International encyclopedia of adult education and training*. (2<sup>nd</sup> edition), Tuijnman, A.C. ed. (Elsevier Science Ltd, New York) pp.381-385.
- Collins, A., Greeno, J.G. & Resnick, L.B. (1996). In *International encyclopedia of adult education and training* (2<sup>nd</sup> edition), Tuijnman, A.C. ed. (Elsevier Science Ltd, New York) pp. 389-393.
- Piaget, J. (1971). *Science of education and the psychology of the child*. (The Viking Press Inc, New York).
- Barnard, J.J. & Strauss, J. (1989). Verband tussen basiese begrippe en wiskundeprestasie. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 9(2), 228-232.
- Ramsay, H. (2003). The influence of the social composition of a learner group on the results of cooperative learning tasks. Unpublished M.Ed. dissertation. (University of Pretoria, Pretoria).
- Pierce, C. (1994). Importance of classroom climate for at-risk learners. *Journal of Educational Research*, 88(1), 37-42.
- Meyer, J.H.F. & Muller, M.W. 1990. Evaluating the quality of student learning. An unfolding analysis of the association between perceptions of learning context and approaches to studying at an individual level. *Studies in Higher Education*, 15(2), 131-154.
- Zuber-Skerrit, O. (1992a). *Professional development in higher education. A theoretical framework for action research* (Kogan Page, London).
- Zuber-Skerrit, O. (1992b). *Action research in higher education – examples and reflections*. (Kogan Page, London).
- McMillan, J. H. & Schumacher, S. (2001). *Research in Education: A conceptual introduction* (5<sup>th</sup> edition). (Addison-

- Wesley Longman Inc, New York).
23. Mulder, J.C. (1989). *Statistiese tegnieke in opvoedkunde*. 1<sup>st</sup> Uitgawe, 2<sup>de</sup> druk. (Sigma-Pers, Pretoria).
  24. Louw, C.J. (2003b). In *Women using action learning and action research: The South African context*, Speedy, S. ed. (Southern Cross University Press, Lismore) p. 213-242.
  25. Lombard, B.J.J. (1992). Modelling in die opleiding van onderwysstudente aan die Universiteit Vista. Ongepubliseerde D.Ed.-proefskrif. Johannesburg: Randse Afrikaanse Universiteit.
  26. Dossel, S. (1993). "Maths anxiety". *The Australian Mathematics Teacher*, 49(1), 4-6.
  27. Posamentier, A.S. & Stepelman, J. (1982). *Teaching secondary school mathematics*. (Merrill Publishing Company, London).
  28. Kemmis, S. & McTaggart, R. eds. (1988). *The action research planner* (2<sup>nd</sup> edition). (Deakin University Press, Geelong).