

MAREE, JACOBUS GIDEON

DIE ONTWERP EN EVALUERING VAN 'N STUDIE-
ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE

DPhil

UP

1997

DIE ONTWERP EN EVALUERING VAN 'N STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE

deur

JACOBUS GIDEON MAREE

Voorgelê ter gedeeltelike vervulling van die
vereistes vir die graad

Doctor Philosophiae

in die

**DEPARTEMENT SIELKUNDE
FAKULTEIT LETTERE EN WYSBEGEERTE**

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

PRETORIA

AUGUSTUS 1997

DANKBETUIGINGS

- 🔔 My Skepper.
- 🔔 Prof Willie Schoeman, vir sy uiters bekwame en doelgerigte leiding, toeganklikheid, geduld, vriendelikheid, menslikheid, takt en konsekwente professionaliteit.
- 🔔 Me Rina Owen, vir haar hulp met die uitvoering van die dataprocedure, asook met die dataverwerking.
- 🔔 Me Nina Strydom, vir haar hulp met die dataverwerking.
- 🔔 Dr Mike van der Linde, vir sy insette ten opsigte van aspekte van die dataverwerking.
- 🔔 My moeder en my oorlede vader, asook Anton en Anna-Marie, vir hul aanmoediging en belangstelling.
- 🔔 Ernst en Marlene Strydom, vir hul hulp met die tegniese versorging.
- 🔔 Dr Heinrich Grebe, vir sy hulp met die taalkundige versorging.
- 🔔 Dr Nicolaas Claassen en mnr Willie Prinsloo van die RGN, asook die lede van die interne adviserende komitee, vir hul hulp tydens die aanvanklike studie.
- 🔔 Die RGN, vir finansiële hulp ten opsigte van die aanvanklike studie.
- 🔔 Die betrokke personeel van die Akademiese Inligtingsdiens van die Universiteit van Pretoria, vir hul hulp met die literatuurstudie.
- 🔔 Al die leerders, sielkundiges, voorligters en wiskunde-onderwysers wat direk of indirek tot hierdie studie bygedra het.

📖 2 Petrus 1:19:

ὧ καλῶς ποιεῖτε προσέχοντες ὡς λύχνῳ Φαίχοντι ἐν ἀύχμηρῷ τοπῷ,
ἕως οὗ ἡμέρα διαυγάση και ΦωσΦόφος ἀνατείλῃ ἐν ταῖς καρδίαις
ὑμῶν.

INHOUDSOPGAWE

ONDERWERP	Bladsynommer
TABELLE	xi
FIGURE	xv
OPSOMMING	xvii
SUMMARY	xx

HOOFSTUK 1

TITEL- EN BEGRIPSVERHELDING, (VOORLOPIGE) PROBLEEMSTELLING, DOEL MET DIE STUDIE EN PROGRAMAANKONDIGING

1.1	ALGEMENE INLEIDING	1
	1.1.1 Die omvang van ontoereikende wiskundeprestasie in Suid-Afrika	2
	1.1.2 Pogings om ontoereikende prestasie in wiskunde te verklaar	5
	1.1.3 Sielkundige toetsing in wiskunde	6
1.2	TEORETIESE BEGRONDING VAN ENKELE BENADERINGS TOT DIE LEER VAN WISKUNDE	7
1.3	PROBLEEMSTELLING	8
	1.3.1 Aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde wat aan die hand van 'n studie-oriëntasievraelys verken behoort te word	9
	1.3.2 Doel met 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde	9
	1.3.3 Gebruike van 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde	10
1.4	BEGRIPSOMSKRYWING	11
	1.4.1 Ontwerp	11
	1.4.2 Evaluering	11
	1.4.3 Studie	11
	1.4.4 Oriëntasie	12
	1.4.5 Studie-oriëntasie	12
	1.4.6 Wiskunde	13
	1.4.7 Leerders	15
1.4.8	Prestasie	15
1.5	NAVORSINGSPROSEDURE	16

HOOFSTUK 2

PERSPEKTIEF OP ENKELE EPISTEMOLOGIESE VERTREKPUNTE OOR DIE LEER VAN WISKUNDE

2.1	INLEIDING	18
2.2	SELKUNDIGE GRONDSLAE VAN NAVORSING OOR DIE LEER VAN WISKUNDE	19
	2.2.1 Navorsing oor die aard van denke	20
	2.2.1.1 Die meting van verstandsvermoë	20
	2.2.1.2 Bestudering van verstandsonwikkeling	21
	2.2.1.3 Prikkeling van produktiewe denke	21
2.3	BENADERINGS TOT DIE LEER VAN WISKUNDE (REKENKUNDE) IN DIE TWINTIGSTE EEU	22
	2.3.1 Meganiese drilwerk versus betekenisverwerwing	22
	2.3.2 Die sosiale benadering	23
	2.3.3 Die betekenisvolle benadering	23
	2.3.4 Direkte versus insidentele leer	23
	2.3.5 Die 'Nuwe wiskunde' van die sestigerjare; ontdekking versus eksposisie	24
	2.3.5.1 Anti-'Nuwe wiskunde'-kragte	24
	2.3.5.2 Navorsing oor kognitiewe ontwikkeling	25
	2.3.5.3 Lae akademiese prestasie van skoolverlaters	25
	2.3.6 Die <i>Back-to-the-basics</i>-beweging	26
	2.3.7 Doel met wiskunde-onderrig sedert die tagtigerjare	26
2.4	BEHAVIORISME: DIE LEER VAN WISKUNDE AS DIE VERWERF VAN REKENKUNDE EN REKENVAARDIGHEID	28
	2.4.1 Inleiding	29
	2.4.2 Die behavioristiese leerteorie van Thorndike	29
	2.4.3 Die leerteorie van Brownell	31
	2.4.4 Gagné se neo-behavioristiese (kumulatiewe) leerteorie	33
	2.4.4.1 Gagné: Sintese	34
	2.4.5 Die radikale leerteorie van Skinner	35
	2.4.5.1 Operante kondisionering	35
	2.4.6 Konneksionisme	36
	2.4.6.1 Behaviorisme: Sintese	37
2.5	ENKELE KOGNITIEWE ONTWIKKELINGS- EN LEERTEORIEë WAT BETREKKING HET OP DIE LEER VAN WISKUNDE	37
	2.5.1 Die gestaltselkundige leerteorie van Köhler	39

2.5.1.1	Köhler: Sintese	40
2.5.2	Die gestaltsielkundige (verbale) leerteorie van Ausubel	40
2.5.2.1	Ausubel: Sintese	41
2.5.3	Die kognitiewe leerteorie van Bruner	42
2.5.3.1	Bruner: Sintese	44
2.5.4	Die veldteorie van Lewin	45
2.5.5	Dienes se kognitiewe teorie van veelvuldige beliggaming ...	46
2.5.6	Guilford se model van die kognitiewe struktuur van die intellek	48
2.5.7	Die kognitiewe leerteorie van Vygotsky	50
2.5.7.1	Vygotsky: Sintese	51
2.6	DIE INLIGTINGSVERWERKINGSMODEL VAN INSIGVERWERWING	52
2.6.1	Probleemoplossing by wyse van inligtingsverwerking	55
2.6.2	Inligtingsverwerking by wyse van metaleer	58
2.7	DIE KONSTRUKTIEWISTIESE BENADERING TOT DIE LEER VAN WISKUNDE ..	60
2.7.1	Die konstruktiewistiese of ontwikkelingsprosesmatige leerteorie van Piaget	60
2.7.1.1	Piaget se siening van leerders se kognitiewe ontwikkelingstadia	62
2.7.1.2	Die leer- en kognitiewe teorie van Piaget: Sintese	64
2.7.2	Moderne konstruktiewisme	65
2.7.2.1	Moderne konstruktiewisme: Sintese	67
2.8	PROBLEEMSENTRERING	69
2.8.1	Wat is die probleemgesentreerde benadering tot die leer van wiskunde?	70
2.8.2	Probleemoplossing in wiskunde	72
2.8.3	Ontdekkende leer	74
2.8.4	Metaleer	75
2.8.5	Koöperatiewe leer	77
2.9	RASIONAAL VIR DIE ONTWERP VAN 'N STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE: DRIE BENADERINGS	79
2.9.1	Inleiding	79
2.9.2	Die tradisionele model	79
2.9.3	Die inligtingsverwerkingsmodel	79
2.9.4	Konstruktiewisme en 'n probleemgesentreerde benadering tot die leer van wiskunde	82
2.9.5	Perspektief	82

2.10	DIE BETEKENIS VAN 'N FENOMENOLOGIESE EN HUMANISTIES- EKSISTENSIËLE BENADERING TOT DIE LEERVERSKYNSEL	83
2.11	KONTEKSTUALISERING	83

HOOFSTUK 3

OMSKRYWING VAN DIE KONSEP 'STUDIE-ORIËNTASIE' EN 'N OORSIG VAN ENKELE FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE KAN BEÏNVLOED

3.1	INLEIDING	90
3.2	STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE	92
	3.2.1 Wat is studie-oriëntasie in wiskunde?	92
	3.2.2 Die rol van leerders se studie-oriëntasie in hul wiskundeprestasie	93
3.3	HOE ONTSTAAN STUDIE-ORIËNTASIEPROBLEME IN WISKUNDE?	94
	3.3.1 Pogings tot klassifikasie van foute in wiskunde	95
3.4	KLASSIFIKASIE EN OORSIG VAN ENKELE FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE KAN BEÏNVLOED	96
	3.4.1 Kognitiewe faktore	97
	3.4.1.1 Intelligensie	98
	3.4.1.2 Breindominansie	99
	3.4.1.3 Kreatiwiteit	99
	3.4.1.4 Kritiese denke	100
	3.4.1.5 Wiskunde en die beperkte, tegniese taal van wiskunde	100
	3.4.1.6 Ruimtelikheid of lateraliteit	101
	3.4.1.7 Kognitiewe styl	101
	3.4.1.8 Inligtingsverwerkingsfoute as kognitiewe stylprobleme in leerders se huiswerk	107
	3.4.1.9 Doelwitstelling	110
	3.4.1.10 Strategiese leer	111
	3.4.2 Eksterne faktore	112
	3.4.2.1 Patologiese primêre opvoedingsituasie	113
	3.4.2.2 Skoolwisseling en wisseling van onderwysers	113
	3.4.2.3 Verwagting van prestasie in wiskunde	113
	3.4.3 Interne of intrapsigiese faktore	114
	3.4.3.1 Wiskunde-angs	114

3.4.3.2	Selfbeeld en selfvertroue	116
3.4.3.3	Belangstelling	117
3.4.3.4	Karakter, motivering en deursettingsvermoë	118
3.4.3.5	Lokus van Kontrole	119
3.4.3.6	Onveiligheid	122
3.4.3.7	Aandag en konsentrasie	122
3.4.3.8	Weifelende gedrag	123
3.4.3.9	Fisieke probleme	123
3.4.3.10	Swak gesondheid	123
3.4.3.11	Ontwikkelingsprobleme	123
3.4.3.12	Emosionele probleme	123
3.4.3.13	Houdings	124
3.4.3.14	Geslagsverwante verskille in prestasie	124
3.4.3.15	Hulpsoekende gedrag (<i>help-seeking behaviour</i>)	125
3.4.4	Onderrigprobleme	126
3.4.4.1	Die onderskeid tussen leer- en prestasieprobleme	126
3.4.4.2	Probleemoplossing en -sentrerings	127
3.4.4.3	Sosiale interaksie	128
3.4.4.4	Koöperatiewe leer	129
3.4.4.5	Gesprek	129
3.4.4.6	Tegniese foute	132
3.5	SELKUNDIGE MODELLE VIR DIE VERKLARING VAN STUDIE-ORIËNTASIE- EN PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE	132
3.5.1	Die ontwikkelingsmodel	133
3.5.2	Die behavioristiese model	133
3.5.3	Die mediese model	133
3.5.4	Die psigo-analitiese model	134
3.5.5	Die kulturele model	134
3.5.6	Die kurrikulêre model	134
3.5.7	Die statistiese model	135
3.5.8	Die sosiale model	135
3.5.9	Die transaksionele model	135
3.5.10	Die morele model	135
3.5.11	Dyscalculia as model	136
3.5.12	Dyspedagogia as model	136
3.5.13	Die eklektiese model	136
3.6	SINTESE	137

HOOFSTUK 4

'N KRUIKULTURELE PERSPEKTIEF OP PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE TEN OPSIGTE VAN DIE METING VAN 'N STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE

4.1	AGTERGROND	140
	4.1.1 Inleiding	140
	4.1.2 Definiëring van enkele begrippe	141
	4.1.2.1 Kultuur	141
	4.1.2.2 Kruiskultureel	142
	4.1.2.3 Multikulturaliteit	142
	4.1.2.4 Sosio-kultureel	142
	4.1.2.5 Ethnomathematics	143
	4.1.3 Die behoefte aan kruiskulturele toetse	144
4.2	KULTUUR EN PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE	145
	4.2.1 Situasië op internasionale vlak	145
	4.2.2 Die situasië in Suid-Afrika	147
	4.2.3 Enkele hipoteses vir die verklaring van ontoereikende prestasie in wiskunde, spesifiek onder swart leerders	148
4.3	KULTUURVERWANTE LINGUISTIESE PROBLEME	151
	4.3.1 Inleiding	151
	4.3.2 Nie-moedertaalonderrig	152
4.4	KULTUURVERWANTE NIE-LINGUISTIESE PROBLEME	154
	4.4.1 Inleiding	154
	4.4.2 Verskillende gedagteprosesse	156
	4.4.2.1 Visualisering in multikulturele wiskundeklaskamers	156
	4.4.2.2 Die rol van verskillende gedagteprosesse in die veroorsaking van tussen-groepse toetsverskille	156
	4.4.3 Verskille in die ontwikkeling van kognitiewe styl	157
	4.4.4 Beperkte waarde van intelligensietoetsing	158
	4.4.5 SES (Sosio-ekonomiese status)	161
4.5	ENKULTURASIE EN AKKULTURASIE	161
4.6	'N MOONTLIKE MODEL VAN DIE WYSE WAAROP LINGUISTIESE, MAAR OOK NIE-LINGUISTIESE FAKTORE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE BEÏNVLOED	164
4.7	KULTUUR, METING EN SYDIGHEID IN DIE SIELKUNDE	167

4.8	VERGELYKBAARHEID EN EKWIVALENSIE	168
4.9	STRATEGIEë VIR KRUIKULTURELE METING	170
4.9.1	Direkte vergelyking	171
4.9.2	Die etnografiese (emiese) metode	171
4.9.3	Regressiemetode	171
4.9.4	Itemresponsteorie (IRT)	172
4.9.5	Responspatroonmetode	172
4.9.6	Vertalingstegnieke	173
4.9.7	Interne-struukurkongruensie	174
4.9.8	Die gekombineerde eties-emiese benadering	174
4.9.9	Geldigheidsbepaling deur die nomologiese netwerk	175
4.10	'N MODEL VIR KRUIKULTURELE METING	176
4.10.1	Kultuurvrye meetinstrumente	176
4.10.2	Cronbach se siening van kruiskulturele aspekte van meting	177
4.10.3	Berry se raamwerk vir die strukturering van aspekte van kultuur	178
4.10.4	Hui en Triandis se model vir kruiskulturele meting	180
4.11	SAMEVATTING	182

HOOFSTUK 5

METODE VAN ONDERSOEK

5.1	PROBLEEMSTELLING EN MOTIVERING VIR DIE ONDERSOEK	185
5.2	DOEL MET DIE ONDERSOEK	187
5.3	NAVORSINGSONTWERP EN PROSEDURE: OPSTEL EN STANDAARDISERING VAN DIE STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE (SOW)	189
5.3.1	Algemeen: Toepassing van die voorlopige vraelys vir itemontleding en -seleksie	189
5.3.2	Bepanning en trek van die steekproewe	190
5.3.3	Algemene bespreking van die steekproewe	191
5.3.4	Dataversameling: Struktuur van die vraelys	196
5.3.4.1	Beoordeling van die items deur deskundige persone .	197
5.3.4.2	Uittoetsing van die vraelys op 'n groepie toetslinge ...	198

5.4	DATAVERWERKINGSPROSEDURES	198
5.4.1	Hipoteses	198
5.4.1.1	Hoofnavorsingshipotese en statistiese prosedures om die hipotese te toets	199
5.4.1.2	Eerste subhipoteses en statistiese prosedures om die hipoteses te toets	199
5.4.1.3	Tweede subhipoteses en statistiese prosedures om die hipoteses te toets	200
5.4.2	Veranderlikes	200
5.4.2.1	Afhanklike veranderlikes	200
5.4.2.2	Onafhanklike veranderlikes	201
5.4.3	Standaardisering van die SOW	201
5.4.3.1	Geldigheid	201
5.4.3.2	Itemontleding	206
5.4.3.3	Betroubaarhede	207
5.4.3.4	Itemsydigheid	208
5.4.3.5	Normtabelle	209
5.4.4	Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW te bepaal	210
5.4.4.1	Beskrywende statistiek	210
5.4.4.2	Variansie-analise	210
5.4.4.3	<i>Post-hoc</i> -vergelykings	211
5.4.4.4	Kriteriumverwante geldigheid: Pearsonkorrelasies	212
5.4.4.5	Regressie-analise	214
5.5	SAMEVATTING	214

HOOFSTUK 6

RESULTATE EN BESPREKING











6.1	INLEIDING	216
6.2	DATAVERWERKING: STANDAARDISERING VAN DIE SOW	216
6.2.1	Bepaling van die SOW se konstrugeldigheid: Faktorontleding	216
6.2.1.1	Kort beskrywing van, en rasionaal vir, elke veld van die SOW	227
6.2.2	Itemontleding	230

6.2.2.1	Inleiding	230
6.2.2.2	Interkorrelasies tussen die velde	239
6.2.3	Betroubaarhede	243
6.2.3.1	Graadgroepe afsonderlik	243
6.2.3.2	Taalgroepe afsonderlik	244
6.2.4	Itemsydigheid	244
6.2.5	Normtabelle	245
6.2.5.1	Inleiding	245
6.2.5.2	Gebruik van die normtabelle	245
6.3	DATAVERWERKING: VERGELYKENDE STUDIES OM DIE TOEPASLIKHEID VAN DIE SOW TE BEPAAL	249
6.3.1	Gemiddeldes, standaardafwykings, skeefheid en kurtose ...	249
6.3.1.1	Gemiddeldes en standaardafwykings vir Graad 8 en 9, en Graad 10 en 11, afsonderlik	249
6.3.1.2	Gemiddeldes en standaardafwykings vir geslagte afsonderlik	250
6.3.1.3	Gemiddeldes en standaardafwykings vir taalgroepe afsonderlik	251
6.3.1.4	Skeefheid en kurtose	252
6.3.2	Variansie-analises en post-hoc-vergelykings	257
6.3.3	Kriteriumverwante geldigheid	273
6.3.3.1	Saamvallende geldigheid: Pearsonkorrelasies	273
6.2.3.2	Voorspellende geldigheid: Meervoudige regressie-analise	275
6.4	SAMEVATTING	276

HOOFSTUK 7

SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

7.1	INLEIDING	279
7.1.1	Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in wiskunde	279
7.1.2	Opsomming van die resultate uit die literatuurstudie	280
7.1.3	Probleemsentrering	281
7.1.4	Wat is studie-oriëntasie in wiskunde?	282
7.1.5	Die aandeel van studie-oriëntasie aan prestasie in wiskunde	282

7.1.6	Tegnieke vir die meting van studie-oriëntasie in wiskunde ..	282
7.1.7	Oorwegings by die ontwerp van die SOW	283
7.1.8	Rasionaal (beskrywing van die velde van die SOW)	283
7.2	BEVINDINGS EN IMPLIKASIES VAN HIERDIE ONDERSOEK	286
7.2.1	Standaardisering van die SOW	286
7.2.2	Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW te bepaal	286
7.2.2.1	Vergelykings tussen die taalgroepe	287
7.2.2.2	Vergelykings tussen die geslagsgroepe	291
7.2.2.3	Vergelykings tussen die graadgroepe	294
7.2.3	Bepaling van die SOW se kriteriumverwante geldigheid by wyse van Pearsonkorrelasies en regressie-analise	296
7.3	AANBEVELINGS	296
7.3.1	 Optimalisering van Studiegewoontes in wiskunde	297
7.3.2	 Hantering van leerders se Wiskunde-angsvlakke	298
7.3.3	 Fasilitering van meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde	298
7.3.4	 Lokus van Beheer	299
7.3.5	 Stappe om Afrikataalsprekende leerders se milieubenadeeldheid te oorkom	301
7.3.6	 Gebruik van die SOW om enkele aspekte van toetsinterpretasie in wiskunde te bevorder	302
7.3.7	 Doel met die SOW	303
7.3.8	 Gebruike van die SOW	303
7.3.9	 Verdere navorsing	305
7.3.10	 Opvolgstudies ten aansien van die SOW	306
7.4	SAMEVATTEND	307
	BRONNELYS	309
	BYLAE A: DIE STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE (SOW)	
	BYLAE B: TOESTEMMINGSBRIEF VAN DIE RGN OM DIE SOW IN HIERDIE PROEFSKRIF TE PLAAS	

TABELLE

TABEL	Bladsynommer
TABEL 1.1	VERSPREIDING VAN SUID-AFRIKAANSE WISKUNDELEERDERS IN GRAAD 12 (1993) PER MOEDERTAALSPREKENDE GROEP 4
TABEL 1.2	SLAAGPERSENTASIES IN WISKUNDE PER BEVOLKINGSGROEP IN 1993 4
TABEL 3.1	BLOOM EN TROLLIP SE BESKRYWING VAN VLAKKE VAN INSIG 103
TABEL 3.2	LEERVLAKE, VOLGENS ROSSUM 104
TABEL 3.3	MOTIEF EN STRATEGIE AS ASPEKTE VAN LERBENADERINGS 106
TABEL 4.1	SKATTING VAN SUID-AFRIKAANSE LEERDERS SE RELATIEWE VORDERING IN DIE NATUURWETENSKAPPE IN SUID-AFRIKAANSE SKOLE 148
TABEL 4.2	FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE BEÏNVLOED 164
TABEL 4.3	INSET EN UITSET (OF VLAK VAN BEMEESTERING) IN WISKUNDE 166
TABEL 5.1	FREKWENSIES IN TERME VAN MOEDERTAAL- EN GRAADGROEPVERDELING 192
TABEL 5.2	SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 8 EN 9 (PER ONDERWYSDEPARTEMENT) 193
TABEL 5.3	SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 10 EN 11 (PER ONDERWYSDEPARTEMENT) 194
TABEL 5.4	SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 8 EN 9 (PER MOEDERTAALVERDELING) 195
TABEL 5.5	SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 10 EN 11 (PER MOEDERTAALVERDELING) 195
TABEL 6.1	FINALE FAKTORONTLEDING OP DIE SOW: GRAAD 8 EN 9 217
TABEL 6.2	FINALE FAKTORONTLEDING OP DIE SOW: GRAAD 10 EN 11 221
TABEL 6.3	GEKORRIGEERDE DISKRIMINASIEWAARDES VAN DIE ITEMS VIR DIE VERSKILLENDE TAALGROEPE OP DIE FINALE WEERGAWE VAN DIE SOW: GRAAD 8 EN 9 231

TABEL 6.4	GEKORRIGEERDE DISKRIMINASIEWAARDES VAN DIE ITEMS VIR DIE VERSKILLENDE TAALGROEPE OP DIE FINALE WEERGAWE VAN DIE SOW: GRAAD 10 EN 11	235
TABEL 6.5	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8- EN 9-LEERDERS GESAMENTLIK	239
TABEL 6.6	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9: AFRIKATALE	239
TABEL 6.7	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9: ENGELS	240
TABEL 6.8	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9: AFRIKAANS	240
TABEL 6.9	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10- EN 11-LEERDERS GESAMENTLIK	240
TABEL 6.10	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10 EN 11: AFRIKATALE ..	241
TABEL 6.11	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10 EN 11: ENGELS	241
TABEL 6.12	INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10 EN 11: AFRIKAANS ..	241
TABEL 6.13	BETROUBAARHEIDSKOËFFISIËNTE VIR DIE VRAELYS OOR DIE GEHEEL VIR GRAAD 8 EN 9, ASOOK GRAAD 10 EN 11, AFSONDERLIK	243
TABEL 6.14	BETROUBAARHEIDSKOËFFISIËNTE VIR DIE VERSKILLENDE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9, ASOOK GRAAD 10 EN 11, GESAMENTLIK, VOLGENS TAALGROEPE	244
TABEL 6.15	PERSENTIELRANGE VIR GRAAD 8- EN 9-LEERDERS GESAMENTLIK	247
TABEL 6.16	PERSENTIELRANGE VIR GRAAD 10- EN 11-LEERDERS GESAMENTLIK	248
TABEL 6.17	GEMIDDELDDES (\bar{x}) EN STANDAARDAFWYKINGS (S) VIR GRAAD 8 EN 9, EN GRAAD 10 EN 11, AFSONDERLIK	249
TABEL 6.18	GEMIDDELDDES (\bar{x}) EN STANDAARDAFWYKINGS (S) VIR GESLAGS- EN GRAADGROEPE AFSONDERLIK	250
TABEL 6.19	GEMIDDELDDES (\bar{x}) VIR GESLAGSGROEPE AFSONDERLIK	251
TABEL 6.20	GEMIDDELDDES (\bar{x}) VIR TAAL- EN GRAADGROEPE AFSONDERLIK	251
TABEL 6.21	GEMIDDELDDES (\bar{x}) VIR TAALGROEPE AFSONDERLIK	252
TABEL 6.22	SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR GRAAD 8 EN 9, EN GRAAD 10 EN 11, AFSONDERLIK	252

TABEL 6.23	SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR GRAAD 8 EN 9, GESLAGTE AFSONDERLIK	253
TABEL 6.24	SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR GRAAD 10 EN 11, GESLAGTE AFSONDERLIK	253
TABEL 6.25	SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE TOTALE GROEP, GESLAGTE AFSONDERLIK	254
TABEL 6.26	SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE GRAAD 8- EN 9-GROEP, TALE AFSONDERLIK . .	254
TABEL 6.27	SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE GRAAD 10- EN 11-GROEP, TALE AFSONDERLIK	255
TABEL 6.28	SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE TOTALE GROEP, TALE AFSONDERLIK	256
TABEL 6.29	MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP GRAAD 8 EN 9 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTAAL AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	257
TABEL 6.30	VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP GRAAD 8 EN 9 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	258
TABEL 6.31	POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN TAAL EN GESLAG (GRAAD 8 EN 9) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES	259
TABEL 6.32	MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP GRAAD 10 EN 11 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS, LOKUS VAN BEHEER EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	262
TABEL 6.33	VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP GRAAD 10 EN 11 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS, LOKUS VAN BEHEER EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	263
TABEL 6.34	POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN TAAL EN GESLAG (GRAAD 10 EN 11) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS, LOKUS VAN BEHEER EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES	264

TABEL 6.35	MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GRAADGROEPE AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	267
TABEL 6.36	EENRIGTING VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE GESAMENTLIK MET GEWOONTES, ANGS EN HOUDINGS AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GRAADGROEPE AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	267
TABEL 6.37	POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN DIE TOTALE GRAADGROEPE MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES	268
TABEL 6.38	MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (MANLIK) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE	269
TABEL 6.39	EENRIGTING VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (MANLIK) GESAMENTLIK MET GEWOONTES, ANGS EN HOUDINGS AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES	269
TABEL 6.40	POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN GESLAGTE (TOTALE MANLIKE GROEP) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES	270
TABEL 6.41	MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (VROULIK) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE	271
TABEL 6.42	EENRIGTING VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (VROULIK) GESAMENTLIK MET GEWOONTES AS AFHANKLIKE VERANDERLIKE EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE	271
TABEL 6.43	POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN GESLAGTE (TOTALE VROULIKE GROEP) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES	272
TABEL 6.44	PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS GESAMENTLIK	273
TABEL 6.45	PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS: MANLIK	273
TABEL 6.46	PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS: VROULIK	274

TABEL 6.47	PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS: AFRIKAANS	274
TABEL 6.48	PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS: AFRIKA	274
TABEL 6.49	MEERVOUDIGE REGRESSIE-ANALISE MET GEWOONTES (X_1), ANGS (X_2), EN HOUDINGS (X_3) AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES EN PRESTASIE IN DIE PRESTASIE-TOETS IN WISKUNDE (STANDERD 7) (WISK 7) EN DIAGNOSTIESE TOETSE IN WISKUNDIGE TAAL (DIAG) AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES (Y)	275
TABEL 7.1	VERSPREIDING VAN SUID-AFRIKAANSE WISKUNDELEERDERS IN GRAAD 12 (1993) PER MOEDERTAALSPREKENDE GROEP	289

FIGURE

FIGUUR 2.1	BRUNER SE VOORSTELLING VAN DIE BEGINSELS VAN DIE BALANSEERBALK	43
FIGUUR 2.2	GUILFORD SE ANALISE VAN INTELLEKTUELE VERMOËNS	49
FIGUUR 2.3	INLIGTINGSVERWERKINGSTEORETICI SE VOORSTELLING VAN DIE WYSE WAAROP KENNIS IN DIE MENSLIKE BREIN GEBERG WORD	53
FIGUUR 2.4	RESNICK & FORD SE VOORSTELLING VAN DIE BEGINSSEL 'VISUALISERING'	54
FIGUUR 2.5	SWANSON SE VOORSTELLING VAN DIE WYSE WAAROP LEERSTRATEGIEË UITGEVOER, BESTUUR EN GEMONITOR WORD	57
FIGUUR 2.6	GAGNÉ SE VOORSTELLING VAN DIE WYSE WAAROP LEERSTOF GEORDEN WORD	58
FIGUUR 2.7	MONTAGUE SE KONSEPTUALISERING VAN DIE VERSKILLENDE GEHEUEFUNKSIES	81
FIGUUR 2.8	SKEMATIESE OPSOMMING VAN ENKELE LEERTEORETIESE BENADERINGS	85
FIGUUR 3.1	KLASSIFIKASIE VAN ENKELE MOONTLIKE FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE KAN BEÏNVLOED	97
FIGUUR 3.2	SKEMATIESE VOORSTELLING VAN ENKELE MOONTLIKE MODELLE VIR DIE VERKLARING VAN STUDIE-ORIËNTASIE- EN PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE	137

FIGUUR 4.1	BERRY SE EKOLOGIES-KULTUREEL-BEHAVIORISTIESE MODEL VIR DIE VERKLARING VAN INDIVIDUE SE GEDRAG	162
FIGUUR 4.2	BERRY SE MULTIVLAK-BOOGMODEL VIR DIE VERALGEMEENBAARHEID VAN (MENSLIKE) GEDRAG OOR VERSKILLENDE KONTEKSTE HEEN	178
FIGUUR 4.3	HUI & TRIANDIS SE VOORSTELLING VAN DIE VERBAND TUSSEN STRATEGIEË VIR KRUIS-KULTURELE METING EN EKWIVALENSIE-AANNAMES	181

OPSOMMING

DIE ONTWERP EN EVALUERING VAN 'N STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE

deur

JACOBUS GIDEON MAREE

Promotor - **Prof WJ Schoeman**
Departement - **Sielkunde**
Graad - **Doctor Philosophiae**

Die druipeyfer in wiskunde op skool in Suid-Afrika, maar ook internasionaal, is hoog. Boonop onderpresteer leerders met 'n oënskynlik hoë algemene verstandelike vermoë of aanleg vir wiskunde soms in die vak, terwyl enkele leerders met 'n oënskynlik lae algemene verstandelike vermoë of aanleg vir wiskunde goed presteer in die vak. Nogtans word daar relatief min aandag gegee aan leerders se studie-oriëntasie in wiskunde, hoewel navorsing aandui dat prestasie in skoolwiskunde een van die beste voorspellers van tersiêre sukses is.

'n Ondersoek na die vernaamste leerteoretiese benaderings tot die leerproses in wiskunde bevestig dat aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde (insluitende studiehoudings, wiskunde-angs, studiegewoontes, asook studiemilieu) hul probleemoplossingsvermoë en hul uiteindelijke prestasie in die vak waarskynlik betekenisvol beïnvloed.

Die primêre doelwit met hierdie proefskrif was om 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde (SOW) te ontwerp en te evalueer. Die dataverwerkingsprosedures het veral betrekking gehad op twee primêre doelwitte met die studie, te wete:

(a) Standaardisering van die vraelys.

Etlike stappe is gevolg om die vraelys psigometries te evalueer, insluitende faktor- en itemontleding. In die geval van Graad 8 en 9, kon drie velde (te wete Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs, asook Studiehoudings jeens wiskunde) geïdentifiseer word, terwyl 'n vierde veld, Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde, slegs by leerders in Graad 10 en 11 geïdentifiseer kon word. Daar is bevind dat die SOW oor inhouds-, asook konstruktiewe geldigheid beskik vir die drie moedertaalgroepe gesamentlik. Verder kan die betroubaarheids-koëffisiënte vir die SOW in die meeste gevalle as bevredigend beskou word en beskik die vraelys klaarblyklik ook oor kriteriumverwante geldigheid.

(b) Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW te bepaal.

Variansie-analisetegnieke is gebruik om vas te stel waar betekenisvolle verskille tussen groepe (insluitend graad-, moedertaal- en geslagsgroepe) lê. Waar MANOVAS betekenisvolle verskille uitgewys het, is ondersoek ingestel om te bepaal ten opsigte van watter individuele velde (enkelveranderlikes) groepe betekenisvol verskil. Met behulp van LSM is bepaal watter groepe betekenisvol verskil ten opsigte van die afsonderlike velde.

Enkele bevindings sluit in:

- ★ Dit kom voor of Afrikataalsprekendes in beide graadgroepe werklik probeer om in wiskunde te presteer, maar dat hulle beste pogings nie suksesvol is nie.
- ★ Dit kom voor of meisies se vlak van wiskunde-angs daal in Graad 10 en 11. Dit is waarskynlik onder meer daaraan toe te skryf dat proporsioneel minder meisies as seuns wiskunde ná Graad 9 neem.
- ★ Leerders in Graad 10 en 11 openbaar laer angsvlakke en meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as hulle eweknieë in Graad 8 en 9.
- ★ Afrikataalsprekende leerders in Graad 10 en 11 het aansienlik swakker presteer in die veld Lokus van Beheer as Afrikaans- en Engelssprekende leerders. Etlike faktore dra waarskynlik hiertoe by, insluitende taalprobleme, onderwysers wat ondergekwalfiseer is, minder optimale sosio-ekonomiese status (SES) onder

Afrikataalsprekendes in die algemeen, 'n gebrek aan fasiliteite en handboeke en die ontwinging wat steeds in talle tradisioneel swart skole ervaar word. Daar word aanbeveel dat hierdie sake aandag geniet in 'n poging om omstandighede te skep vir meer toereikende wiskundeprestasie deur leerders uit alle moedertaalgroepe.

Sleutel terme:

1. Studie
2. Wiskunde
3. Studiegewoontes in wiskunde
4. Wiskunde-angs
5. Studiehoudings jeens wiskunde
6. Lokus van Kontrole met betrekking tot wiskunde
7. Studie-oriëntasievraelys
8. Kruis-kultureel
9. Studie-oriëntasie in wiskunde
10. Evaluering

SUMMARY

THE DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A STUDY ORIENTATION QUESTIONNAIRE IN MATHEMATICS

by

JACOBUS GIDEON MAREE

Promoter - **Prof WJ Schoeman**
Department - **Psychology**
Degree - **Doctor Philosophiae**

The failure rate in mathematics at school is high, not only in South Africa, but also internationally. Furthermore, learners with an apparently high general ability or aptitude for mathematics sometimes underachieve in the subject, while some learners with an apparently low general intellectual ability or aptitude for mathematics sometimes achieve well in the subject. Little attention is nonetheless given to learners' study orientation in mathematics, in spite of the fact that research has indicated that school mathematics is one of the best predictors of success in tertiary studies.

An investigation into some epistemological approaches to the learning process in mathematics confirms that learners' achievement in mathematics is significantly affected by their study orientation in mathematics.

The primary aim with this thesis was the development and evaluation of a study orientation questionnaire (SOM) in mathematics. Data processing procedures especially referred to the following two primary aims with the study:

(a) Standardisation of the questionnaire.

Steps carried out to evaluate the questionnaire psychometrically, include factor and item analysis. In the case of Grade 8 and 9, three fields (Study habits in mathematics, Mathematics anxiety and Study attitudes in mathematics) were identified. A fourth field,

Locus of Control regarding mathematics, was identified only in the case of learners in Grade 10 and 11. It was established that the SOM apparently has criterion related validity, as well as content and construct validity for the three language groups as a whole. Reliability coefficients for the SOM can in most cases be regarded as satisfactory.

(b) Comparative studies to determine the applicability of the SOM.

Analysis of variance techniques were used to determine where significant differences between groups (including grade-, mother tongue and sex groups) lay. Where MANOVAS showed significant differences, further investigation was carried out to determine in respect of which individual fields (single variables) groups differed significantly. By means of LSM it was determined which groups differed significantly in regard of the separate fields. Some of the findings include:

- ★ It seems that African language speakers in both grade groups are really trying to achieve in mathematics, but that their best efforts are not successful.
- ★ It would appear that girls' level of Mathematics anxiety drops in Grade 10 and 11.
- ★ Learners in Grade 10 and 11 show lower levels of Mathematics anxiety and more sufficient Study habits in mathematics than their counterparts in Grade 8 and 9.
- ★ Perhaps the most significant finding is the phenomenon that African language learners in Grade 10 and 11 achieved much worse in regard of Locus of Control than Afrikaans and English speaking learners. A number of factors probably contribute towards this state of affairs, including language problems, teachers who are underqualified, African language learners' less than optimal socio-economic status (SES) in general, a lack of facilities and text books and disruption which is still being experienced in many traditionally black schools. It is recommended that these matters are attended to in an effort to create circumstances for more sufficient achievement in mathematics by learners from all language groups.

Key words:

1. Study

2. Mathematics
3. Study habits in mathematics
4. Mathematics anxiety
5. Study attitudes towards mathematics
6. Locus of Control regarding mathematics
7. Study orientation questionnaire
8. Cross-cultural
9. Study orientation in mathematics
10. Evaluation

HOOFSTUK 1

TITEL- EN BEGRIPSVERHELDING, (VOORLOPIGE) PROBLEEMSTELLING, DOEL MET DIE STUDIE EN PROGRAMAANKONDIGING

1.1 ALGEMENE INLEIDING

Vanuit 'n sielkundige perspektief word daar baie aandag gegee aan toetsing en evaluering. Die doel met toetsing is enersyds om leerders se prestasie te vergelyk, maar andersyds bied dit aan sielkundiges¹ die geleentheid om leerders² beter te leer ken (Oosthuizen & Maree, 1993). Smit (1991) wys in hierdie verband op die onderskeid wat getref word tussen meting en evaluering. Waar meting 'n antwoord verskaf op die vraag: 'Hoeveel?', verskaf evaluering 'n antwoord op die vraag: 'Hoe goed?' (Smit, 1990:13). Sielkundige evaluering het dus 'n wyer betekenis as meting, in die sin dat sielkundiges tydens evaluering gebruik maak van inligting wat op verskeie maniere en uit verskillende bronne bekom is ten einde hulle in staat te stel om waarde-oordele te vel (Smit, 1991; Owen & Chamberlain, 1995).

Leerders se prestasie in wiskunde word gewoonlik in verband gebring met hul kognitiewe potensiaal. In hierdie verband word die resultate van intelligensie- en aanlegtoetse dikwels op geïsoleerde wyse beskou as maatstaf vir die voorspelling van leerders se toekomstige prestasie in wiskunde. Presteer leerders nie in ooreenstemming met die verwagtinge wat vir hulle geprojekteer word nie, word daar dikwels verwys na onderprestasie. Dit is vanselfsprekend 'n oorvereenvoudigde siening van prestasie en onderprestasie. Talle ander veranderlikes, afgesien van kognitiewe potensiaal (soos

¹ Vir die doel van hierdie studie verwys die term 'sielkundiges' na sowel sielkundiges as voorligters en (wiskunde-)onderwysers.

² Vir die doel van hierdie studie verwys die term 'leerders' na sowel skoolleerlinge van alle bevolkingsgroepe, manlik én vroulik, as studente aan tersiêre instansies.

gemeet deur gestandaardiseerde intelligensie- en aanlegtoetse) speel 'n rol in leerders se uiteindelijke prestasie in enige vak, maar veral in hul prestasie in wiskunde. Hierdie faktore (wat in Hoofstuk Drie van hierdie studie volledig bespreek word) sluit aspekte soos bekwaamheid, persoonlikheid, belangstelling, leerders se agtergrond, kultuur, en die gehalte van onderrig in. Boyd (1990:23) verwys soos volg na hierdie verskynsel:

"Some ... pupils are fortunate in living in homes where the adults are concerned with the full development of their children ... But often the home environment is not meeting ... (their) emotional and intuitive needs ... and the present structure of our high schools is failing to provide the environment that will engender excitement in learning ... (leading to) personal uncertainties about themselves as human beings who are able to analyse their own learning styles".

Om leerders se behoefte aan voorligting in verband met hul studie-oriëntasie in wiskunde in perspektief te plaas, word daar vervolgens gefokus op die stand van leerders se prestasie in wiskunde in Suid-Afrika.

1.1.1 Die omvang van ontoereikende wiskundeprestasie in Suid-Afrika

Die wiskundepunte wat aan leerders toegeken word, bepaal nie slegs of hulle drup of deurkom nie. Dit het ook 'n invloed op faktore soos moontlike toelating tot universiteitstudie, die verwerwing van beurse en die verkryging van werk. In 'n neutedop: dit beïnvloed leerders se hele lewe. Dit is dus nie verbasend dat daar op nasionale vlak kommer bestaan oor die hoë attrisie- of uitvalsyfer, asook die ontoereikende prestasiesyfer in wiskunde nie; veral op sekondêre skoolvlak, maar ook op tersiêre vlak. Die uitslae van die Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) dui daarop dat Suid-Afrikaanse leerders die swakste gevaar het van al 41 lande wat die studie voltooi het (Howie, 1996). Hierdie studie het onder meer verder aangedui dat Suid-Afrikaanse leerders oor ontoereikende probleemoplossingsvaardighede beskik, asook dat hulle nie in staat is om hul eie antwoorde te konstrueer nie.

Ontoereikende prestasie in wiskunde kom onder alle bevolkingsgroepe ³ in Suid-Afrika voor (Maree, 1995a). Brodie (1994) sê dat ontoereikende prestasie in wiskunde groter afmetings aanneem onder swart mense as onder leerders uit ander bevolkingsgroepe, en dat seuns oor die algemeen swakker presteer as meisies. Sy verklaar verder dat laer sosio-ekonomiese stand 'n belangrike bydraende faktor is tot ontoereikende prestasie in wiskunde. Die volgende syfers illustreer eksimplaries dit dat die wiskundeprestasie van swart mense in Suid-Afrika tans veel te wense laat: uit elke 10 000 swart leerders wat die skool in Graad Een betree:

- ★ slaag 1 300 Graad 11;
- ★ gaan 270 aan met Graad 12;
- ★ waarvan slegs 113 slaag;
- ★ 27 matrikulasievystelling verwerf; en
- ★ een matrikulasievystelling in wiskunde en natuur- en skeikunde verwerf (Christie, 1991).

Ter wille van perspektief behoort gesê te word dat hierdie getalle skynbaar verkry is deur die vergelyking van die getal leerders wat die skool in 'n gegewe jaar betree met die getal matrikulante in dieselfde jaar. Hierdie is, soos Blankley (1994) uitwys, 'n misleidende skatting. In die afgelope paar jaar was daar 'n skerp toename in die getal swart leerders wat tot die primêre skool toegetree het. 'n Beter skatting word dus verkry deur die Graad 1-leerders in 1980 te vergelyk met die Graad 12-uitslae in 1991. Die verhouding word dan 1:312 oftewel 32 uit elke 10 000, wat steeds laag is.

Die genoemde syfers behoort verder geïnterpreteer te word teen die agtergrond van die syfers wat in die volgende tabel verskaf word:

³

In hierdie studie word die standpunt gehuldig dat enige rasse- of etniese klassifikasie van bevolkingsgroepe 'n kunsmatige manier is om tussen mense te onderskei. Dit herinner boonop aan die taal van die apartheidsera. Dit word egter gedoen met die doel om ongelykhede in die Suid-Afrikaanse bevolking uit te lig, met die oog op regstelling van die situasie.

TABEL 1.1: VERSPREIDING VAN SUID-AFRIKAANSE WISKUNDELEERDERS IN GRAAD 12 (1993) PER MOEDERTAALSPREKENDE GROEP (STRAUSS, 1997)

AFRIKATAALSPREKENDES					AFRIKAANS- EN ENGELSSPREKENDES			
	SEUNS		MEISIES		SEUNS		MEISIES	
Graad	N	%	N	%	N	%	N	%
Hoër-	36043	21,30	37573	16,60	11041	32,70	9613	28,83
Standaard-	15071	8,91	18607	8,22	13039	38,61	9905	29,71
Totaal (Graad 12)	169197	100	226321	100	33768	100	33342	100

Dit blyk onder meer uit Tabel 1.1 dat meisies uit alle bevolkingsgroepe minder daartoe geneig is om wiskunde tot in Graad 12 te volg as seuns. Tabel 1.2 verskaf 'n aanduiding van die relatiewe slaagsyfers per bevolkingsgroep van Graad 12-leerders in wiskunde (1993) ⁴.

TABEL 1.2: SLAAGPERSENTASIES IN WISKUNDE PER BEVOLKINGSGROEP IN 1993

	SLAAGPERSENTASIES IN WISKUNDE (1993) (GETAL LEERDERS WAT SLAAG + TOTALE GETAL GRAAD 12-LEERDERS)			
Graad	Swart	Blank	Kleurling	Asiër
Hoër-	1,58%	17,61%	3,30%	12,54%
Standaard-	3,08%	34,48%	33,76%	15,79%

Uit Tabel 1.2 blyk dit dat die slaagpersentasies deurgaans laag is, maar dat swart leerders deurgaans swakker doen as hul medeleerders uit ander bevolkingsgroepe.

⁴ Die 1993-syfers is die mees onlangse volledige syfers wat beskikbaar is (waar daar steeds op hierdie wyse tussen leerders onderskei word) (Strauss, 1997).

Arnott, Kubeka, Rice & Hall (1997:12) bevestig die genoemde tendense en wys boonop daarop dat die nasionale slaagsyfer vir wiskunde in Suid-Afrika die laagste is van alle vakke:

"In 1995, of every 100 pupils enrolled in mathematics, 71 wrote exams, and only 33 pupils passed the subject Mathematics and science matric results are lower than the national pass rates for other subjects Science pass rates are (however) on average higher than mathematics pass rates."

Die uitdagings wat die een en twintigste eeu aan leerders gaan bied, sal waarskynlik in 'n groot mate die eis stel dat hulle oor bepaalde kundighede, vaardighede en kwalifikasies in veral wiskunde, natuurwetenskappe, asook op tegnologiese terrein sal moet beskik. Dit is een van die redes waarom navorsers wêreldwyd daarna streef om leer op hierdie terreine te optimaliseer (Howie, 1997).

1.1.2 Pogings om ontoereikende prestasie in wiskunde te verklaar

Potensiële oplossings vir die probleem van ontoereikende prestasie in wiskunde, asook vir die verskynsel van 'n ontoereikende studie-oriëntasie by leerders in wiskunde sal moet voortspuit uit een of ander teorie of kombinasie van leerteorieë. Intervensiestrategieë kan slegs beplan word op grond van 'n implisiete leereoretiese of epistemologiese basis. Hierbenewens sal die verskillende leer- en kognitiewe style verreken moet word tydens die soeke na oplossings vir hierdie probleem. *Leerders uit bepaalde huise, met 'n bepaalde agtergrond en ontwikkelingsgeskiedenis, leer immers nie noodwendig soos hul medeleerders nie.*

In hierdie studie sal daar uit 'n sielkundige perspektief gekyk word na moontlike oorsake vir die probleem. Die standpunt word ingeneem dat leerders se prestasie in wiskunde betekenisvol verbeter kan word indien leerders met 'n ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde gehelp word om hul studie-oriëntasie te optimaliseer. Taljaard & Prinsloo (1995:420) sê in hierdie verband die volgende van die *Opname van Studiegewoontes en -houdings (OSGH)*:

"Die lae korrelasie met metings van skolastiese aanleg en noue verband met akademiese sukses maak die OSGH geskik vir insluiting by ander skale in navorsing oor onderwys."

Met ander woorde, dit is vanuit 'n sielkundige perspektief nie van deurslaggewende belang dat daar 'n hoë korrelasie tussen 'n toereikende studie-oriëntasie en intelligensie of aanleg gevind sal word nie. Veel eerder sal 'n hoë korrelasie tussen 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde en akademiese sukses (prestasie in wiskunde) hierdie tipe skaal geskik maak vir insluiting by ander skale oor sielkundige meting in die onderwys.

1.1.3 Sielkundige toetsing in wiskunde

Murray, aangehaal deur Madge (1981b:1), laat haar soos volg uit oor die aard en beperkinge van sielkundige toetsing oor die algemeen:

"The profession of psychology is much like living, which has been defined ... as 'the art of drawing sufficient conclusions from insufficient premises'. Sufficient premises are not to be found, and he who, lacking them, will not draw tentative conclusions, cannot advance."

Strategieë en tegnieke waarmee leerders se persoonlike sterk en swak punte geïdentifiseer word, behoort optimaal deur sielkundiges benut te word. Hierdie informasie behoort sterk en swak punte ten aansien van die kognitiewe, die affektiewe, die konatiewe en die psigomotoriese gebied in te sluit. Soos by die (OSGH) (Taljaard & Prinsloo, 1995), kan die doel met die inskakeling van toetse en vraelyste in wiskunde soos volg opgesom word:

- ★ die uitkenning van leerders met 'n studie-oriëntasie in wiskunde wat verskil van die studie-oriëntasie van diegene wat hoë punte behaal;
- ★ om sielkundiges te help om leerders met probleme in wiskunde te verstaan;
- ★ om insig in die redes vir hierdie probleme te verkry; en
- ★ om 'n basis daar te stel vir hulpverlening aan hierdie leerders om hul studie-oriëntasie in wiskunde te optimaliseer sodat hulle beter kan presteer in hierdie vak.

Alle toetse en vraelyste is in 'n sekere sin diagnosties van aard. Daar is egter 'n behoefte aan 'n vraelys wat spesifiek daarop afgespits is om studie-oriëntasieprobleme soos wat dit spesifiek in die wiskundeklas opduik, te identifiseer. Hierdie vraelys behoort nie slegs ingeskakel te word wanneer probleme opduik nie, maar behoort deurlopend ingeskakel te word om ook diegene met 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde te motiveer om te werk aan die optimalisering van aspekte soos belangrike gevoelens oor, gewoontes in en houdings jeens wiskunde. Dit is belangrik dat die inskakeling van hierdie vraelys behoorlik by wyse van besprekings opgevolg word, maar met die klem op individualisering.

1.2 TEORETIESE BEGRONDING VAN ENKELE BENADERINGS TOT DIE LEER VAN WISKUNDE

Tans is dit veral die konstruktivistiese benadering en die werk van persone soos Ernest (1989a; 1989b), Jaworski (1988), Olivier (1989), Steffe, Cobb & Von Glasersfeld (1988), en Volmink (1990) wat die werk van Piaget verder gevoer het, wat in hierdie verband baie aandag geniet. Volgens hierdie benadering word **kennis verwerf en kan dit nie gegee of oorgedra word nie**. Met ander woorde, onderwysers of handboeke kan dit nie aan leerders oordra nie - hulle skep dit self. Vandaar dat die nuwe konsepsillabusse byvoorbeeld impliseer dat probleemoplossing (probleemsentring) die sentrale fokus van 'n studie-oriëntasie in wiskunde behoort te wees.

Afgesien daarvan dat die vermoë om probleme op te los 'n rede bied vir die studie van wiskunde, bied dit ook 'n konteks vir die leer en doen van wiskunde. Die fokus verskuif dus

- ★ van leerders as persone wat iets **doen**, na leerders as persone wat **aktief dink**;
- ★ van wiskunde as gefokus op konsepte en vaardighede na 'n fokus op konsepte, vaardighede en **prosesse**;
- ★ van die bemeestering van algoritmiese vaardighede na die ontwikkeling van algoritmiese **denke**; en
- ★ van die toepassing van wiskunde om probleme op te los na probleemoplossing as 'n ondersoekmetode (Adler, 1992).

Hierdie benadering beklemtoon onder meer die volgende aspekte van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde: die belangrikheid van sosiale interaksie, saamwerk in groepe, probleemoplossing, 'n ondersoekende ingesteldheid en leerderbetrokkenheid in die wiskundeklaskamer (Volmink, 1993).

1.3 PROBLEEMSTELLING

Wiskunde floreer klaarblyklik nie met die tradisionele leerbenadering en tradisionele onderrigstyl nie. Daar moet voortdurend innoverend gedink word indien daar realisties gehoop word op toereikende insig en prestasie in hierdie vak. Verder is die ontwikkeling van 'n kognitiewe styl in wiskunde, heelwat meer as enige ander vak, besonder kwetsbaar vir swak onderwys (Freudenthal, 1980). Indien daar dus gedink word aan pogings tot herstel, is hierdie die aangewese sake om mee te begin (Maree, 1995b).

Afgesien van vraelyste wat spesifiek daarop afgespits is om agtergrondsinformasie oor wiskundeleerders in te samel, is dit belangrik om van tyd tot tyd diagnostiese wiskundevraelyste in te skakel. Dit sluit vraelyste waarmee kennisleemtes en die redes daarvoor (insluitende leerders se inligtings-, taal- en logikaprobleme in wiskunde) verken word, in. Hoewel daar heelwat wyses bestaan waarop onderwysers inligting oor die voorgenoemde onderwerpe kan bekom, word hierdie aspek van 'n studie-oriëntasie in wiskunde dikwels verwaarloos, tot nadeel van leerders en hul prestasie in hierdie vak. **Hierdie tipe vraelyste behoort egter, ideaal gesien, opgevolg te word met 'n vraelys wat daarop afgespits is om uitspraak oor leerders se studie-oriëntasie (waarvan kognitiewe styl een aspek is) te lewer.**

Die voorgaande kan soos volg saamgevat word: daar bestaan 'n behoefte aan 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde. 'n Sielkundige toets van hierdie aard behoort daarop ingestel te wees om veral ook ondersoek in te stel na ander aspekte as bloot die evaluering van hulle kognitiewe vermoëns. **Die fokus van hierdie studie is dan 'n kardinale aspek van die problematiek van ontoereikende wiskundeprestasie: die wortel van 'probleme' setel ook, waarskynlik veral, buite die kognitiewe terrein.** Die belangrikheid van 'n stewige affektiewe onderbou as ondersteunende struktuur vir toereikende kognitiewe prestasie in wiskunde, kan byvoorbeeld kwalik oorskat word.

Leerders se vlak van emosionele funksionering, hul persoonlikheidsamestelling, motivering, gevoelens oor wiskunde, die wyse waarop hulle hul onderwysers, die klasatmosfeer, hul huislike omstandighede en die onderrig van die vak beleef; kortom, hul **totale studie-oriëntasie in wiskunde**, speel 'n betekenisvolle rol in hul uiteindelijke prestasie in hierdie vak.

Die primêre probleem wat in hierdie studie hanteer sal word, sentreer dus om dit dat daar, afgesien van 'n verskeidenheid intelligensie-, persoonlikheids-, belangstellings-, prestasie-, aanvangsevaluasie-, verrigtings-, bekwaamheids- en diagnostiese toetse, tans geen toets bestaan waarmee leerders se studie-oriëntasie, **spesifiek in wiskunde**, vasgestel kan word nie.

1.3.1 Aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde wat aan die hand van 'n studie-oriëntasievraelys verken behoort te word

In hierdie studie sal daar gepoog word om 'n instrument te ontwerp en te evalueer waarmee verskillende kategorieë van wiskundige gedrag gemeet word (Schoenfeld, 1985), insluitende leerders se:

- ★ besef van die behoefte dat hulle oor spesifieke wiskundige kennis moet beskik, asook oor algemene en spesifieke heuristieke wat gebruik word om probleme op te los;
- ★ kognitiewe styl, insluitende die wyse waarop hulle inligting in wiskunde verwerk;
- ★ beheer ten opsigte van monitering en besluitneming tydens die proses van probleemoplossing;
- ★ wiskundige wêreldbeskouing - oor die self, oor die aard van wiskunde en oor die leer van wiskunde;
- ★ wiskunde-angs; en
- ★ studiehoudings en -gesindhede; kortom, hul totale studie-oriëntasie in wiskunde.

1.3.2 Doel met 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde

Die doel met 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde kan soos volg opgesom word:

- ★ uitkenning. Dit behoort moontlik te wees om leerders wie se studie-oriëntasie in wiskunde verskil van die studie-oriëntasie van leerders wat goed presteer in wiskunde, met behulp van die vraelys uit te ken;
- ★ begrip. Die uitslae van die vraelys behoort sielkundiges te help om leerders wat swak presteer in die vak, beter te begryp; en
- ★ hulpverlening. Sielkundiges behoort hierdie uitslae te kan gebruik om leerders te help om hul studie-oriëntasie in wiskunde te optimaliseer ten einde hul potensiaal op 'n hoër vlak te verwerklik.

1.3.3 Gebruike van 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde

Die volgende verteenwoordig enkele moontlike gebruike van 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde:

- ★ as 'n diagnostiese toets. Dit behoort moontlik te wees om die vraelys veral aan die begin van die akademiese jaar, maar ook te enige ander tyd gedurende die jaar, op leerders toe te pas; óf individueel óf in groepsverband. Leerders se tellings behoort dan nagegaan te word om diegene wat hulp, steun, remediëring en raadgewing nodig het, uit te ken;
- ★ hulpverlening. Die vraelys behoort wiskunde-onderwysers van 'n gestandaardiseerde middel te voorsien om enkele belangrike gevoelens, houdings en gebruike betreffende leerders se akademiese oriëntasie in wiskunde sistematies te ontleed. Dit behoort moontlik te wees om maklik 'n profiel van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde saam te stel. 'n Interpretasie van leerders se response op die vraelys en analise van tekortkominge wat aanleiding tot swak prestasie kan gee, moet gemaak kan word. Die ontleding van individuele antwoorde (veral antwoorde waar leerders se antwoorde betekenisvol verskil van antwoorde wat gewoonlik deur goeie presteerders in wiskunde gegee word) kan van groot nut wees. Sielkundiges kan hiermee gehelp word om aspekte van die verskillende velde van die vraelys ten aansien waarvan leerders swak vaar, te gebruik by hulpverlening aan sulke leerders;
- ★ studieriglyne in wiskunde. Dit behoort moontlik te wees om die vraelys aan te wend as 'n eenvoudige middel om sekere basiese beginsels van doeltreffende

studie in wiskunde, asook die vername rol wat motiveringsfaktore in akademiese sukses speel, by leerders tuis te bring; en

- ★ navorsing. Die vraelys behoort potensieel 'n geskikte meetinstrument vir insluiting by ander skale in navorsing oor die onderwys te wees.

1.4 BEGRIPSOMSKRYWING

Die volgende konsepte verskyn direk of by implikasie in die titel van hierdie studie en verdien verdere toeligting: ontwerp, evaluering, studie, oriëntasie, studie-oriëntasie, wiskunde, leerders en prestasie.

1.4.1 Ontwerp

Volgens De Villiers, Smuts & Eksteen (1983) en Odendal (1981) word die volgende betekenis aan die woord geheg: 'n plan maak; iets skets of vorm; en iets voorlopig opstel. Vir die doel van hierdie studie dui die begrip 'ontwerp' op die voorlopige tot stand bring of opstel, en uiteindelik die evaluering, van die studie-oriëntasievraelys in wiskunde waarna in paragraaf 1.5 verwys word.

1.4.2 Evaluering

Volgens Allen (1992) en De Villiers *et al.* (1983) kan die begrip 'evaluering' onder meer die volgende betekenis aanneem: waarde bepaal; waardeur; en 'n numerieke waarde vind vir 'n saak. In die onderhawige studie dui evaluering op die insameling en analise van data betreffende die studie-oriëntasievraelys in wiskunde, met die oog daarop om die sukses of potensiële gebruikswaarde daarvan te beoordeel. Die presiese wyse waarop evaluering sal geskied, word breedvoerig in Hoofstuk Vyf verduidelik.

1.4.3 Studie

Die woord studie is etimologies-semanties afkomstig verwant aan en afkomstig van die woord *studeo*, wat die volgende kan beteken (Smith & Lockwood, 1987): om gretig te wees; om moeite te doen; om iets na te streef; om belangstelling in 'n saak te toon; om

'n mens toe te wy aan 'n saak; of om iets te bestudeer. Allen (1992) sê dat die woord die volgende kan beteken: om iets te bestudeer, te ondersoek of ontleed; om 'n mens toe te wy aan studie; om 'n poging aan te wend om iets te leer; om tot uiterstes te gaan om resultate te behaal; en om iets te probeer beheer.

1.4.4 Oriëntasie

Schmeck, soos aangehaal deur Roos (1995:7), definieer die begrip 'leeroriëntasie' soos volg:

"Oriëntasie word beskou as die faktor wat benaderings, motiewe en style opsom en sluit 'n element van studiemetodes en -houdings in."

Etimologies dui die begrip 'oriëntasie' op 'n standpuntneming of stellingname; gesindheidsbepaling; posisie-bepaling; die ontvang van inligting oor, of benutting van, oriëntasiegeleenthede, persoonlikheidsdimensies (affektief-kognitief-konatief-psigomotories) asook historisiteit (verlede-hede-toekoms) (Maree, 1986). Dit behoort dus moontlik te wees om leerders op 'n holistiese wyse aan die hand van 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde te oriënteer om hul eie posisie te bepaal en standpunt in te neem oor relevante aspekte van hul studie-oriëntasie in wiskunde.

1.4.5 Studie-oriëntasie

Volgens Taljaard & Prinsloo (1995:421) kan die konsep 'studie-oriëntasie' gedefinieer word as *"'n gesamentlike maatstaf van die leerling/student se studiegewoontes en -houdings."*

Ondanks die belangrikheid van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde, asook die genot wat sekere leerders wel uit die studie van die vak put, koester talle leerders 'n negatiewe houding jeens die vak wanneer hulle die skool verlaat (Charles & Lester, 1984). Die inskakeling en opvolging van 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde kan potensieel 'n bydrae lewer tot die hantering van dié probleem.

1.4.6 Wiskunde

Die metafisiese vraag: 'Wat is wiskunde?' hou verband met die epistemologiese vraag: 'Wat word bedoel wanneer gesê word persone doen of leer wiskunde?' Laasgenoemde vraag word in Hoofstuk Twee bespreek, terwyl daar in hierdie stadium kortliks gefokus word op die eerste vraag.

Schoenfeld (1994) benadruk dit dat hy hom vereenselwig met die siening van Hoffman, wat die konsep 'wiskunde' in 1989 gedefinieer het as **die wetenskap van patrone**. Steen het die konsep 'wiskunde' egter reeds in 1988 (Steen, 1988:616) soos volg gedefinieer:

"Mathematics is often defined as the science of space and number, as the discipline rooted in geometry and arithmetic. Although the diversity of modern mathematics has always exceeded this definition, it was not until the recent resonance of computers and mathematics that a more apt definition became fully evident. Mathematics is the science of patterns it begins with the search for pattern in data ... Generalization leads to abstraction, to patterns in the mind. Theories emerge as patterns of patterns, and significance is measured by the degree to which patterns in one area link to patterns in other areas. Subtle patterns with the greatest explanatory power become the deepest results, forming the foundation for entire subdisciplines."

Terblanche & Odendaal (1966:132) definieer die begrip 'wiskunde' weer as "Die wetenskap wat hom besig hou met groothede en uitgebreidhede as selfstandige gegewens, meetkunde en algebra; matisis; matematika." Gove (1976:1393) definieer die begrip op sy beurt as "A science that deals with the relationship and symbolism of numbers and magnitudes and that includes quantitative operations and the solutions of quantitative problems." Volgens Odendaal & Schoonees (1979) is wiskunde 'n wetenskap wat die eienskappe van getalle en figure ondersoek. Meetkunde, algebra en rekenkunde is verskillende onderafdelings van wiskunde.

Howson (1991:5) stel dit dat wiskunde vanuit verskillende gesigspunte gedefinieer kan word. Hy onderskei die volgende perspektiewe:

"(maths is) an abstract structure with seemingly miraculous inter-relationships, (or) a collection of interesting and potentially useful results, methods and results, (or) an activity that relies upon the participant's ability to conjecture, prove, generalize, model, apply, define."

Die stamwoord 'wiskunde' is (Gove, 1976; Terblanche & Odendaal, 1966) uit die volgende woorde afgelei:

- ★ Frans : *mathematique*
- ★ Latyn : *matematicus*
- ★ Grieks : μαθηματικός (behorende tot die wetenskappe)
- ★ Grieks : μαθεσομαι: 'Ek sal leer'.
- ★ Latyn : *tenerere*: leer deur ondersoek in te stel; seker maak van; om te geleer het; om baie goed bekend te wees met; om te vra; om waar te neem; of om 'n daadwerklike poging aan te wend.
- ★ Grieks : μανθάνω (Jones, 1968): om te leer (veral deur studie en deur harde oefening); om ervaring op te doen; om van iets 'n gewoonte of outomatiese handeling te maak; om gewoond te raak aan; om waar te neem; om op te let; om deeglik kennis te neem van; om deeglik te verstaan; of om insig in iets te verwerf.
- ★ Grieks : τό μαθημα (Jones, 1968) (iets wat geleer is; 'n les; geleerdheid; kennis).
- ★ Grieks : ἡ μαθησις (die leerhandeling; 'n intense begeerte om te leer; of om kennis op te doen).

Samevattend kan gesê word dat 'n etimologies-semantiese ontleding van die woord 'wiskunde' aan die lig bring dat die vak nie sonder moeite, leer, ervaring, oefening, insig, die wil om te leer, verantwoordelikheid, selfdissipline en volharding (op 'n bykans daaglikse basis) bemeester kan word nie.

Vir die doel van hierdie proefskrif word wiskunde, in aansluiting by die siening van Steen en andere, beskou as die wetenskap van patrone.

1.4.7 Leerders

Die woord 'leerder' word tans verkies bo die wisselvorm leerling, maar die twee begrippe word in 'n groot mate as sinonieme beskou. Hoewel daar gewaak behoort te word teen die gebruik van sogenaamde 'modewoorde', is die tendens huidig om eerder die woord 'leerder' as die woord 'leerling' te gebruik binne kontekste soos dié van die onderhawige studie (Grebe, 1997). Die bedoeling is onder meer om weg te kom van die eng siening dat die leer van wiskunde die voorreg is van slegs sekere persone. Beide woorde is afkomstig van en verwant aan verskillende tale (Allen, 1992; De Villiers, *et al.*, 1983; Gove, 1976). Die woord 'leerder' kan die volgende betekenis aanneem: persone wat leer; persone wat hulle vir 'n bepaalde vak voorberei; persone wat deur lang en sistematiese studie 'n hoë graad van kundigheid, vaardigheid en bekwaamheid bereik; asook persone wat die kwaliteite of houdings nuuskierigheid, deursettingsvermoë, inisiatief, oorspronklikheid, kreatiwiteit en integriteit (behoort te) openbaar. Hierdie persoonseienskappe word juis as essensieel vir prestasie in wiskunde beskou. Vir die doel van die onderhawige studie verwys leerders dan na persone wat skoolgaan, óf wat besig is met een of ander vorm van tersiêre studie.

1.4.8 Prestasie

Die stamwoord 'presteer' het uit die volgende woorde ontwikkel (Terblanche & Odendaal, 1966):

- ★ Nederlands : *presteren*
- ★ Latyn : *praestere* (lewer; presteer; bereik; nakom; verrig; vervul; deur inspanning tot stand bring)

In Engels word die volgende betekenis aan die woord 'prestasie' geheg (Gove, 1976:16):

"a result brought about by resolve, persistence and endeavour; performance by a student in a course; the quality and quantity of a student's work during a given period; the ability to perform, or the capacity to achieve a desired result; the manner of reacting to various stimuli."

Vir die doel van hierdie studie dui die woord 'prestasie' op leerders se vlak van selfvervulling in wiskunde, asook op hul vermoë om deur inspanning en deursettingsvermoë bepaalde hoogtes in wiskunde te bereik.

1.5 NAVORSINGSPROSEDURE

Die volgende stappe sal in hierdie ondersoek gevolg word:

- ★ In Hoofstuk Twee word 'n **evaluerende** literatuuorsig gegee van enkele leerteorieë ten opsigte van wiskunde. Die benadering wat in hierdie hoofstuk gevolg sal word, is eklekties. 'n Poging sal aangewend word om aan te toon dat geen enkele leerteorie voorkeur behoort te geniet ten koste van ander teorieë nie.
- ★ Hoofstuk Drie verskaf 'n oorsig van kognitiewe, affektiewe, konatiewe en psigomotoriese benaderings tot die verklaring van leerders se ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde. Die hoofstuk word afgesluit met enkele modelle vir die hantering van leerders se ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde.
- ★ Hoofstuk Vier handel oor 'n kruiskulturele perspektief op prestasieprobleme in wiskunde ten opsigte van die meting van 'n studie-oriëntasie in wiskunde.
- ★ In Hoofstuk Vyf word die navorsingsontwerp en dataverwerkingsprosedure verduidelik. Die primêre hipoteses wat in hierdie studie ondersoek word, sentreer om die vraag of die teoretiese velde van die studie-oriëntasievraelys in wiskunde deur faktorgeldigheid bevestig word. Verder word gepoog om vas te stel of die prestasies in die verskillende velde van die SOW (Studie-oriëntasievraelys in wiskunde) van die verskillende geslagsgroepe statisties betekenisvol verskil; of die prestasies in die verskillende velde van die SOW van verskillende moedertaalgroepe statisties betekenisvol verskil; of die prestasies in die verskillende velde van die SOW van die gesamentlike graadgroepe statisties betekenisvol verskil; en of daar 'n betekenisvolle korrelasie bestaan tussen die prestasies in die verskillende velde van die SOW enersyds, en sowel die

Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7) as die Diagnostiese toetse in wiskundige taal andersyds.

- ★ In Hoofstuk Ses word die resultate van die studie weergegee.

- ★ In Hoofstuk Sewe word die studie kortliks saamgevat en bespreek. Enkele aanbevelings word gemaak.

HOOFSTUK 2

PERSPEKTIEF OP ENKELE EPISTEMOLOGIESE VERTREK-PUNTE OOR DIE LEER VAN WISKUNDE

2.1 INLEIDING

Stewart (1991:20) verwys soos volg na die betekenis van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde vir prestasie in wiskunde:

"The children who persisted in the face of failure tended to attribute failure to the lack of effort and motivation. These children were described as showing mastery-orientated behaviour, since for them failure was not insurmountable, but could be overcome by additional effort. However, for the learned helpless children, who attributed failure to things beyond their control, there was no point in increasing effort, and so they gave up in the face of failure ... following failure, learned-helpless children tended to abandon the correct problem-solving strategies they had previously used successfully, whereas the mastery-orientated children tended to develop more advanced and sophisticated strategies to try to solve the insoluble problems."

Van Aardt & Van Wyk (1994:233) beklemtoon weer die nadelige invloed van wiskundestudente se ontoereikende studie-oriëntasie soos volg:

"There is general agreement that an increasing number of academically underprepared students are reading for university degrees, with the result that many fail to meet the academic demands ... recent evidence suggests that the use of effective learning and study strategies is an important factor in determining success at (school and) university level."

Pollock & Wilkinson (1988) verklaar op hul beurt dat die aan die dag lê van toereikende leervaardighede (*study skills*) waarskynlik die belangrikste vereiste vir studiesukses is.

Om te verstaan wat die essensiële elemente van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde is, word daar in Hoofstuk Twee eerstens gefokus op 'n **evaluerende**, oorsigtelike opsomming van enkele epistemologiese benaderings tot die leer van wiskunde. Die doel van die oorsig is om perspektief te vind op die wyse waarop leerders wiskunde leer. Die benadering tot teoriebou wat in hierdie hoofstuk gevolg sal word, is eklekties. Met ander woorde, 'n poging sal aangewend word om aan te toon dat geen enkele leerteorie voorkeur behoort te geniet ten koste van ander teorieë nie. Elke leerteorie verteenwoordig 'n bepaalde siening van kennis. In hierdie studie word die standpunt ingeneem dat elke teorie in 'n bepaalde sin geldig is en segswaarde het wanneer daar besin word oor die aard en wese van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde.

Wetenskaplik gebaseerde leerteorieë toon 'n historiese ontwikkeling wat in 'n groot mate ooreenstem met sinchroniese wetenskaplike en sosiale waardes wat voorrang geniet tydens 'n bepaalde tydperk en in 'n spesifieke land. Hoewel nóg die bepaalde waardes, nóg die bepaalde klimaat waarbinne die meerderheid van die leerteorieë ontwikkel het op direkte wyse op die Suid-Afrikaanse situasie gesuperponeer kan word, beïnvloed die veralgemeende leerteorieë noodwendig ook die plaaslike ontwikkeling van sielkunde as wetenskap. Hierdie teorieë ontwikkel verder nie binne geïsoleerde kontekste nie, maar in wisselwerking met mekaar. Laastens voorsien die leerteorieë sielkundiges van teoretiese grondslae vir praktykstigting, met die einddoel aanvaarbare, toepaslike en geskikte intervensie in die belang van hul kliënte.

Daar word eerstens gefokus op die sielkundige grondslae van navorsing oor die leer van wiskunde.

2.2 SIELKUNDIGE GRONDSLAE VAN NAVORSING OOR DIE LEER VAN WISKUNDE

Binet het reeds in 1899 drie basiese wyses van navorsing geïdentifiseer, te wete die vraelysmetode, observasie, asook die eksperiment (Kilpatrick, 1992). Hy word

hedendaags in gelyke mate erken vir sy bydrae tot die denkpsigologie as vir sy bydrae as die persoon wat die eerste intelligensietoets daargestel het.

2.2.1 Navorsing oor die aard van denke

2.2.1.1 Die meting van verstandsvermoë

Binet het aanvanklik probeer om die neiging van sy tyd te volg deur 'n ondersoek na intelligensie te baseer op navorsing oor die afmetings van skedels (Gould, 1981). Gall was die grondlegger van frenologie (beoordeling van die stand van kognisie op die basis van die struktuur van die skedel), terwyl Broca hierdie wetenskap verder verfyn het tot die studie van skedelmeting. Möbius se navorsing oor die skedels van prominente wiskundiges het hom daarvan oortuig dat daar 'n verband bestaan tussen aanleg vir wiskunde en die vorm en omtrek van die skedel. Binet het op sy beurt noukeurig ondersoek ingestel na hierdie verskynsel, maar tot die gevolgtrekking gekom dat daar geen verband bestaan tussen fisieke afmetings en kognisie nie. Hy het genoeg insig gehad om te besef (en te sê) dat 'n navorser bepaalde verstandstake aan kliënte moes stel (waarmee kliënte hul kognitiewe vaardigheid ten toon kon stel) ten einde hoegenaamd 'n aanduiding van die stand van hul kognisie te kry.

Galton het op sy beurt probeer om Darwin se evolusieteorie op die studie van sielkunde toe te pas. Hy was veral daarin geïnteresseerd om deur die afneem van 'n aantal fisiologiese, asook sielkundige toetse bewyse te vind vir sy teorie van intelligensie as (hoofsaaklik) die resultaat van oorerwing. Hy kan dus beskou word as die persoon wat die wetenskap van verstandstoetsing begin het. Sy opvolgers (Burt, Pearson en Spearman) het voortborduur op sy werk, maar sy toetse was beperk in die sin dat hulle hoofsaaklik beperkte aspekte van response in aanmerking geneem het, te wete reaksietyd, assosiasies, asook sensoriese diskriminasie. Kilpatrick (1992:8) laat hom soos volg hieroor uit:

"Had Binet's ideas about intelligence testing - the use of scores for diagnosis rather than ranking; the rejection of an innate, fixed quality known as

'intelligence' - been preserved as his tests migrated across the Atlantic, 'we would have been spared a major misuse of science in our century' ... Instead, American psychologists such as Henry Goddard, Lewis Terman, and Robert Yerkes developed out of Binet's tests a hereditarian theory of IQ that not only had some disastrous effects in its consequences for social policy ... but also colored the views of a generation of American psychologists in mathematics education about the prospects for improving mathematical abilities."

2.2.1.2 Bestudering van verstandsonwikkeling

Binet het sy intelligensieskaal met 'n beperkte doel voor oë ontwikkel. **Hy wou naamlik daardie leerders identifiseer wie se prestasie aanduidings vir spesiale intervensiestrategieë verskaf.** Met ander woorde, hy was minder geïnteresseerd in die **etiket** wat 'n bepaalde telling verskaf het as in die **hulp** wat verleen kon word aan leerders met bepaalde tellings. Piaget, 'n student van Binet, was veral geïnteresseerd in die prosedures wat leerders gevolg het om by hul antwoorde in wiskunde uit te kom - by uitstek verkeerde antwoorde (Flavell, 1963).

Hall, wat saam met Wundt gewerk het, was daarvan oortuig dat kinderontwikkeling dieselfde patroon as menslike evolusie volg. Hy het aangevoer dat daar weinig sin was daarin om intellektuele ontwikkeling by leerders te stimuleer. Hall het veral die betekenis van leerders se belangstellings en hul behoefte aan motivering beklemtoon.

2.2.1.3 Prikkeling van produktiewe denke

Külpe het op sy beurt weggebreek van die siening van Wundt, naamlik dat (Kilpatrick, 1992:8):

"through introspection one could study the structure of consciousness."

Die Würtzburgse Skool het aangevoer dat abstrakte denke baie dikwels nie gepaard met beeldvorming gaan nie, en dat navorsers denke dus nie aan die hand van denkinhoud moes bestudeer nie, maar wel aan die hand van denkfunksies. Na aanleiding hiervan

2095882
252880

het Wertheimer gestaltpsikologie gefundeer. Alhoewel hierdie denkrigting primêr gefokus het op persepsie, het dit eweneens aandag gegee aan die prosesse kreatiwiteit, produktiewe denke en probleemoplossing. Ook Selz, wie se werk oor probleemoplossing sielkundiges betekenisvol beïnvloed het, was betrokke by hierdie denkskool. Die gestaltpsikoloë se werk oor denke en redeneervermoë het wiskundiges se siening oor hierdie sake beïnvloed, veral in 'n stadium toe behavioristiese leerteorieë die voorrang geniet het.

Opsommend blyk dit duidelik dat vroeë navorsing oor denke gewoonlik die volgende patroon gevolg het: waarneming van individuele of groepsverskille onder 'tipiese' omstandighede, in die hoop om prestasie te verbeter deur die verskaffing van wenke of riglyne wat gemik is op die optimalisering van leerders se prestasie. Die fokus was gewoonlik op die fasilitering van veranderinge oor 'n langer tydperk.

Kritiek op navorsing oor denke sentreer gewoonlik om dit dat toetsprosedures wat aangewend word, soos korrelasie-ontleding, regressie-analise en faktoranalise, té omvattend statisties van aard is en van die veronderstelling uitgaan dat verhoudinge lineêr en effekte 'additief' is. Hierbenewens het vroeë navorsing oor denke sosiale en kulturele invloede op denke merendeels feitlik geïgnoreer. Aan die positiewe kant verdien navorsers in hierdie veld se bereidwilligheid om ondersoek in te stel na natuurlike verwantskappe as een potensiële bron van hipoteses wat getoets behoort te word, vermelding.

2.3 BENADERINGS TOT DIE LEER VAN WISKUNDE (REKENKUNDE) IN DIE TWINTIGSTE EEU

Cross (1981) wys daarop dat die bestudering van leerprosesse terugdateer tot die tagtigerjare van die vorige eeu, met die pogings van navorsers soos Ebbinghaus, Dewey, Thorndike, Watson en Levin. Die werk van Thorndike word vervolgens kortliks bespreek.

2.3.1 Meganiese drilwerk versus betekenisverwerwing

Vanaf 1900 tot ongeveer 1920 was die mees algemene metode van leer in wiskunde die dril- en oefenbenadering van Thorndike (Grossnickle, Reckzeh, Perry & Ganoe, 1983).

Laasgenoemde se standpunte in hierdie verband vind noue aansluiting by die sienings van Pavlov (in verband met kondisionering) en Skinner (in verband met radikale behaviorisme) (Kilpatrick, 1992). By wyse van drilwerk en memorisering van kombinasies en rekenkundige stappe is daar probeer om rekenkundige vaardighede en vermoëns by leerders vas te lê. Leer is beskou as die vorming van verbindings wat versterk kon word deur herhaalde drilwerk. Leerteoretici soos Brownell het egter sterk standpunt ingeneem teen aspekte van hierdie benadering, deur onder meer te verklaar dat daar nie voldoende ruimte gelaat word vir die verwerwing van **insig** nie.

2.3.2 Die sosiale benadering

Hierdie periode het vanaf ongeveer 1920 tot 1935 geduur. In essensie kom hierdie benadering daarop neer dat daar probeer is om toepassingsmoontlikhede vir wiskunde op lewenswerklike situasies te vind. Die felste kritiek teen hierdie benadering het gekom van akademici wat ernstige beswaar daarteen gehad het dat die sosiale nuttigheidswaarde van die vak as die allerkriterium vir die betekenisvolheid van inhoude in wiskunde beskou is, dat die sistematiese studie van wiskunde agterweë gelaat is, dat insig in die ware betekenis van rekenkunde onderbeklemtoon is, en dat die ontwikkeling van rekenvaardighede en -vermoëns verwaarloos is.

2.3.3 Die betekenisvolle benadering

Hierdie benadering is in breë trekke vanaf 1935 tot vroeg in die sestigerjare gevolg en kom kortliks daarop neer dat die wiskundige aspek van veral rekenkunde net soveel erkenning en aandag as die sosiale aspek daarvan (rekenkundige kennis en vermoëns moes ook die alledaagse lewenskwessies hanteer) ontvang het.

2.3.4 Direkte versus insidentele leer

In die tydperk tussen die twee wêreldoorloë het navorsers soos Dewey (DeVault & Kriewall, 1969) hulle uitgespreek ten gunste van insidentele leer in wiskunde. Dit beteken dat wiskunde ten beste bemeester word wanneer ander uitkomst of doelwitte

nagestreef word, soos probleemoplossing in ander vakdissiplines (byvoorbeeld die natuurwetenskappe). Die bestudering van wiskunde as aparte vak is gekritiseer.

2.3.5 Die 'Nuwe wiskunde' van die sestigerjare; ontdekking versus eksposisie

Onmiddellik ná die post-Tweede Wêreldoorlogjare, te midde van toenemende industrialisasie, tegnologiese vordering en kompetisie met die toenmalige Sowjet-Unie het wiskunde as skoolvak 'n besondere plek in skoolsillabusse begin inneem. Die lansering van die Sowjet-Unie se Sputnik in 1957 het 'n keerpunt in die benadering tot die leer van wiskunde teweeggebring. Daar is veral in die Verenigde State van Amerika (VSA) 'n koersagtige poging aangewend om leerders se wiskundeprestasie te optimaliseer, in samehang met die opdatering van kurrikula in wiskunde en natuur- en skeikunde. In 1958 het die sogenaamde School Study Mathematics Group te Yale University begin met die grootste en bes gefinansierde poging tot in daardie stadium om wiskunde op skool te verbeter. Dit het gelei tot die ontstaan van nuwe skoolkurrikula wat bekend gestaan het as 'Nuwe wiskunde'. Die klem het in hierdie stadium veral geval op **ontdekking** en die bemeestering van die **struktuur** van wiskunde. Leerteoretici soos Bruner (Orton, 1987) het wiskunde beskou as 'n **proses** wat leerders tydens wiskundelesse moes **ervaar**, en nie soseer as 'n **produk** nie.

Verskeie faktore het 'n bydrae daartoe gelewer dat 'Nuwe' of 'Moderne wiskunde' eindelijk weer moes plek maak vir nog 'n ingrypende koersverandering: die sogenaamde *Back-to-the-basics*-beweging.

2.3.5.1 Anti-'Nuwe wiskunde'-kragte

Dit het mettertyd geblyk dat 'Nuwe wiskunde' nie werklik die gewenste effek gehad het ten einde die beoogde doelwitte te bereik nie. Grossnickle *et al.* (1983:5) staaf hierdie stelling met die volgende aanhaling uit die tydskrif *Time* (Help! ..., 1980:59):

"[New maths is nothing more than] ... a faddish theory [that] swept through the profession, changing standards, techniques, procedures [that were introduced] without adequate try out, and poorly understood by teachers

and parents [with the result of] lowered basic skills and test scores in elementary mathematics."

Die eerste maanlanding in 1969 (Neil Armstrong) het boonop die spook van Sputnik finaal besweer. Die kragte wat primêr verantwoordelik was vir die ontwikkeling van 'Moderne wiskunde', is opgevolg deur etlike sosiale, professionele en tegnologiese drukkragte. Daar is onder meer aangedring op verandering ten aansien van:

- ★ sowel die wiskundige inhoud wat onderrig word; as
- ★ die wyse waarop leerders hierdie wiskundige inhoud behoort te leer.

2.3.5.2 Navorsing oor kognitiewe ontwikkeling

Navorsers soos Piaget en Brownell het aangetoon dat leerders nie die veel beklemtoonde struktuur van wiskunde voor die ouderdom van sewe kan verstaan nie, en dat leerders tot ten minste elfjarige ouderdom 'n intense behoefte aan ervaring met konkrete objekte het ten einde hul gedagte-wêreld te help vorm.

2.3.5.3 Lae akademiese prestasie van skoolverlaters

Dit het meer en meer geblyk dat skoolverlaters nie werklik oor basiese reken- en leesvaardighede beskik het wanneer hulle om werk aansoek gedoen het nie. Navorsing het boonop aan die lig gebring dat die volgende faktore 'n betekenisvolle bydrae tot die ongewenste toedrag van sake gelewer het (Grossnickle *et al.*, 1983):

- ★ gebrekkige dissipline;
- ★ beperkte tyd vir inoefening;
- ★ te min huiswerk; en
- ★ oordrewe klem op sosialisering.

Hierdie en ander sieninge het daartoe gelei dat daar teruggekeer is tot die voormelde *Back-to-the-basics*-beweging.

2.3.6 Die Back-to-the-basics-beweging

Verskeie van die onderwerpe wat in die sestigerjare ingevoer is om die strukturele aspekte van wiskunde te beklemtoon, is nou weer weggelaat uit die sillabus. Daar is as' t ware teruggekeer na die drie R'e: Readin*g*, (A)Rithmet*ic* and (W)Ritin*g*. Die klem is veral gelê op rekenvaardighede, terwyl belangrike wiskundige toepassingsvermoëns en probleemoplossingsvaardighede agterweë gelaat is.

Toe die resultate van hierdie nuwe sillabusse in die middel en laat sewentigerjare geëvalueer is, is bevind dat daar ernstige agteruitgang ten opsigte van leerders se wiskundige vermoëns, hul wiskundige insigte en hul wiskundige toepassings- en probleemoplossingsvaardighede plaasgevind het. Met ander woorde, die terugkeer na die **basiese** het nie die leer van wiskunde noemenswaardig bevorder nie. Terwyl oordrewe klem gelê is op meganiese drilwerk, dikwels sonder die nodige insig, is leerders nie genoegsaam toegelaat om ervaring met konkrete materiaal op te doen nie, om probleemoplossend in wiskunde te werk of om lewenswerklike probleme te hanteer nie.

Kriel (1990:335) stel die ooreenstemmende situasie in Suid-Afrika soos volg in perspektief:

"Die resente geskiedenis van wiskundesillabusontwikkeling op skoolvlak in die RSA toon dat onderwerpe in 'n stadium ingesluit (of verwyder) word om dan net 'n bietjie later weer verwyder (respektiewelik ingesluit) te word as gevolg van gebreke wat by volskaalse implementering aan die lig gekom het."

2.3.7 Doel met wiskunde-onderrig sedert die tagtigerjare

Grossnickle *et al.* (1983) stel onder meer die volgende doelwitte vir die optimalisering van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde daar:

- ★ belanghebbendes moet nie alleen die vakinhoud ken en beheers nie. Hulle moet leerders begryp, asook die wyse waarop hulle wiskunde leer en verstaan. In samehang hiermee moet hulle sielkundige beginsels ken en kan toepas in die

daarstelling van 'n vlak van wiskunde-onderrig wat aansluiting vind by leerders se vlak van verstandsonwikkeling;

- ★ probleemoplossingstrategieë behoort primêre voorrang te geniet;
- ★ duidelik omskrewe doelwitte vorm die basis van 'n omvattende, gebalanseerde benadering ten aansien van wiskundeleer. Dit beteken dat leerders onder meer die volgende behoort te ontwikkel (Maree, 1994):
 - 'n Vermoë om kwantitatief te dink ten aansien van probleemoplossingsituasies;
 - 'n funksionele kennis van die **taal** en **struktuur**¹ van wiskunde, insluitende die vermoë om te kan skat, benader en die redelikheid van die resultate van probleemoplossing te kan peil;
 - sensitiwiteit vir 'n wye verskeidenheid van kwantitatiewe situasies in die samelewing, asook vir die vermoë om wiskunde in alledaagse situasies toe te pas;
 - 'n intelligente bemeestering van rekenkundige vaardighede en vermoëns. Hiermee word bedoel dat leerders ook insig moet hê in die redes waarom hulle sekere meganiese bewerkings uitvoer;
 - 'n waardering vir die gebruik en belangrikheid van wiskunde in die moderne samelewing; en
 - 'n gunstige houding teenoor leer en ontdekking ten opsigte van wiskunde.

Die voorafgaande betoog bring in hierdie stadium die volgende navorsingsvrae na vore:

Wat is die essensiële aspekte van 'n optimale studie-oriëntasie in wiskunde? Hóé leer kinders wiskunde? Is hul verstandsprosesse dieselfde as dié van volwassenes? Kan wiskunde byvoorbeeld tot so 'n vereenvoudigde vlak geanaliseer word dat dit 'n punt bereik waar enige kind dit kan verstaan (Skinner)? Of is die ontwikkelingspsigoloë meer korrek in hul aanname dat leerders ontwikkelende wesens is en nie soos volwassenes leer

¹ Die tegniese taal van wiskunde sluit in: a) alledaagse woorde met spesiale definisies vir gebruik in wiskunde (soos die **mag** van 'n getal), b) tegniese wiskundige woorde (soos **sinus**), c) getalsaanwysings (soos die getal 2, wat op talle maniere uitgedruk kan word en waarvan die verstaan krities is indien leerders wiskunde wil bemeester), d) snelskrifsimbole ($=$, \equiv , \sum) en e) taal- en kommunikasiestrukture (Cartesiese vlak, algebra). Leerders behoort deeglik onderrig te ontvang in hierdie tegniese uitdrukkings (Cangelosi, 1996).

nie; dat hulle eers spesifieke ontwikkelingsstadia moet deurloop voordat hulle gereed raak vir sekere inhoud in wiskunde? Om vrae soos hierdie te probeer beantwoord, word daar nou kortliks gefokus op enkele leerteorieë wat as verteenwoordigend en relevant vir die onderhawige studie beskou word.

2.4 BEHAVIORISME ²: DIE LEER VAN WISKUNDE AS DIE VERWERF VAN REKENKUNDE EN REKENVAARDIGHEID

Wiskunde kan onder meer gedefinieer word as die leer van rekenkundige reëls en vaardighede, waar rekenvaardighede optel, aftrek, vermenigvuldiging en deling insluit. Dit staan tradisioneel bekend as rekenkunde. In terme van die rekenvaardighede is dit nuttig om 'n onderskeiding te tref tussen die volgende begrippe:

- ★ numerieke feite, insluitende tafels (optel, aftrek, vermenigvuldig en deel) wat reeds op primêre skoolvlak aangeleer word; en
- ★ algoritmes, waarmee verwys word na meer komplekse prosedures en vaardighede, insluitende 'n vaardigheid soos langdeling waar een veelterm deur 'n ander veelterm gedeel word.

Elke stap is belangrik; sekere prosedures móét bemeester word en sekere numerieke feite moet deeglik geken word voordat daar oorgegaan kan word tot die gebruik van numerieke feite en algoritmes in probleemoplossing, bekend as woordprobleme of storieprobleme (Resnick & Ford, 1981). Woordprobleme kom in wese daarop neer dat leerders woorde moet kan interpreteer, dit kan 'vertaal' in 'n wiskundige berekening en dan toepaslike oplossingsprosedures moet aanwend.

Vervolgens word enkele leerteorieë op eksimplariëse wyse deurskou om aan te dui hoe hierdie benadering in die praktyk neerslag gevind het. Daar word ten aanvang gefokus

² Behaviorisme: 'n Denkskool wat menslike gedrag redelik volledig in terme van die reaksies op eksterne prikkels wil probeer verklaar. Hul vertrekpunt is dat mense in optimale omstandighede gemanipuleer kan word om op enige gewenste wyse op te tree.

op die leerteorie van Thorndike, wat in 'n sekere sin as die grondlegger van die sielkunde van wiskunde beskou word, as verteenwoordiger van die **behavioristiese** denkskool.

2.4.1 Inleiding

Olivier (1989:11) som die behavioristiese standpunt soos volg op:

"Behaviourism therefore assumes that pupils learn what they are taught, or at least some subset of what they are taught, because it is assumed knowledge can be transferred intact from one person to another."

Die leerder word met ander woorde beskou as 'n leë vat, 'n tabula rasa. Foute en wanopvattinge in wiskunde word beskou as foutiewe grepe in 'n rekenaar - indien ongewens, kan dit bloot uitgevee word of daaroor geskryf word. Gagné (1983:15) stel dit soos volg:

"The effects of incorrect rules of computation, as exhibited in faulty performance, can most readily be overcome by deliberate teaching of correct rules. My interpretation of previous psychological research on 'unlearning' is that it is a matter of extinction. This means that teachers would best ignore the incorrect performances and set about as directly as possible teaching the rules for correct ones."

2.4.2 Die behavioristiese leerteorie van Thorndike

As sielkundige was Thorndike goed onderlê in die tradisie van eksperimentering in 'n laboratorium. Hy was egter ewe geïnteresseerd daarin om sy bevindinge in die laboratorium te 'vertaal' in terme van konkrete riglyne vir die klaskamer. Thorndike is waarskynlik die beste bekend vir sy stelling in verband met die sogenaamde 'wet van effek' - 'n vroeë weergawe van die teorie wat bekend staan as 'die beginsels van versterking' (Resnick & Ford, 1981). Hy het hierdie teorie nie binne die meer komplekse wiskundige opset ontwikkel nie, maar wel binne die konteks van eenvoudige laboratoriumeksperimente met katte, honde, apies en hoenders. Die eksperiment wat ten

nouste met sy teorie geassosieer word, is die volgende: hy plaas 'n kat in 'n klein houtkis. Die benoude dier krap en klou dan totdat die gekrap toevallig die knipslot laat oopgaan. Indien dit teruggeplaas word, neem dit die kat elke keer minder tyd om die knipslot oop te maak (dit is slegs die krap waarmee die slot oopgemaak word, wat telkens beloon word). Volgens Thorndike het die kat nie geleer of insig verwerf hoe om die kis oop te maak nie, maar het die beloning van ontsnapping die verband tussen die eksperimentele situasie en die spesifieke respons wat ontsnapping moontlik gemaak het, teweeggebring. Dit het hom tot die volgende gevolgtrekking laat kom (Thorndike, 1913:4):

"When a modifiable connection between a situation and a response is made and is accompanied or followed by a satisfying state of affairs, that connection's strength is increased: When made and accompanied or followed by an annoying state of affairs, its strength is decreased."

Thorndike (1922:xi) spreek hom soos volg oor menslike leer uit:

"The aims of elementary education, when fully defined will be found to be the production of changes in human nature represented by an almost countless list of connections or bonds whereby the pupil thinks or feels or acts in certain ways in response to the situations the school has organized and is influenced to think and feel and act similarly to similar situations when life outside of school confronts him with them."

Soos heelwat ander sielkundiges van sy tyd (die sogenaamde *connectionists*³ of *associationists*) argumenteer hy dat alle gedrag opgebreek kan word in twee eenvoudige komponente, te wete **stimuli** (omstandighede buite die beheer van die mens) en **response** (aksies wat mense uitvoer in reaksie op daardie eksterne situasies). Hoe meer dikwels 'n sekere stimulus-responspaar versterk word, hoe sterker word die verband. Dit beteken derhalwe dat oefening wat beloon of versterk word, 'n belangrike wyse is waarop die mens leer. Thorndike beskou die leer van wiskunde as die verbinding tussen afsonderlike elemente. Hy stel die volgende prosedure voor: eerstens behoort die

³ Kyk: paragraaf 2.5.6

aangewese verbindings wat daargestel moet word, geanaliseer te word. Wanneer hierdie verbindings (*bonds*) geselekteer is, moet hulle gevorm en versterk word: **dit is juis hier waar drilwerk en oefening inkom**. Belangrike verbindings word meer gereeld ingeoefen en minder belangrike verbindings minder dikwels. Hieruit blyk dit dat Thorndike die leer van wiskunde beskou as die verbinding tussen afsonderlike elemente. Thorndike beklemtoon hierdie aangeleentheid soos volg (Resnick & Ford, 1981:13-4):

"As a first step, one would have to select the bonds to be formed. Naturally, any carefully constructed arithmetic curriculum, with or without benefit of psychological analysis, would divide the subject matter up into broadly defined topics."

Drilwerk en herhaling staan sentraal in Thorndike se leerteorie en die onderrig van rekenkunde geskied hoofsaaklik aan die hand van drilwerk. Hoewel Thorndike dit beklemtoon dat drilwerk interessant aangebied en met konkrete objekte geverifieer behoort te word, en sy leerteorie in wese daarop neerkom dat drilwerk die hoofmetode by die leer van rekenkunde moet wees, moet die afleiding nogtans nie gemaak word dat hy drilwerk as die enigste of as 'n eksklusiewe leervorm beskou nie.

Nie alle sielkundiges van Thorndike se tyd het sy teorieë summier aanvaar nie. Brownell was een van sy kritici.

2.4.3 Die leerteorie van Brownell

Brownell se eerste punt van kritiek teen die voorgenoemde leerteorie is dat dit nie die bestaan van kwalitatiewe verskille in die rekenvaardighede en -vermoëns van leerders in ag neem nie. Toe hy 'n groep laerskoolleerders se rekenkundige vaardighede getoets het, het hulle op verskillende maniere die antwoord bereik: sommige leerders het op hul vingers getel, ander het bekende kombinasies gebruik om nuwes te vorm ($6 + 6 = 12$, daarom moet $6 + 7 = 13$) en nog ander het die antwoord wel dadelik gegee, maar totaal verkeerd, wat daarop dui dat hulle bloot geraai het. Dit het hom laat beweer dat Thorndike se meganiese drilwerk leerders eenvoudig vinniger en beter gemaak het ten

opsigte van die 'onvolwasse' metodes wat hulle self ontdek het, en nie ten opsigte van die tipe direkte herroeping van kennis waarvoor volwassenes beskik nie.

Tweedens reken Brownell dat die drilmetode 'n verwronge siening van die leerdoel verteenwoordig. Vir Brownell is die kriterium vir rekenkundige vermoë geleë in leerders se vermoë om toereikend kwantitatief te dink, en nie daarin dat leerders bloot 'n gegewe lys probleme 100% akkuraat moet kan weergee nie (Resnick & Ford, 1981). Vir Brownell is dit van kardinale belang dat 'n leerder moet leer:

"until he understands something of the reason why 7 and 5 is 12; until he can demonstrate to himself and to others that 7 and 5 is 12; until he is so thoroughly convinced that 12 is the right answer for 7 + 5 that he can give it as the answer with assurance of correctness; and until he can use the combination in an intelligent manner - in a word, until the combination possesses meaning for him." (Brownell, 1928:198).

Brownell beklemtoon dit dat leerders bepaalde wiskundige beginsels en patrone onder die knie moet kry. Hy propageer ook die idee van veralgemening in wiskunde. Leerders moet naamlik in elke fase hul kennis op nuwe probleme toepas. Hulle word toegelaat om te tel en ander probleemoplossingsmetodes toe te pas totdat hulle gemaklik na outomatisering (die outomatiese wyse van kennisherroeping) kan oorskakel.

Brownell se teorie is uitgebrei en verfyn deur navorsers wat meen dat veral die waarde van veralgemening in wiskunde, eerder as blote drilwerk, of 'n kombinasie van beide strategieë, die beste resultate lewer (Bell, 1978).

Ter wille van ware insig in die leer van wiskunde, behoort 'n leerteorie die oordragverskynsel te verklaar. Met ander woorde, dit moet redes verskaf waarom die aanleer van eenvoudige werk die aanleer van meer komplekse, ingewikkelde werk moontlik maak. Gagné was een van die bekende eksponente van hierdie teorie.

2.4.4 Gagné se neo-behavioristiese (kumulatiewe) leerteorie

Gagné (1976:3) definieer leer soos volg:

"Learning is change in human disposition or capability, which persists over a period of time, and which is not simply ascribable to processes of growth."

Vir Gagné (1985) is die resultaat wat met leer geassosieer word, van besondere betekenis. Hy onderskei die volgende vyf kategorieë ten opsigte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde en prestasie in hierdie vak:

- ★ intellektuele vaardighede (insluitende die aanleer van die alfabet en terme en begrippe wat hiermee verband hou);
- ★ verbale informasie, wat daarop dui dat 'n leerder in staat is om gegewens in sy eie woorde om te sit en dit aan ander te vertel;
- ★ kognitiewe strategieë;
- ★ gesindhede; en
- ★ motoriese vaardighede.

Gagné se teorie kom onder meer daarop neer dat vaardighede in wiskunde in geordende subvaardighede of leershierargieë geanaliseer word. Enige vorm van leer begin vir Gagné verder met 'n taakanalise: Wat moet geleer word? Die vaardigheid moet spesifiek en behavioristies verwoord word. Copeland (1984:5) beskryf hierdie proses soos volg:

"It can be conceived as a terminal behavior and placed at the top of what will become a pyramid-like network."

Gestel die vaardigheid wat bespreek word, is 'probleemoplossing'. Leerders moet dus eers sekere beginsels leer ken. Om hierdie beginsels te leer ken en verstaan, moet hulle sekere konsepte bemeester. Hierdie konsepte stel weer op hul beurt die voorvereiste dat spesifieke assosiasies of feite bemeester moet word. Volgens Shulman (1974) eindig enige

sodanige analise in wese met operante kondisionering. Gagné (1983:11) verduidelik die begrip 'taakanalise' self soos volg:

"A task analysis of the performance expected of a mathematics student would, I think, reveal three major phases".

Hierdie drie fases is:

- ★ *"Translating verbally described situations into mathematics."* (Gagné, 1983:11). Vir hom is verbale stellings bloot voorstellings van konkrete situasies.
- ★ *"Validating the solution."* (Gagné, 1983:12). Dit is vir Gagné belangrik dat leerders doelbewus geleer word om hul antwoorde op soveel verskillende maniere as moontlik te toets.
- ★ *"The central computation phase."* (Gagné, 1983:13). Vir Gagné is rekenvaardigheid volkome konkreet van aard.

Gagné klassifiseer alle leeroperasies in 'n hiërargie vanaf eenvoudige *signal learning* tot meer ingewikkelde probleemoplossing. Wanneer bepaalde voorvereistes bemeester is, word leerders getoets ten einde vas te stel wat hulle weet en wat hulle nog moet leer. Geprogrammeerde onderrig is 'n logiese uitvloeisel van hierdie tipe benadering (Gagné, 1983).

2.4.4.1 Gagné: Sintese

Ten spyte van die streng behavioristiese aard van Gagné se epistemologiese beskouing, het hy die waarde van leerders se eie verantwoordelikheid, positiewe houding, eie wil en kreatiwiteit as aspekte van hul studie-oriëntasie in wiskunde ingesien en in die praktyk verreken. Hy het onder meer die belangrikheid van insig in die hiërargiese aard van wiskunde beklemtoon; dit benadruk dat reëls, definisies en beginsels aktief bemeester moet word vóórdat daar oorgegaan kan word tot die bemeesting van hoër-orde-insigte, asook die waarde van 'n probleemoplossingsingesteldheid ingesien. Gagné beklemtoon dit dat leerders konsepte, reëls en definisies moet leer gebruik om insig te verkry in die struktuur van wiskunde. Om hierdie rede moet leerders begelei word om

kognitiewe strategieë in wiskunde te implementeer (met ander woorde, strategieë om te kan konsentreer, te kan dink en te kan onthou).

2.4.5 Die radikale leerteorie van Skinner

Die leerteorie van Skinner sluit nou aan by die siening van Thorndike, Brownell en Gagné. Skinner se vertrekpunt (Du Toit, 1986) is Thorndike se siening dat gedrag wat bevrediging verskaf, bevorder word, terwyl gedrag wat lei tot frustrasie afgeleer word. Die konsep **operante kondisionering** (Skinner, 1974) verdien nader toeligting.

2.4.5.1 Operante kondisionering

Dit beteken dat die resultaat van gedrag weer gedrag bepaal. Gedrag wat betekenisvol inwerk op die omgewing sal aangemoedig word. Operante kondisionering verskil van blote response, wat as refleksief, nie-willekeurig en onbeheersd beskou word. Operante kondisionering word nie bepaal deur prikkels nie, maar wel deur die effek van die daaropvolgende gedrag. Nie die stimulus nie, maar die resultaat van gedrag is die versterking. Deurdat versterking beskou word as die resultaat van gedrag, word geïmpliseer dat gedrag gedetermineer word deur die resultate van daardie gedrag. Daar word tussen die volgende tipes versterking onderskei:

- ★ voortdurende versterking. Gedrag word versterk wanneer dit voorkom;
- ★ versterking met tussenpose. Gedrag word met tussenpose beloon, al het dit nie die gewenste uitwerking nie;
- ★ berekende versterking. 'n Vasgestelde aantal handeling word vereis voordat gedrag beloon word;
- ★ bygeloof. Wanneer leerders toevallig 'n bewerking uitvoer wat op die regte antwoord uitloop, sal hulle heel waarskynlik daartoe neig om hierdie handeling weer uit te voer;
- ★ positiewe versterking, negatiewe versterking en straf. Enigiets wat bepaalde gedrag aanmoedig, word beskryf as positiewe versterking. Negatiewe versterking kom daarop neer dat onaangename of negatiewe gevolge verander of vermy word deur bepaalde gedrag. Wanneer die onaangename gevolge egter nie

vermy word nie, is dit straf. Skinner is van mening dat positiewe versterking die mees effektiewe metode is om ongewenste gedrag af te leer; en

- ★ uitwissing. Wanneer gedrag wat voorheen beloon is nie meer beloon word nie, verminder die gedrag en raak dit in onbruik. Dit beteken dat gedrag gewysig kan word deur versterking terug te hou.

2.4.6 Konneksionisme

Soos reeds vermeld, het Thorndike sy teorie gegrond op eksperimente met diere (soos muise en katte) wat in verskillende probleemsituasies geplaas is. Die oplossing van probleme geskied aanvanklik toevallig ('probeer-en-tref'), maar foute verminder namate die situasie herhaal word, totdat die dier die oplossing 'outomaties' vind. Thorndike het homself 'n konneksionis genoem (op grond van die grondslag waarop sy teorie berus). Hy verklaar dat leer primêr op grond van assosiasievorming plaasvind (ook bekend as konneksionisme). Dit beteken dat diere deur herhaling minder en minder foute maak (beter assosiasies of konneksies vorm), totdat hulle 'n bepaalde probleem foutloos kan oplos. Gewoontevorming is vir Thorndike 'n belangrike aspek van die leer van wiskunde, en dit hang af van die sterkte van die assosiasies wat gevorm is. Thorndike formuleer die volgende drie wette van konneksie- of assosiasievorming:

- ★ die wet van gebruik. Die konneksie of assosiasie wat gevorm is, word versterk deur die herhaling van probleemoplossing. Oefening en herhaling is dus voorwaardes van effektiewe leer;
- ★ die wet van effek. Die graad waarin 'n konneksie of assosiasie geniet word of weersin wek, versterk of verswak die konneksie. Beloning het boonop 'n sterker uitwerking as straf;
- ★ die wet van gereedheid. Wanneer diere gereed is om iets te doen, geniet hulle dit om die taak uit te voer. In sulke omstandighede span diere hulle meer in en is die versterking meer effektief. Indien diere egter nie gereed is nie, bring dit weersin mee, wat weer die leereffek beperk.

Hierdie epistemologiese aannames het op 'n bepaalde tydstip groot inslag gevind, veral omdat navorsers besef het dat Pavlov se refleksgedagte nie die ekstensiewe

responsveranderlikheid bevredigend kon verklaar nie (Swenson, 1980). Pavlov (Hilgard & Bower, 1975) het veral bekendheid verwerf met sy eksperimente in verband met die speekselafskeidings van honde.

2.4.6.1 Behaviorisme: Sintese

Behaviorisme as epistemologie is hoofsaaklik toegespits op die studie van uiterlik waarneembare gedrag. 'n Toereikende studie-oriëntasie in wiskunde stel onder meer die eis van herhaling en (spoedige en toepaslike) versterking van aanvaarbare response. Verder is die vorming van reekse toepaslike en korrekte assosiasies 'n vername aspek van die leer van wiskunde en maak funksionele inoefening van basiese kennis in wiskunde 'n vername aspek van 'n studie-oriëntasie in wiskunde uit. 'n Vername beswaar teen hierdie epistemologie is dat die innerlike ervaring nie toereikend in ag geneem word nie, asook dat menslike gedrag te lineêr tot die vlak van stimulus-respons gereduseer word, terwyl die rol van normatiewe besluitneming in leerders se studie-oriëntasie geringgeskat word.

2.5 ENKELE KOGNITIEWE ONTWIKKELINGS- EN LEERTEORIEë WAT BETREKING HET OP DIE LEER VAN WISKUNDE

Tot dusver is daar hoofsaaklik gefokus op leerteorieë wat wiskunde as die aanleer van rekenvaardighede beskou. Hierbenewens moet leerders egter ook sekere wiskundige konsepte aanleer ten einde foute in wiskunde tot 'n minimum te beperk. Anders gestel, dit is belangrik dat leerders insig verwerf in die konsepte wat numerieke feite en algoritmes onderlê. Hulle moet leer om hul konseptuele en proseduurmatige kennis en insig in wiskunde buigsaam en korrek toe te pas in die uitvoering van probleemoplossingstrategieë. Ook die nie-rekenkundige aspekte van wiskunde verdien tyd en aandag; met ander woorde, rekenvaardighede en 'n goeie rekenkundige kennis kan nie as die enigste kriterium vir prestasie in wiskunde beskou word nie. Die vermoë om konsepte te vorm behoort as 'n ewe belangrike kriterium vir bevoegdheid in wiskunde beskou te word ten einde probleme in die vak te beperk.

Die probleem van betekenisvolle wiskunde is, soos aangedui, reeds in Thorndike se tyd raakgesien. Vroeë pogings om sin en betekenis aan wiskunde te gee, het onder andere

daarop neergekom dat rekenkundige vaardighede en konsepte by praktiese, alledaagse, lewenswerklike probleme ingewerk is. Nogtans het blote papegaaiwerk in talle lande tot diep in die sewentigerjare 'n belangrike plek ten opsigte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde ingeneem en selfs die voorrang geniet, ten spyte van navorsers se eerlike pogings om betekenisvolle, konseptuele wiskundeleer te bevorder. Talle vrae is egter nooit bevredigend deur die voorgenoemde leerteoretici beantwoord nie. Dit sluit vrae soos die volgende in: Hoe verstaan leerders wiskundige konsepte? Hoe gebruik hulle hierdie konsepte? Hoe leer hulle hierdie konsepte? Hoe word hierdie konsepte ten beste onderrig? Wat is die verband tussen die verwerf van sekere wiskundige konsepte en probleemoplossingsvaardighede? Wat is die kennisstrukture wat hierdie konsepte onderlê? Word daar genoeg aandag gegee aan die optimalisering van leerders se studie-oriëntasie ten einde hulle in staat te stel om hierdie konsepte te bemeester?

Met die lansering van Sputnik ⁴ het die situasie boonop ingrypend verander. Skole is onder druk geplaas om teen 'n snelle tempo produkte te lewer wat die mas kon opkom in die ruimte-eeuse tegnologiese stryd. 'n Tydperk van herevaluering het begin en die behoefte aan betekenisvolle wiskunde is as kritiek uitgewys. Sielkundiges het 'n konseptuele eerder as 'n rekenkundige benadering tot die bemeesting van wiskunde begin propageer. Betekenisvolle leer sou nie alleen meer op die aanwending van relevante rekenkundige vaardighede ten opsigte van lewenswerklike probleme neerkom nie. Dit sou veral daarvan afhang of hierdie prosesse by die geheel van kennis van wiskunde geïntegreer kon word.

Tegelykertyd het nuwe ontwikkelinge in die sielkunde plaasgevind. Die terrein van kognitiewe sielkunde is betree, gedeeltelik aangewakker deur die werk van gestaltsielkundiges soos Köhler, Koffka, Ausubel en Wertheimer.

⁴ Kyk: paragraaf 2.4.5

2.5.1 Die gestaltsielkundige leerteorie van Köhler

Köhler het die geleentheid gehad om 'n gevange kolonie sjimpansees oor 'n aantal jare dop te hou. Hy het veral belang gestel in hul pogings om alledaagse probleme op te los, soos die probleem om voedsel wat net-net buite hul bereik was, in die hande te kry. Waar leerteoretici soos Thorndike probeer het om diere se probleemoplossingsgedrag in terme van doel-georiënteerde probeer-en-tref-pogings en -foute te verklaar, het Köhler (1930) se waarnemings hom daarvan oortuig dat daar meer globale organiserende prosesse tydens probleemoplossing aan die werk was. Gedrag is nie altyd net op 'n direkte doel gerig nie; probleemoplossingstrategieë hou soms in dat daar tydelik van die beoogde doelwit afgesien word, terwyl 'n ompad gevind moet word wat uiteindelik tot die oplossing sal lei.

Köhler beskryf insigtelike leer tereg as die vorming van 'n gestalt of geheel wat deur afsonderlike dele gevorm word. Hy verklaar dat aspekte van leer, insluitende emosies, reproduksie, houdings, die streeflewe, denke en daede onderskeibare fasette van 'n gestalt-teorie is, na die mate waarin hierdie eienskappe nie as geïsoleerde, onafhanklike elemente bestaan nie, maar eerder binne die gestalt sin en betekenis kry of medebepaal word.

Een implikasie van hierdie stelling is dat daar nie sonder meer **aanvaar** mag word dat leerders wat afsonderlike dele van die inhoud bemeester en ervaar het, tot 'n gestalt of geheelinsig sal kom nie. Hulle moet **begelei** word om die **verband** tussen die dele en die geheel, die probleem en dit wat deel van die oplossing uitmaak, in te sien. Leerprestasie is immers onder meer daarin geleë dat die geheel van die leeroperasies ingesien word, soos die integrering van visuele aanskouing en konkrete voorstelling.

Dit is belangrik om nie alleen hierdie strukture of die gestalt aan te dui nie, maar om ook vas te stel oor welke kognitiewe vermoëns leerders beskik. Daarná behoort vasgestel te word op watter wyses die versterking van hierdie kognitiewe strukture teweeggebring kan word.

2.5.1.1 Köhler: Sintese

Waar die behavioristiese siening impliseer dat komplekse ervarings uit die somtotaal van eenvoudige elemente (deur assosiasie tot 'n geheel saamgevoeg) saamgestel is, hou die gestaltsielkundige siening onder meer in dat individuele elemente eers teen die agtergrond en verwysingsraamwerk van die geheel betekenis en sin het. Hierdie geheel heet die **gestalt**. Die onderlinge dele is dus interafhanklik en vir hul betekenis van hul integrasie binne die geheel afhanklik. Hierdie epistemologiese beskouing kan as dinamies en totalitêr beskryf word, in teenstelling met die ietwat atomistiese en meganistiese beskouing van die assosiasiesielkunde. Die betekenisvolste bydrae van die Gestaltsielkunde is moontlik daarin geleë dat hierdie epistemologie die betekenis van insigverwerwing as faset van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde na waarde geskat het. Anders gestel, hierdie siening impliseer dat nuwe insigte voortdurend in die gestalt geïnkorporeer word, sodat nuwe probleme (wat gebaseer is op vorige kennis en insig) met vertroue aangepak kan word. (Dit word tans geredelik aanvaar dat insig in die struktuur van die vak wiskunde 'n belangrike voorwaarde vir prestasie daarin is.)

2.5.2 Die gestaltsielkundige (verbale) leertheorie van Ausubel

In teenstelling met die behavioriste, glo die gestaltpsigoloë dat leer by mense en diere nie essensieel dieselfde is nie. Die innerlike kognitiewe struktuur se verhouding tot die leerstof staan hier sentraal. Vir Ausubel (1963) is ontdekkende leer nie van soveel belang nie, aangesien hy daarvan oortuig is dat kognitiewe ontwikkeling effektief sal verloop indien die leerder 'n geestelike voorstelling van die objek kan maak. Hy beklemtoon eweneens die belang daarvan dat leerders nuwe konsepte aan reeds verworwe insigte en konsepte moet kon koppel (konsepte en insig wat reeds deel van die leerder se kennisverwysingsraamwerk is). Vir Ausubel is die voorwaarde vir suksesvolle leer individuele bestaande kognitiewe struktuur oftewel hul voorkennis in die bepaalde vakgebied. Nuwe inhoud kan slegs aan leerders gebied word indien hulle die voorgaande inhoud hul eie gemaak het. Ausubel (1963:230) stel dit soos volg:

"Hence new material in the sequence should never be introduced until all previous steps are thoroughly mastered."

Die funksionering van leerders se innerlike kognitiewe strukture in terme van die leerstof is breedvoerig deur Ausubel bestudeer. Hy beklemtoon dit dat ware leer slegs moontlik is indien nuwe leerstof sinvol by leerders se bestaande kognitiewe strukture inskakel. Op hierdie wyse word leerders in staat gestel om spesifieke nuwe konsepte in meer algemene en omvattende konsepte van 'n hoër orde te klassifiseer en akkommodeer. Inhoude in wiskunde kan slegs potensieel sinvol wees, dit kry eers werklik betekenis wanneer leerders dit sinvol vind (Ausubel, 1968:475):

"Meaning can never be anything more than a personal phenomenological product that emerges when potentially meaningful ideas are integrated within an individually unique cognitive structure."

Die betekenis van inhoude is nie geleë in die simbool wat die inhoude verteenwoordig nie, maar in die individu self. Leerders moet betekenis vind in hul eie verwysingsraamwerk en die nuwe inhoude dan koppel aan bestaande konsepte. Die nuwe inhoud word nou geassimileer in die bestaande kognitiewe struktuur. Ausubel sien in aansluiting hiermee leer as tweedimensioneel. Hy onderskei tussen die maniere waarop mense leer (reseptiewe leer en ontdekkende of verklarende leer) en die wyses waarmee mense nuwe inhoud tot hul bestaande verwysingsraamwerk toevoeg (sinvolle leer, maar soms ook sinledige leer: indien leerstof bloot gememoriseer en nie in verband met bestaande strukture gebring word nie, is daar sprake van sinledige leer).

2.5.2.1 Ausubel: Sintese

Ten spyte daarvan dat Ausubel die affektiewe sy van leer verwaarloos het, lewer hy, oor die geheel gesien, 'n noemenswaardige bydrae tot die leerpsigologie. Ausubel se beklemtoning daarvan dat leerders sin moet heg aan leerstof onderstreep 'n belangrike faset van 'n optimale studie-oriëntasie in wiskunde. Sy beklemtoning daarvan dat nuwe werk by bestaande kennis geïntegreer moet kan word, word algemeen aanvaar as 'n integrale voorwaarde van die leer van wiskunde. Die verwerwing van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde steun onder meer in 'n betekenisvolle mate op hierdie

beginsel. Indien leerders nie vroeër werk behoorlik bemeester het nie, kan hulle immers nie oorgaan tot die bemeestering van hoër-orde-take nie.

Bruner se leerteorie ten aansien van intellektuele funksionering het ontwikkelingspogings in die laat sestiger- en sewentigerjare sterk gerig. Hy beklemtoon veral die belangrikheid van die aanleer van die struktuur van wiskunde.

2.5.3 Die kognitiewe leerteorie van Bruner

Bruner was besonder geïnteresseerd in **kognitiewe prosesse**. Hieronder verstaan hy die volgende (Bruner, in Resnick & Ford, 1981:111):

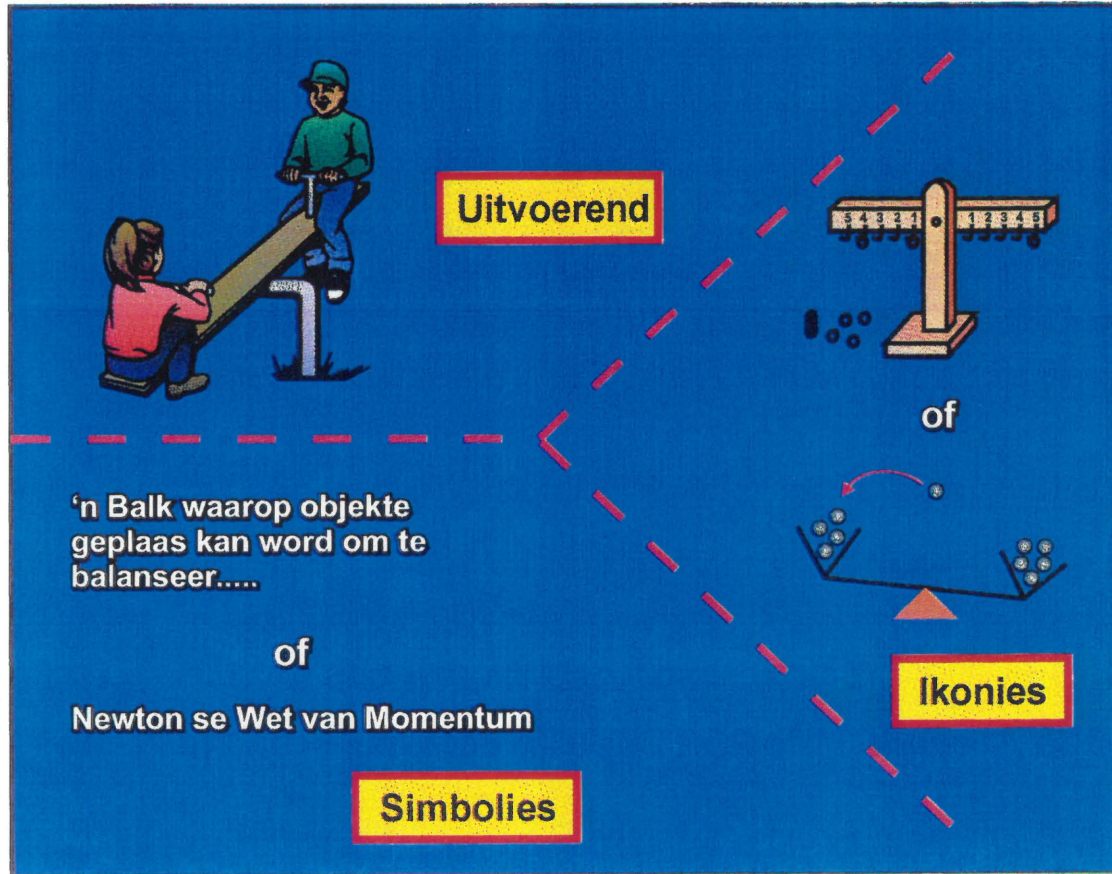
"The means whereby organisms achieve, retain, and transform information."

Bruner het veral belang gestel in die kognitiewe prosesse van leerders, by name die wyse waarop leerders daardie konsepte en idees wat hulle aanleer, verstandelik voorstel. Hy merk in hierdie verband die volgende op (Bruner, 1964a:2):

"the most important thing about memory is not storage of past experience, but rather the retrieval of what is relevant in some usable form. This depends upon how past experience is coded and processed so that it may indeed be relevant and usable in the present when needed. The end product of such a system of coding and processing is what we may speak of as a representation."

Bruner beskryf drie modi van voorstelling (1964b), wat skematies soos volg voorgestel word (Resnick & Ford, 1981):

FIGUUR 2.1: BRUNER SE VOORSTELLING VAN DIE BEGINSELS VAN DIE BALANSEERBALK



Aangepas uit Resnick & Ford (1981)

- ★ Uitvoerende of *enactive* voorstelling. Hiermee verwys Bruner na die motoriese voorstelling van iets uit die verlede (hy beskou dit as die enigste wyse waarop klein kinders dinge kan onthou, maar sê dat volwassenes onder bepaalde omstandighede ook hiervan gebruik maak). Klein kinders kan byvoorbeeld slegs hul hand nabootsend skud om aan te dui dat hulle 'n ratel verloor het. Volwassenes se spierstelsels onthou byvoorbeeld hoe om fiets te ry, al het hulle vir jare nie fietsgery nie.
- ★ Beeldvormende of *iconic* voorstelling. Dit is 'n stap verder as die blote konkrete en fisieke, na die werklikheid van verstandelike voorstelling. So sal volwassenes wat

aan iemand verduidelik hoe hulle iewers heen moet ry, vir hulle 'n verstandsprentjie maak van die wyse waarop hulle deur die strate na die bestemming ry.

- ★ Simboliese of *symbolic* voorstelling. Hierdie modus van voorstelling word in hoofsaak moontlik gemaak deur die mens se taalvermoë. 'n Simbool is 'n woord of teken wat iets voorstel, maar in geen opsig daardie iets naboots nie. So byvoorbeeld lyk die syfer 6 allermens na ses voorwerpe saamgevoeg! Simbole word deur die mens gebruik om te verwys na objekte, gebeure en idees en die betekenis van simbole word grootliks gedeel omdat mense **ooreenkom om hierdie betekenis te deel**.

Hierdie drie modi ontwikkel in die volgorde aangedui, die een afhanklik van die deeglike bemeestering van die ander. Bruner sluit hiermee nou aan by die werk van Piaget. Waar dit egter Piaget se siening is dat daar gewag moet word totdat leerders gereed is vir sekere inhoud, neem Bruner die teenoorgestelde standpunt in (Bruner, 1966:44):

"Any idea or problem or body of knowledge can be presented in a form simple enough so that any particular learner can understand it in a recognizable form."

Dit hou die belangrike implikasie in dat daar maniere is waarop selfs die mees komplekse konsepte aangebied kan word sodat leerders van enige ouderdom dit kan bemeester op 'n vlak wat ooreenstem met hul verstandsvermoëns. (Bruner het byvoorbeeld kwadratiese vergelykings en die eienskappe van wiskundige groepe vir leerders in die laer grade probeer leer.)

2.5.3.1 Bruner: Sintese

Die betekenis wat Bruner heg aan aspekte soos toereikende aandag gee (konsentrasie) en die verwerping van die nodige (prakties georiënteerde) voorkennis, word wyd aanvaar. Indien leerders nie konsentreer nie of aspekte van wiskunde ontoereikend bemeester het, of as die nodige voorkennis ontbreek, kan die nodige kennis nie uit die

langtermyngeheue onttrek word nie. Die korttermyngeheue word in so 'n geval oorlaai met irrelevante of selfs foutiewe inligting (wat in die langtermyngeheue geberg word).

In die taal van Bruner impliseer 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde derhalwe onder meer dat leerders genoeg tyd daaraan sal spandeer om teoretiese kennis behoorlik in hul kognitiewe strukture te berg. Toereikende inligtingsverwerking is slegs moontlik indien inhoud in wiskunde sinvol by leerders se ontwikkelingsvlak aanpas. Egte verstaan van werk (wat die hoogste vlak van inligtingsverwerking verteenwoordig) vind eers plaas wanneer leerders inkomende inligting in verband kan bring en kan integreer met relevante voorkennis, en dit werk weer optimale retensie van leerstof in die langtermyngeheue in die hand.

2.5.4 Die veldteorie van Lewin

Lewin se teorie kan kwalik as 'n afgeronde leerteorie beskou word. Hy het nietemin 'n betekenisvolle bydrae gelewer met sy formulering van die volgende insigte (Lewin, 1951):

- ★ die persoon se sielkundige omgewing en lewensruimte. Lewin is van mening dat persone hulle in 'n sielkundige omgewing bevind, omring deur 'n nie-sielkundige omgewing (alle persone het boonop hul eie, unieke lewensruimte). Die mens neem hierdie omgewing op 'n unieke wyse waar en interpreteer dit op 'n ewe unieke wyse. Hierdie lewensruimte ontstaan as gevolg van die mens se unieke fisiese en sosiale omgewing. Hindernisse binne hierdie veld gee aanleiding tot spanningsisteme. Om hierdie spanning te verwyder, moet daar opgetree word. Indien leerders se studie-oriëntasie in wiskunde byvoorbeeld gekenmerk word deur 'n geneigdheid om die uitvoering van take te vermy, moet hulle gestraf word (of met straf gedreig word). In die proses word hulle aangespoor om die take wel uit te voer.
- ★ behoefte, spanning en valensie. Behoefte veroorsaak dat spanning of ontlading van energie in persone se lewensruimte toeneem. So 'n behoefte kan iets fisiologies wees (honger, dors), maar dit kan ook 'n hoër-ordebehoefte wees (soos 'n intensie om 'n taak af te handel, om te studeer of om 'n beroep te beoefen). Objekte in

mense se veld het vir hul afstotings- of aantrekkingskrag. Objekte wat persone aantrek, het 'n negatiewe valensie, veroorsaak 'n krag wat die persoon tot beweging dwing, en andersom (Aronstam, 1986). In terme van 'n studie-oriëntasie in wiskunde impliseer dit dat leerders wat 'n negatiewe valensie teenoor die vak het (om watter redes ook al: swak onderrig, gebrekkige motivering, ontoereikende studiehoudings of -gewoontes, swak milieu of 'n onvermoë om inligting toepaslik te verwerk), belangstelling sal verloor, en andersom.

'n Outeur wat nou saam met Bruner gewerk het aan die Universiteit van Harvard, is Dienes.

2.5.5 Dienes se kognitiewe teorie van veelvuldige beliggaming

Dienes is van mening dat konsepte in sogenaamde *multiple embodiments* aan leerders gebied behoort te word. Dit wil sê, leerders moet met verskillende soorte materiaal gekonfronteer word - en al die materiaal moet die spesifieke konsep beliggam of verteenwoordig (Dienes, 1964). Vir Dienes behels wiskunde die studie van strukture, die klassifikasie van strukture, die uitsorteer van verwantskappe tussen die strukture en die kategorisering van verwantskappe tussen strukture. Hy is van mening dat leerders konsepte alleen kan verstaan wanneer hierdie konsepte eers op konkrete, fisiese wyse aan hulle gebied is. Dienes definieer die begrip 'konsep' as 'n wiskundige struktuur. Hy onderskei tussen drie verskillende soorte konsepte:

- ★ suiwer wiskundige konsepte omvat numerieke klassifikasies en verwantskappe tussen syfers. So word die konsep ewe getal deur 4, twaalf en vi voorgestel, ten spyte daarvan dat die voorstellings verskil;
- ★ notasionele konsepte is daardie eienskappe van syfers wat 'n direkte effek het op die wyse waarop syfers voorgestel word. So beteken 67 ses tiene en sewe ene;
- ★ toegepaste konsepte dui op die toepassing van suiwer en notasionele konsepte op probleemoplossing in wiskunde en verwante velde. Wanneer 'n leerder byvoorbeeld die volgende foute maak:

$$3x + 9 = 15$$

$$\Rightarrow x + 9 = 15 - 3,$$

of: $p^3 \cdot p^4 = p^{12}$,

beteken dit dat hulle suiwer en notasionele konsepte toepas sonder dat hulle dit behoorlik verstaan. Ten einde hierdie tipe foute te vermy en wiskunde toereikend te leer, meen hy dat leerders eers die volgende moet kan doen:

- ★ analiseer wiskundige strukture en hul logiese verwantskappe;
- ★ abstraher en klassifiseer gemene eienskappe uit verskillende strukture;
- ★ veralgemeen klasse strukture wat voorheen geleer is deur hulle tot groter klasse te vergroot; en
- ★ gebruik voorheen geleerde abstraksies om meer komplekse, hoër-orde-abstraksies te konstrueer.

Dienes (Dienes & Golding, 1971) glo, soos Piaget, dat wiskundige konsepte in progressiewe stadia van leerders se ontwikkeling aangeleer behoort te word, te wete:

- ★ vrye spel (ongestruktureer en indirek);
- ★ games (meer gestruktureerde speletjies). Nadat leerders op 'n ongestruktureerde wyse met voorstellings van 'n konsep kennis gemaak het, sal hulle self patrone en reëlmatighede begin ontdek;
- ★ soeke na gemeenskaplikhede;
- ★ voorstelling. Nadat leerders die gemene elemente van elke voorbeeld van 'n konsep waargeneem het, moet hulle 'n enkele voorstelling van die konsep verkry; 'n voorstelling wat al die gemeenskaplikhede insluit. Hierdie voorstelling kan diagrammaties, verbaal of 'n insluitende voorbeeld wees;
- ★ simbolisering; en
- ★ formalisering. Nadat leerders 'n konsep en die verwante wiskundige strukture aangeleer het, behoort hulle die eienskappe van die konsep meer formeel te orden en die gevolge daarvan te oorweeg.

Die ooreenkoms tussen die voorgenoemde stadia en Piaget se stadia van intellektuele ontwikkeling is opvallend. Eersgenoemde is inderdaad ook in 'n groot mate op laasgenoemde gebaseer.

Daar word vervolgens kortliks stilgestaan by die leerteorie van Guilford.

2.5.6 Guilford se model van die kognitiewe struktuur van die intellek

Waar Piaget en andere op die stadia van intellektuele ontwikkeling gefokus het, het Guilford 'n drie-dimensionele model ontwerp wat 120 verskillende tipes intellektuele aanlegte bevat (Guilford, 1959). Hierdie 120 intellektuele faktore sluit die meeste van daardie faktore wat gespesifiseer en gekwantifiseer kan word, in. Met hierdie model het Guilford en sy kollegas ook gepoog om die begrip 'algemene intelligensie' in 'n verskeidenheid spesifieke verstandsaanlegte te analiseer en te struktureer. Die nut van hul bevindinge is onder meer daarin geleë dat hulle die volgende feit geverifieer het: **sels besonder intelligente leerders ervaar probleme met sekere aspekte van wiskunde, terwyl minder intelligente leerders verrassend goed mag presteer in die uitvoering van sekere verstandstake.** Met ander woorde, dit is belangrik dat sielkundiges sal begryp dat individuele leerders oor 'n verskeidenheid van spesifieke verstandelike sterk en swak punte mag beskik. Toetse is ontwerp om talle van hierdie faktore te identifiseer ten einde toepaslike take te selekteer waarmee leerders gehelp kan word om prestasieprobleme te oorkom.

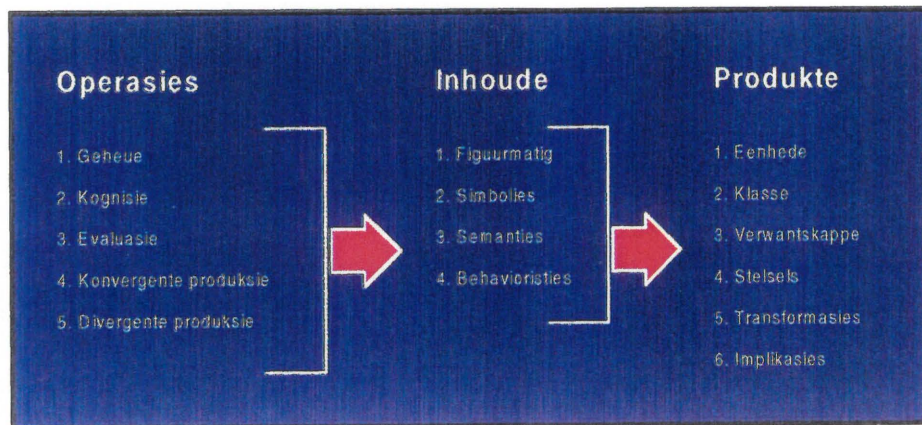
Guilford se model omskryf leer- en intellektuele ontwikkeling in terme van drie veranderlikes:

- ★ operasies, wat dui op die versameling van verstandspesesse wat in die leerproses gebruik word (geheue, kognisie, evaluasie, konvergente produksie en divergente produksie);
- ★ leerinhoud, wat figuurmatige inhoude (driehoeke, parabole), simboliese inhoude (+, =), semantiese inhoude (woorde en idees wat 'n spesifieke voorstelling in die geheue oproep wanneer dit gebesig word: boom, hond, kat) en behavioristiese inhoude (die manifestasies van mense se stimuli en response) insluit. Figure, simbole, die gesproke en geskrewe woord (semantiek) en gedrag kombineer om al die onderskeibare informasie in die mens se omgewing te beslaan; en
- ★ leerprodukte, wat eenhede (enkele simbool, figuur, woord), klasse (versamelings eenhede), verwantskappe (verbindings tussen eenhede en klasse), sisteme

(verbindings van al drie die voorgenoemde), transformasies (die proses waartydens informasie gemodifiseer, geherinterpreteer en geherstruktureer word) en implikasies (voorspellings oor die gevolge van interaksies tussen al die voorgenoemde) insluit.

Ruimte ontbreek om hierdie model in breër trekke te omskryf en daar word volstaan met 'n skematiese voorstelling daarvan.

FIGUUR 2.2: GUILFORD SE ANALISE VAN INTELEKTUELE VERMOËNS



Aangepas uit Bell (1978)

Een herhalende tema by die leerteorieë wat tot dusver bespreek is, is die siening dat wiskundeleerders se studie-oriëntasie, ideaal gesien, afgespits behoort te wees op insigverwerwing in die **konsepte** van wiskunde - deur óf die struktuur van die inhoud óf die interverwantskap tussen elemente van 'n probleem te verstaan. Navorsing ten aansien van kleiner kinders se rekenkundige vaardighede bring reeds die belangrikheid van konseptuele insig aan die lig. Selfs die eenvoudigste optellings- en aftrekkingsalgoritmes is gewortel in konseptuele insig in basiese wiskundige konsepte. Navorsers toon duidelik aan dat selfs leerders se foute in mindere of meerdere mate aanduidend is van insig in basiese beginsels (Bell, 1978).

2.5.7 Die kognitiewe leerteorie van Vygotsky

Waar ontwikkelingsleerteoretici van mening is dat leer deur sowel kognitiewe, morele en sosiale ontwikkeling (wat beteken: ervaringsleer, leer deur konkrete ervaring en leer deur sosiale interaksie) teweeggebring word, is Vygotsky (1962; 1978) van mening dat kognitiewe groei hoofsaaklik deur **sosiale interaksie** teweeggebring word. Met hierdie siening word die **verband** tussen die rol van die affek en die intellek beklemtoon wanneer eenvoudige, maar ook ingewikkelde take aangepak word. Hierdie siening (Vygotsky, 1978) hou onder meer in dat probleemoplossing teweeggebring word deur die **integreering** van persoonseienskappe soos motivering, leerders se emosies, hul kognitiewe strategieë en die mate waarin hulle metakognitiewe prosesse implementeer tydens die oplossing van probleme. Vygotsky (1962:8) sê die volgende in hierdie verband:

"their separation ... is a major weakness of traditional psychology since it makes the thought process appear as an autonomous flow of 'thoughts thinking themselves', segregated from the fullness of life, from the personal needs and interests, the inclinations and impulses of the thinker."

Piaget (1964;1976) is van mening dat insig in die basiese struktuur van wiskunde, asook die vermoë om wiskundige operasies uit te voer, deur leerders bemeester word wanneer hulle hul interaksies binne hul fisieke, sosiale en kulturele omgewings rekonstrueer. Hiermee bedoel hy dat wiskundige ontwikkeling die resultaat is van leerders se selfregulerende en outonome interaksies met hul omgewings. Vygotsky (1981) verskil egter van Piaget. Hy kan nie aanvaar dat leer ondergeskik is aan ontwikkeling nie. Hy verwerp ook die siening dat leer beskou behoort te word as die proses van die uitbreiding van aangebore strukture. Die rol van sosiale interaksie in Vygotsky se benadering tot leer kan nie onderskat word nie. Hy beklemtoon juis die essensiële invloed van leer op ontwikkeling. Vygotsky (in Wertsch & Toma, 1994:162) stel dit soos volg:

"Any function in the child's development appears twice, or on two planes ... the social plane, and ... the psychological plane. First it appears between people as an interpsychological category. This is equally true with regard to

voluntary attention, logical memory, the formation of concepts, and the development of volition ... it goes without saying that internalization transforms the process itself and changes its structures and functions. Social relations or relations among people underlie all higher functions and their relationships."

2.5.7.1 Vygotsky: Sintese

Vygotsky is van mening dat leer ontwikkeling rig, eerder as om dit te volg. Vygotsky se idee van die sone van **proksimale ontwikkeling** word wyd aanvaar en gerespekteer. Kilpatrick (1992:9) stel dit soos volg:

"the difference in level of difficulty between problems that one can solve alone and those one could solve with the help of others is being used by researchers interested in the social mediation of cognitive change."

Vygotsky (1978:86) definieer die sone van proksimale ontwikkeling self soos volg:

"It is the distance between the actual development level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers."

Vygotsky verwys met sy definisie na daardie kognitiewe funksies wat in die proses van maturasie is, maar wat in 'n bepaalde stadium nog nie gematureer het nie of wat in 'n embriostadium is. Leerders se verwerklakte of bereikte ontwikkelingsvlak konstitueer vir Vygotsky kognitiewe ontwikkeling op 'n retrospektiewe vlak, terwyl leerders se sone van proksimale ontwikkeling op hul kognitiewe ontwikkeling op 'n bereikbare of potensieel bereikbare vlak dui. Vygotsky beklemtoon dit verder dat kulturele betekenis deur goeie onderrig vermeng behoort te word met persoonlike betekenis.

2.6 DIE INLIGTINGSVERWERKINGSMODEL VAN INSIGVERWERWING

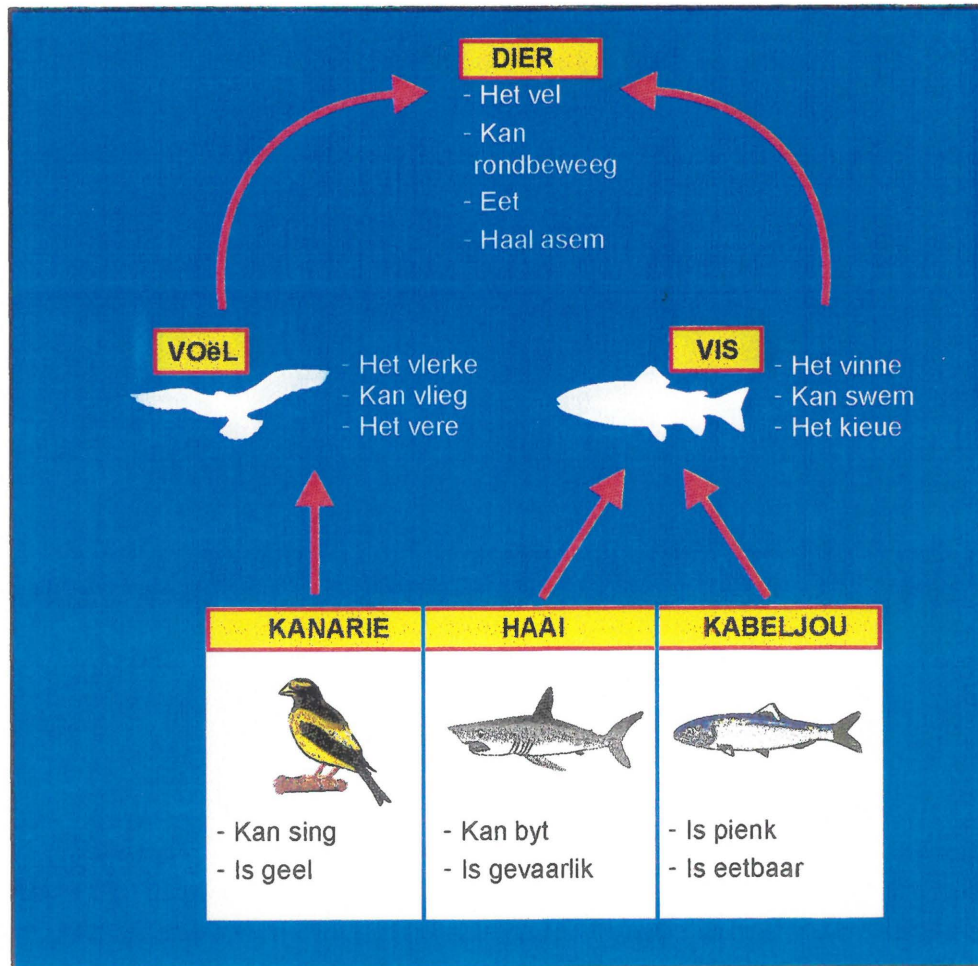
Etlieke inligtingsverwerkingsbenaderings tot die leerproses kan onderskei word. McShane (1991:8) wys daarop dat "*communications theory ... the theory of computation ... artificial intelligence ... and linguistics,*" onder meer tot die ontwikkeling van hierdie teorie bygedra het. Case (1985) wys weer daarop dat al die inligtingsverwerkingsmodelle onder meer die standpunt inneem dat inligtingstransformerende prosesse (die berging, verwerking en die potensiaal vir die herroep van inligting) in die menslike kennisbesit plaasvind en dat leerders oor 'n beperkte vermoë beskik om inligting te verwerk.

Daar word verder onderskei tussen wat genoem word die **werksgeheue** (waar gekodeerde inligting tydelik geberg word ten einde onmiddellik herroep en gebruik te kan word) en die **langtermyn-** of **semantiese** geheue (alles wat individue weet, alle kennis waaroor hulle beskik) waar alles permanent geberg word. So verklaar Cermak (1983:599) byvoorbeeld:

"the learning disabled students' slower speed of processing (is related) to the semantic content of the material, therefore leading to a diminished ability to store and retrieve information."

Figuur 2.3 illustreer die wyse waarop kennis volgens hierdie teoretici in die menslike brein geberg word (Resnick & Ford, 1981):

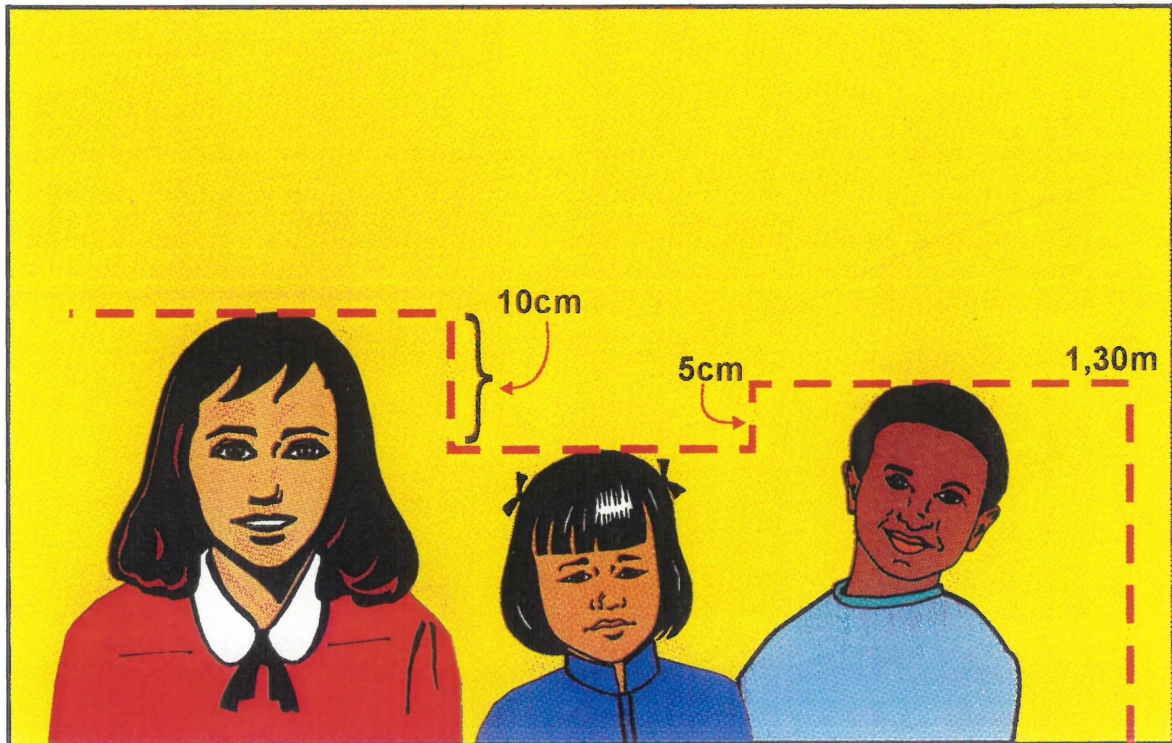
FIGUUR 2.3: INLIGTINGSVERWERKINGSTEORETICI SE VOORSTELLING VAN DIE WYSE WAAROP KENNIS IN DIE MENSLIKE BREIN GEBERG WORD



Aangepas uit Resnick & Ford (1981)

Volgens die mees algemene inligtingsverwerkingsteorieë word alle menslike kennis gestruktureerd en georganiseer geberg ('n siening wat nou aansluit by die gestaltsielkundige leerteorieë), in die vorm van spesifieke kennisstrukture. Soos Piaget (1952) en Bruner glo hierdie teoretici dat die menslike verstand aktief aan die werk is en nie bloot besig is om eksterne assosiasies in te neem nie. Goodstein (1981) is van mening dat die aanwesigheid van visuele hulpmiddels, *cue words*, woordeskat en semantiese kompleksiteit faktore is wat 'n betekenisvolle rol speel in leerders se vermoë om probleme op te los. Met die bygaande figuur word die beginsel 'visualisering' geïllustreer (Resnick & Ford, 1981):

FIGUUR 2.4: RESNICK & FORD SE VOORSTELLING VAN DIE BEGINSEL 'VISUALISERING'



Aangepas uit Resnick & Ford (1981)

Idees en konsepte staan in 'n vaste verwantskap tot mekaar en leer bestaan uit die konstruering van sowel nuwe verbindings en -verwantskappe as die ontvangs van nuwe items van inligting. Dit hou onder meer in dat die primêre doel met die leer van wiskunde die verwerwing van deeglik **gestruktureerde kennis van wiskunde** is. Drie kriteria vir die deeglike struktuurering van wiskundige kennis word onderskei, te wete:

- ★ ooreenstemming (*correspondence*), wat deur Resnick & Ford (1981:235) gedefinieer word as "the match of one's mental picture with correct mathematical concepts";
- ★ integrasie, wat gedefinieer word as "the degree of interrelatedness of concepts within a particular domain of mathematics." (Resnick & Ford, 1981:235); en
- ★ verbondenheid (*connectedness*), wat dui op die mate waarin kennis in een kennisdomein van wiskunde verbind word met kennis in 'n ander domein.

Die volgende vraag wat beantwoord moet word, is: Op welke wyse kan inligtingsverwerkingskennis en -strategieë gebruik word om **probleemoplossing** en die verwerwing van **probleemoplossingsvaardighede** te bevorder?

2.6.1 Probleemoplossing by wyse van inligtingsverwerking

Bell (1978:119), in navolging van Gagné, stel die aangeleentheid van probleemoplossing binne die konteks van inligtingsverwerking soos volg in perspektief:

"problem-solving is a higher order and more complex type of learning than rule-learning, and rule acquisition is prerequisite to problem-solving. Problem-solving involves selecting and chaining sets of rules in a manner unique to the learner which results in the establishment of a higher order set of rules which was previously unknown to the learner. Words like discovery and creativity are often associated with problem-solving. In rule-learning, the rule to be learned is known in a precise form by the teacher who structures activities for the student so that he or she will learn the rule in the form in which the teacher knows it and will apply it in the correct manner at the proper time. The rule exists outside the learner who attempts to internalize the existing rule. In problem-solving the learner attempts to select and use previously learned rules to formulate a solution to a novel (at least novel for the learner) problem."

Die inligtingsverwerkingsteoretici gaan egter nog verder:

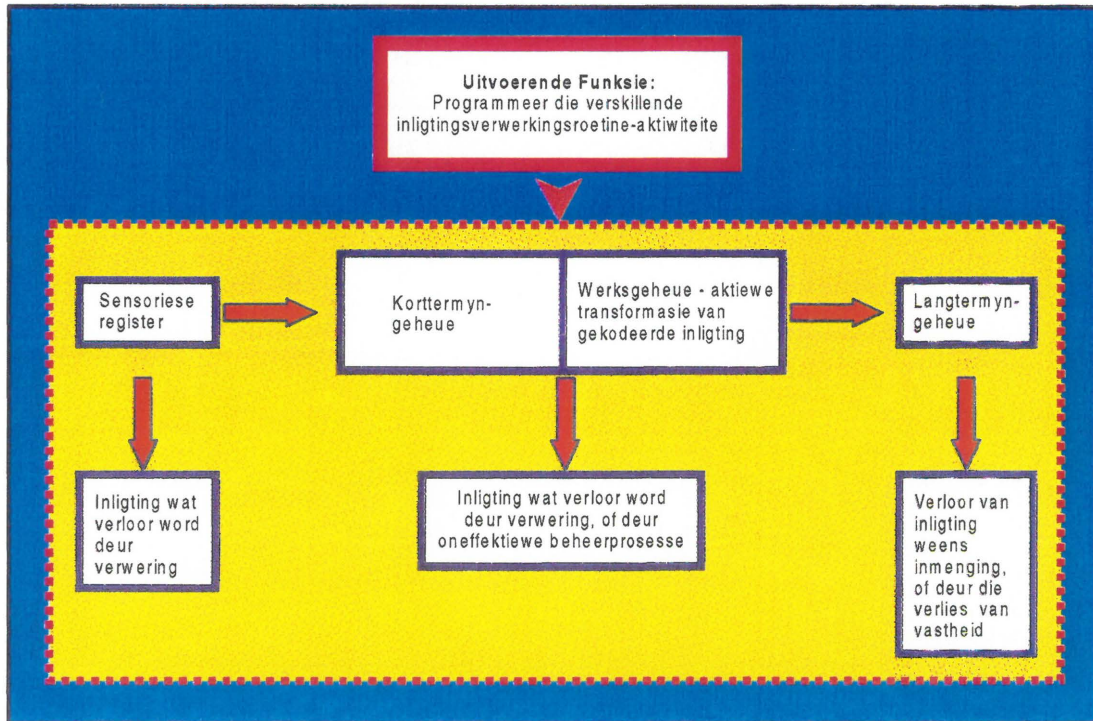
"stored subject-matter knowledge cannot solve problems. There must also be a mechanism to direct the mental search through the networks to retrieve information. And there has to be a mechanism for actively generating and testing new relations among concepts and structures when the needed information is not stored in exactly the form that seems to be required."
(Resnick & Ford, 1981:236).

Anders gestel: slegs kennis en inligting wat geïnternaliseer is, kan probleme nie oplos nie. Daar bestaan 'n behoefte aan 'n meganisme om die brein se soektog (deur die netwerke van kennis) te rig, sowel as 'n meganisme om op 'n aktiewe wyse nuwe verwantskappe tussen konsepte en strukture te skep wanneer die inligting wat benodig word nie in die vereiste vorm beskikbaar is nie. Volgens inligtingsverwerkingsteorieë beskik die menslike brein, benewens die genoemde kennisstrukture, oor 'n wye verskeidenheid probleemoplossingstrategieë wat help om probleme te interpreteer, gebergde kennis en prosedures op te spoor en nuwe verwantskappe of relasies tussen afsonderlik gebergde items te skep. Hierdie strategieë organiseer die denkproses en doen 'n beroep op verskillende kenniskomponente om 'n plan ter oplossing van die probleem daar te stel.

Swanson (1987) verwys na die potensiële nut van die rekenaar in diens van die optimalisering van leerders se studie-oriëntasie. Hy sê naamlik dat dit gemeenplaas geword het om die konsep van die persoonlike rekenaar as model vir die verklaring van die wyse waarop die menslike brein sensoriese inligting verwerk, aan te wend. In hierdie verband verduidelik Swanson (1987) byvoorbeeld die volgende drie algemene komponente van inligtingsverwerking na analogie van die werking van die rekenaar:

- ★ die strukturele komponent (soos die rekenaar se hardeware) wat die parameters waarbinne inligting op 'n sekere stadium geberg kan word, definieer;
- ★ die kontrolerende komponent (soos die rekenaar se sagteware) wat die operasies op die verskillende stadiums beskryf; en
- ★ die uitvoerende proses, waardeur die leerder se leerstrategieë bestuur en gemonitor word. Inligting word opeenvolgend en gelyktydig verwerk of getransformeer soos wat dit deur die verskillende komponente van die stelsel vloei. Swanson (1987:3) stel die proses soos volg voor:

FIGUUR 2.5: SWANSON SE VOORSTELLING VAN DIE WYSE WAAROP LEERSTOF GEORDEN WORD



Aangepas uit Swanson (1987)

Die voorgenoemde insigte word soos volg deur Gagné (1983:8-10) saamgevat:

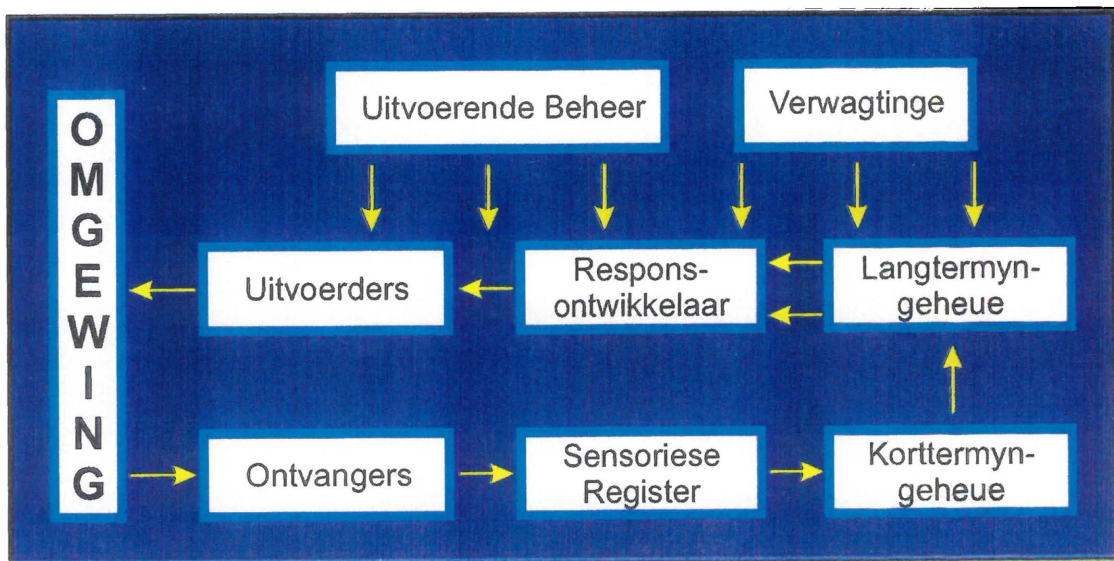
"Cognitive learning theory proposes the following things about human learning:

1. The fundamental unit that is learned and stored in human memory is a semantic unit ... it is inherently meaningful.
2. ... the physical stimulation that is delivered to the senses is transformed into nervous impulses, which are then best viewed as intricate masses of information ... [where] this dynamic complex undergoes several kinds of transformation ... sequential ... simultaneous or parallel.
3. *The kinds of transformation that this information undergoes are called processes, and the main concern of modern cognitive theories is with what these processes are and how they work*
4. ... a prominent part is played by'control processes', or 'executive control processes'.... [which] are controlled by the learner ... [and are] the means he or she has of influencing the other processes of learning.

5. The processing that turns external stimulation into learned information may be said to be influenced by inputs from three sources:
- First, learning is affected by whatever organization or patterning is imposed on the external stimulus
 - Second, learning is influenced by the executive control processes available to, and used by, the learner
 - Third, learning is influenced by the contents of memory - in other words, by what has previously been learned."

Die voorgaande proses word soos volg met die volgende figuur voorgestel:

FIGUUR 2.6: GAGNÉ SE VOORSTELLING VAN DIE WYSE WAAROP LEERSTOF GEORDEN WORD



Aangepas uit Gagné (1983)

Om op te som: kontemporêre inligtingsverwerkingsleerteoretici huldig die mening dat die aktiwiteite 'leer' en 'onthou' deur interne prosesse (wat beïnvloed word deur die eksterne organisering van stimuli) teweeggebring word. Uitvoerende beheer of kontrole oor hierdie prosesse word deur sowel leerders as hul geheue-inhoude bewerkstellig.

2.6.2 Inligtingsverwerking by wyse van metalear

Lippert (1987:275) stel die voormelde begrippe op die volgende wyse in perspektief:

"As scientific knowledge proliferates, information selection becomes more of a critical issue ... education still seems to presuppose an image of the student as a retainer of, rather than a processor of experience and information. We require students to memorize unintegrated bits of information rather than helping them refine and structure their knowledge by useful employment of it. We are more concerned with what answers are given than with how they are produced. Students therefore learn to solve problems by plugging given values into variables, and never adopt the conceptualization underlying the problem. As a result the principles, constraints and contextual issues inherent in the content are never really grasped - and thus forgotten within a short time. This shortcircuits not only retention, but also transfer."

Sy definieer **metakognisie** as kennis omtrent kennis en persoonswaardigheid (Lippert, 1987) en wys daarop dat ontoereikende implementering van hierdie strategiese kennisstrategie probleemoplossing ernstig belemmer. Verder wys sy daarop dat alle leer doelgerig is en dat leerders derhalwe hul aktiwiteite en kennisbesit op hierdie doelwitte behoort te rig ten einde leerprobleme tot 'n minimum te beperk. Flavell & Wellman (1977) wys daarop dat vier klasse van metakognitiewe kennis onderskei kan word:

- ★ take, aangesien kennis aangaande die aard van take dikwels prestasie ten aansien van 'n taak beïnvloed;
- ★ die self, insluitende kennis van die leerder se idiosinkratiese vaardighede, sterk en swak punte;
- ★ strategieë (of kennis aangaande die differensiële waarde van potensiële oplossingstrategieë); en
- ★ interaksies (kennis aangaande die onderlinge interaksie tussen die voormelde kennistipes beïnvloed kognitiewe prestasie).

Lippert (1987) wys ten slotte op die belangrikheid daarvan dat leerders 'n **volledige kennisbasis** in wiskunde moet opbou. So 'n kennisbasis sluit onder meer die volgende faktore in, wat deel behoort te wees van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde:

- ★ kritiese denke by wyse van die aktiewe implementering van analise, sintese en evaluering;
- ★ dat leerders oor hul eie denke nadink (metaleer);
- ★ dat leerders verskillende kennisdomeine integreer;
- ★ die stimulering van 'voorwaardelike denke', deur nie alleen te dink aan die vrae **wat** en **hoe** nie, maar ook noukeurig te reflekteer oor **waar**, **wanneer** en **waarom**;
- ★ dat leerders se besluitnemingsvermoë binne verskillende kontekste gestimuleer word, met gebruikmaking van waarskynlikhede en 'n heuristiese ingesteldheid, gerugsteun deur kwalitatiewe en kwantitatiewe getuienis;
- ★ dat leerders verwantskappe, patrone en korrelasies ontdek;
- ★ dat leerders enersyds **self** probleme probeer oplos en andersyds self nuwe probleme probeer ontwerp (deur van analogieë gebruik te maak); en
- ★ dat leerders eerder kwalitatief redeneer as om staat te maak op sogenaamde *number crunching*.

2.7 DIE KONSTRUKTIEWISTIESE BENADERING TOT DIE LEER VAN WISKUNDE

2.7.1 Die konstruktiewistiese of ontwikkelingsprosesmatige leerteorie van Piaget

Piaget sê die volgende in verband met kinders se oorspronklike leer-oriëntasie (Piaget, 1980:26):

"within the space of a few years (the child) spontaneously reconstructs operations and basic structures of a logico-mathematical nature, without which he would be understanding nothing of what he will be taught in school ... He reinvents for himself, around his seventh year, the concepts of reversibility, transitivity, recursion, reciprocity of relations, class inclusion, conservation of numerical sets, measurements, organization of spatial references."

Die volgende konsepte figureer herhaaldelik in Piaget se teorieë en hulle word kortliks toegelig.

- ★ Die vorming van kognitiewe strukture. Vir Piaget bestaan kognitiewe strukture uit daardie aktiwiteits- en denkpatrone waardeur leerders hul aktiwiteite of leerhandelinge orden en beplan.
- ★ Inhoud. Leerders bekom inhoud deur ervaring en handeling; deur op 'n bepaalde oomblik of tydstip in hul lewe te sien, voel, hoor, ruik en aan te raak .
- ★ Skema. Skemas is duidelike eenhede van fisieke of verstandelike handelinge wat dikwels herhaal word. Leerders beskik oor skemas wat gedurig ontwikkel, verander, meer kompleks van aard raak. Hierdie skemas vorm die boustene van leerders se kognitiewe strukture.
- ★ Funksionele nie- of onveranderlikes. Die wyse waarop leerders deur hul hele lewe funksioneer, bly konstant. Dit geskied aan die hand van organisasie (leerders se aangebore neiging om strukture en vermoëns te koördineer) en aanpassing (die proses waardeur leerders hul omgewing leer hanteer).
- ★ Ekwilibrasie en ewilibrum. Deur assimilasie word sekere konsepte en ervarings by leerders se bestaande konsepte en ervarings geïntegreer; deur akkommodasie word bepaalde veranderinge in leerders se bestaande kognitiewe strukture aangebring. Ekwilibrum dui daarop dat assimilasie en akkommodasie in ewewig is, terwyl ekwilibrasie dui op die proses waardeur leerders gedurig van een toestand van ewilibrum na 'n ander, meer gevorderde of komplekse toestand beweeg.
- ★ Desentrering. Volgens Piaget, in Inhelder & Chipman (1976), is die geleidelik ontvouende toestand van ewilibrum tussen assimilasie en akkommodasie die resultaat van opeenvolgende desentrerings. Dit dui daarop dat leerders daartoe in staat is om op 'n gegewe tydstip hulle aandag op 'n bepaalde saak (of aspek daarvan) te konsentreer.
- ★ Operasies. Vir Piaget is operasies denkhandelinge wat volgens gegewe reëls deurgevoer word en wat omkeerbaar is. Operasies het vier eienskappe. Dit kan

verstandelik en fisies uitgevoer word; dit is 'n aksie met 'n omgekeerde; dit stel die behoud van die onveranderlike voor, hoewel transformasie moontlik is (7 kan $4 + 3$ of $5 + 2$ wees); en geen operasie staan geïsoleerd nie, maar vorm altyd deel van 'n groter struktuur of geheel.

Piaget se beskouing oor leerders se kognitiewe ontwikkelingsstadia is net so belangrik soos sy sieninge oor die leerproses.

2.7.1.1 Piaget se siening van leerders se kognitiewe ontwikkelingsstadia

Piaget onderskei soos volg tussen leerders se kognitiewe ontwikkelingsstadia:

- ★ 0-2 jaar: die sensories-motoriese stadium. In hierdie stadium leer kinders bloot om hul sensories-motoriese aktiwiteite te beheer en te koördineer. So leer hulle om beheer oor hul omgewing uit te oefen en tussen hul eie liggaam en die onmiddellike omgewing te onderskei. Ook verwerf kinders klassifikasie en permanensie, wat weer as voorloper van konservasie beskou kan word (Liebeck, 1984).
- ★ 2-7 jaar: die pre-operasionele stadium. Vanaf ongeveer 2-4 jaar (wanneer taal snel ontwikkel) is kinders in die stadium van pre-konseptuele of simboliese denke en van 4-7 jaar in die intuïtiewe stadium, wanneer hulle al meer gebruik maak van simbole. Aangesien leerders so geweldig egosentrië ingestel is, is hulle nie in staat tot desentrering nie. Die oorgang van pre-logiese tot logiese denke, of van die pre-operasionele tot die operasionele stadium, word op 'n eenvoudige wyse getoets deur vas te stel of leerders oor konservasie of invariansie beskik. Dit dui daarop dat bepaalde aspekte van 'n saak dieselfde of konstant bly terwyl ander aspekte verander. So word twee stelle van vyf figure tegelykertyd aan kinders gewys en word hulle gevra of die twee stelle ewe veel objekte bevat. Daarna word die figure in een van die stelle uitgesprei en word die vraag herhaal. Kinders in die pre-operasionele stadium kan nie insien dat die twee stelle steeds ewe veel objekte bevat nie (Copeland, 1982; Piaget, 1977)

- ★ 6/7-12 jaar: die konkreet-operasionele stadium. Piaget noem die tydperk tussen leerders se sewende lewensjaar en hul elfde tot twaalfde lewensjaar hul konkreet-operasionele ontwikkelingstadium (Louw, Schoeman, Van Ede & Wait, 1996). Egosentrisme verminder nou en hulle raak gereed vir die begryping van omkeerbaarheid, klassifisering en die ordening van voorwerpe. Dit is belangrik dat kinders in hierdie stadium van genoeg konkrete wiskundige materiaal voorsien word, as basis vir die ontwikkeling van wiskundige idees en konsepte. Terwyl hulle met konkrete voorwerpe werk, verwerf hulle gaandeweg die vermoë om die onderliggende wiskundige idees of strukture te ontdek. Piaget (1973) beskou die tekort aan konkrete materiaal in sekere leeromgewings as die basis van menige leerder se mislukking in wiskunde. (Hoewel Piaget die ouderdom 7 aangee as die ouderdom waarop kinders *conservation of number* of getalskonservering bemeester, waarsku hy indringend dat hierdie tydsaanduiding, soos ook sy ander tydsaanduidinge, relatief is). (Lavatelli, 1974).

- ★ 11/12 jaar tot volwassenheid: die formeel-operasionele stadium. In hierdie stadium kan leerders op die abstrakte denkvlak funksioneer, waar hulle nie nodig het om hul toevlug tot die konkrete, reële wêreld te neem nie. Wiskunde kan nou op 'n meer formele wyse geleer word. Vanaf 'n arbitrêr gekose vertrekpunt kan daar by wyse van logiese, deduktiewe stappe beweeg word na die vlak van die abstrakte of die simboliese. Hierdie denkvlak is nie eie aan die laerskoolleerder nie, wat steeds behoefte het aan eerstehandse ervarings met konkrete materiaal.

Navorsers soos Chiappetta, McKinnon & Renner (in Gadanidis, 1994) wys egter daarop dat Piaget oeroptimisties was in sy skatting van die ouderdom van 11/12 as die aanvang van die formeel-operasionele stadium en dat hul navorsing bevestig het dat 50% van alle leerders, 16 jaar en ouer, steeds konkreet-operasioneel funksioneer. Copeland (1984) verwys onder meer na die studie van Herron (1975) waarin aangedui word dat 50% van alle toetreders tot universiteite in die VSA op die konkreet-operasionele vlak funksioneer, terwyl minder as 25% volkome formeel-operasioneel funksioneer.

Ten slotte: Piaget het kennis nie as 'n vooraf gedetermineerde, ontvouende, innerlike proses beskou nie. Volgens hom ontstaan kennis en intelligensie nóg by die leerder, nóg by die omgewing, maar wel by die interaksie tussen die twee.

2.7.1.2 Die leer- en kognitiewe teorie van Piaget: Sintese

Enkele slotopmerkings oor Piaget se teoretiese beskouinge oor die leer van wiskunde word kortliks gemaak.

- ★ Die verband tussen die siening van Piaget en die gestaltpsigologie. Piaget se werk toon etlike ooreenkomste met die werk van die gestaltpsigoloë. Hy beskryf die verskil tussen die twee benaderings egter self soos volg: waar die gestaltsielkunde met 'n gestruktureerde stelsel werk, werk hy met 'n strukturende stelsel.
- ★ Individualisering of sosialisering? Geïndividualiseerde onderrig word nie deur Piaget onderskryf nie. Hy wys tereg op leerders se inherente egosentriese neiging en wys daarop dat konkreet-operasionele kinders reeds daartoe in staat is om by wyse van groepwerk verskillende standpunte te assimileer en daardeur hul skatting van konsepte meer in ooreenstemming met die realiteit te bring. Sosiale interaksie dien derhalwe vir hom 'n belangrike doel. Botsende sienings maak leerders juis bewus van ander standpunte waarmee hulle hul moet versoen, en op hierdie wyse word leerders uit die toestand van egosentrisiteit gehelp.
- ★ Aanleg vir wiskunde. Oor die vraag of sekere leerders bloot 'n aanleg vir wiskunde het, 'goed' is in die vak en ander nie, is Piaget redelik uitgesproke (Piaget, 1971:44):

"(Mathematics involves) a technical language comprising a very particular form of symbolism ... So the so-called aptitude for mathematics may very well be a function of the student's comprehension of that language itself, as opposed to that of the [mathematical] structures it describes ... Moreover, since everything is connected in an entirely deductive discipline [such as mathematics], failure or lack of comprehension of any single link in the chain of reasoning causes the student to be unable to understand what follows."

Hy dui hiermee aan dat hy hom distansieer van die stelling dat sekere leerders bloot aangelê is vir die vak en ander nie, waarby Copeland (1982:16) hom soos volg aansluit:

"The central problem in mathematics teaching then becomes one of relating the particular logic sequence being taught to the psychological or intellectual structures available to the child."

2.7.2 Moderne konstruktiewisme

Die **konstruktiewistiese** standpunt, soos geïnisieer deur leerpsigoloë soos Piaget en Skemp (1982), kan kortliks soos volg opgesom word: kennis kan nie op 'n rekenaarmatige wyse van een persoon na 'n ander oorgedra word nie. Leerders neem aktief deel aan die leerproses (Von Glasersfeld, 1991). **Assimilasie** verwys na die proses wanneer nuwe, maar steeds herkenbare idees teëgekomp word, en hierdie idees direk by bestaande kennisstrukture geïnkorporeer kan word. Hierdeur word bestaande skemas uitgebrei en verruim. **Akkommodasie** verwys weer na die proses wanneer nuwe idees verskil van die bestaande kennisstrukture. In so 'n geval bestaan daar heel moontlik kennisstrukture wat relevant, maar nie heeltemal toereikend is nie. Dan ontstaan daar 'n behoefte daaraan dat die bestaande kennisstrukture gerekonstrueer en geherorganiseer moet word. 'n Bestaande kennisstruktuur word **nie** verwyder nie, maar bly steeds voortbestaan as 'n onderdeel van nuwe strukture. Wanneer 'n nuwe idee dus verstaan word, beteken dit dat dit by 'n toepaslike, bestaande skema geïnkorporeer is (Gadanides, 1994; Olivier, 1989). Kennisskemas of -strukture is dus gedurig aan 't verander. Navorsers soos Skemp (1971) beklemtoon dit egter dat die vorming van nuwe konsepte afhanklik is daarvan dat leerders éérs konsepte wat vroeër bemeester is, moet **konsolideer**. **Verbalisering** van konsepte wat gekonsolideer moet word, was vir Skemp (1971) van besondere belang.

Die wêreldwye probleem van ontoereikende prestasie in wiskunde is onder andere toe te skryf aan die oorbeklemtoning van die absolute, objektiewe en strukturele aard van wiskunde. Hierdie uitgangspunt het oorsprong gegee aan verskeie produk-georiënteerde leerbenaderings (Ernst, 1989).

In teenstelling hiermee glo voorstanders van die konstruktivistiese benadering dat die operasionalisering van die vertrekpunte van die konstruktivistiese leerbenadering wiskunde vir leerders meer toeganklik en verstaanbaar maak. Marsh (1993:145) verwys spesifiek na die situasie in Suid-Afrika en sluit soos volg by Ernst se sienings aan:

"Perhaps social constructivism with its group-based, process oriented, problem solving and investigatory approach can serve to make the subject more accessible, more user-friendly and palatable to the average pupil."

Von Glasersfeld (1991:31) definieer konstruktivisme soos volg:

*"Constructivism ... asserts two main principles whose application has far-reaching consequences for the study of cognitive development and learning as well as for the practise of teaching, psychotherapy, and interpersonal management in general. The two principles are: (a) **knowledge is not passively received but actively built up** by the cognizing subject; (b) the function of cognition is adaptive and serves the organization of the experiential world, not the discovery of ontological reality."*

Von Glasersfeld (1991) wys verder op die radikale verskil tussen 'n konstruktivistiese benadering, waar leerstrategieë gemik is op die verstaan van probleme en vakinhoude (*teaching*), en 'n behavioristiese benadering waar die hoofdoel die herhaling en dril van sekere vaste patrone of metodes is (*training*). Volmink (1993:33-34) lig die voorgaande soos volg toe:

"Loosely defined, constructivism is a theory about how we construct our knowledge as active participants rather than receive knowledge as passive recipients. One of the perspectives that a constructivist paradigm provides, is a strong commitment to encourage students to realise that they live in a world constituted by their own experience and that they therefore should take charge of their own learning experiences."

Jaworski (1988) wys daarop dat **radikale konstruktivisme** twee basiese leerteoretiese vertrekpunte het. In die eerste plek aanvaar voorstanders van hierdie leerteorie dat kennis op aktiewe wyse deur leerders gekonstrueer (behoort te) word. Leerders kan kennis nie op passiewe wyse vanaf 'n onderwyser of vanuit die omgewing 'ontvang' nie. In die tweede plek glo hierdie leerteoretici dat die opdoen van kennis of *coming to know* (Jaworski, 1988) 'n aanpassingsproses is waartydens leerders hul ervaringswêreld (her-)organiseer. Leerders ontdek nie opnuut elke keer 'n onafhanklike wêreld wat buite hul geesteswêreld bestaan nie. **Sosiale konstruktivisme** benadruk weer die betekenis van kommunikasie en die konstruksie van 'gedeelde betekenis'. Linguistiese kommunikasie is hier van kardinale belang. Leerders word aangemoedig om met hul maats te praat of te kommunikeer, na hulle te luister en met hulle te onderhandel oor betekenis, sonder om bang te wees dat hulle as 'dom' of 'verkeerd' beskou sal word (Brodie, 1994).

2.7.2.1 Moderne konstruktivisme: Sintese

Die konstruktivistiese benadering ten aansien van leer laat die klem op **leerders en hul aktiwiteite self** val. Met behulp van hulpmiddels soos die *activity sheet* of fasiliteerblad (Gadanidis, 1994), asook die *mind map* of gedagtekaart word aan leerders die geleentheid gebied om te spekulêr, te ontdek, te kritiseer en te regverdig. Leerders luister na hul maats en kry die geleentheid om groepsprosesse (soos die belangrikheid daarvan om kennis en idees duidelik en verstaanbaar te kommunikeer, om plek in te ruim vir verskillende perspektiewe, om eie perspektiewe te regverdig, asook om die kwaliteit van eie kennis te evalueer) te internaliseer. Die fokus in die leersituasie verskuif na ontdekkende leer, metaleer en probleemoplossing. Leerinhoud behoort n u by leerders se verwysingsraamwerk aan te sluit en leerders te motiveer om wiskunde te wil doen. Inhoud moet leerders tot 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde aktiveer.

Volmink (1993:34) wys daarop dat moderne konstruktivisme klein, goed toegeruste klaskamers as 'n gegewe aanvaar, maar dat:

"In South Africa ... large classes will be the norm rather than the exception. We need to ask therefore, what adjustments need to be made to the constructivist approaches to teaching and learning, in order to make it more

effective and appropriate within our context."

Sielkundiges ondervind wêreldwyd probleme met sommige leerders se betrokkenheid by, deelname aan en begrip van die leerproses. Probleemoplossing in wiskunde is juis een van die aspekte van die vak waarmee leerders die meeste probleme ondervind. De Corte (1995:2) motiveer hierdie siening soos volg:

"There is at present substantial research evidence showing that many students in today's schools do not, or at least not sufficiently master the knowledge and skills underlying skilled learning and problem solving."

Leerders openbaar in die algemeen 'n kortsigtigheid as hulle met woordprobleme in wiskunde gekonfronteer word. Die meeste leerders ondervind probleme met die praktiese interpretering van oplossings vir wiskunde probleme. De Corte (1995:3) verwys na 'n studie in die VSA waarin leerders die volgende probleem moes probeer oplos:

"'n Weermagbus kan 36 soldate vervoer. As 1128 soldate na 'n opleidingsterrein vervoer moet word, hoeveel busse sal die weermag benodig?"

Die antwoord van die deelsom is 31 res 12. 70% van leerders kon die som regkry, maar slegs 23% kon die antwoord korrek interpreteer en tot die gevolgtrekking kom dat 32 busse benodig word. Hierdie bevinding klop met plaaslike ervaring in hierdie verband en beklemtoon weer eens die belangrikheid van realiteitsoriëntasie as aspek van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde. Die leer van wiskunde moet by uitstek daarop afgespits wees om leerders op selfhandhawing as volwassenes voor te berei. Leerders wat self probleme probeer oplos en hul eie metodes daarstel, ondervind in die algemeen nie probleme met die interpretering van hul resultate nie. Hierteenoor vind leerders wat sekere metodes slaafs navolg, meer dikwels probleme met die interpretering van hul resultate.

Maree (1995a) beklemtoon dit ten slotte dat leerders nie volkome op hul eie kan leer nie, maar dat hulle nogtans die leerproses in 'n sekere mate rig. Hy (Maree, 1995b:68) omskryf die rol van konstruktivisme binne die komplekse leerproses soos volg:

"Die probleemoplossingsbenadering, probleemgesentreerde leer, (sosiale) konstruktivisme, leerlingbetrokkenheid waartydens leerders hul eie algoritmes of standaardstrategieë om probleme op te los, ontdek, 'konstrueer' of vorm, is baie aanvaarbaar, [maar dan] in kombinasie met ander benaderings."

2.8 PROBLEEMSENTRERING

Die implementering van die probleemgesentreerde benadering tot die leer van wiskunde het in Suid-Afrika uiteenlopende reaksie tot gevolg gehad. Dit blyk dat daar geen klinkklare antwoorde is op die vrae ten opsigte van die suksesvolheid van die nuwe benadering nie. Maree (1995b:66) wys verder op die volgende:

"Ten spyte van die afwesigheid van substansiële data om hierdie stellings te ondersteun, illustreer die aanhalings die onkunde oor wat presies die nuwe benadering tot die onderrig en leer van wiskunde behels, wat die rol van die ouer (nie) moet wees (nie), verwarring en frustrasie en vrees dat lesse uit die geskiedenis dalk nie behoorlik ter harte geneem is nie."

Die implementering van die probleemgesentreerde benadering geskied nie sonder groeipyne nie. Maree beweer dat alhoewel die benadering reeds suksesvol in die praktyk toegepas word, daar geen formele bewyse bestaan wat die positiewe doelstellings van die benadering ondersteun of weêrlê nie. Maree (1995b:70) beklemtoon die uiteenlopende sieninge oor die probleemgesentreerde benadering soos volg:

"Terwyl talle wiskundiges by hierdie benadering staan of val, is daar talle wiskundedosente wat ernstige besware teen die benadering opper."

Dié benadering word vervolgens belig om perspektief op hierdie aangeleentheid te bring.

2.8.1 Wat is die probleemgesentreerde benadering tot die leer van wiskunde?

Die probleemgesentreerde benadering is 'n onderrigbenadering wat veral by die leerteoretiese aspek van die (sosiaal-)konstruktivistiese uitgangspunte aansluit. Daar word nie noodwendig 'nuwe wiskunde' deur leerders geleer nie. Die verandering is veral geleë in die **benadering ten opsigte van die leer van wiskunde**. Hierdie veranderinge in benadering het nie oornag opgeduik nie, maar is op jare se navorsing gebaseer. Die probleme wat leerders met wiskunde ondervind, het hierdie navorsing wêreldwyd gestimuleer. Norman & Schmidt (1992:557) het onder andere tot die volgende gevolgtrekkings gekom ná 'n studie van probleemgesentreerde leer:

"Learning in a problem-based format may foster, over periods up to several years, increased retention of knowledge; some preliminary evidence suggests that problem-based learning curricula may enhance both transfer of concepts to new problems and integration of basic science concepts into (clinical) problems; problem-based learning enhances intrinsic interest in the subject matter; and problem-based learning appears to enhance self-directed learning skills, and this enhancement may be maintained."

In lande soos die VSA, die Verenigde Koninkryk, Nederland en Brasilië is omvattende navorsing deurlopend aan die gang oor die vraag insake die geskikste benadering tot die leer van wiskunde. Die navorsingseenheid vir wiskunde-onderrig aan die Universiteit van Stellenbosch het in 1989, in samewerking met onderwysers en amptenare van die Kaapse Onderwysdepartement (KOD), hierdie nuwe probleemgesentreerde benadering in 'n paar laerskole ingevoer (Pythagoras, 1995).

Na verdere navorsing is die nuwe sillabus wat die probleemgesentreerde benadering onderskryf, in 1992 in graad 4 geïmplementeer. Een van die vernaamste veranderinge het leerders se getalbegrip geraak. Leerders is nou toegelaat om met groter getalle te werk as wat tradisioneel voorgeskryf was. Laerskoolleerders met 'n bo-gemiddelde getalbegrip word toegelaat om byvoorbeeld met groter getalle te eksperimenteer. **Leermetodes** en 'n **studie-oriëntasie** wat op tradisionele konsepte en voorskrifte soos

optelling met ene- en tienekolomme berus, het ook vanuit die sillabus verdwyn. Leerders word aangemoedig om self na oplossings te soek, as deel van 'n nuwe, probleemgerigte/-oplossende benadering.

"Die nuwe benadering lê besondere klem daarop dat leerders in wiskunde se studie-oriëntasie veral ook daarop afgespits moet wees om die beperkte, tegniese taal van wiskunde toereikend te bemeester. Ontoereikende bemeestering hiervan is potensieel baie destruktief in terme van die optimalisering van leerders se probleemoplossingsvermoë in wiskunde."
(Maree, 1995c).

Maree (1995b:69) wys op die volgende voordele van die probleemgesentreerde benadering:

*"Die kind kom (dus) op 'n betekenisvolle, insigtelike manier tot die oplossing. Die betekenis van bewerkings en probleemoplossingstrategieë word ontdek aan die hand van ware probleemoplossing, wat heelwat meer is as bloot 'somme met woorde' ... wiskunde word dus beskou as 'n proses; 'n **strukturende denkwys**e. Wanneer iemand aan 'n kind voorskryf hoe hy moet dink, word hy die geleentheid ontnem om sy eie gedagtepatrone, denkstrukture en denkwys te vorm; juis daardie instrumente waarmee hy sin aan die wêreld gee."*

In reaksie op die reeds genoemde kritiek teen die benadering wys Maree (1995b) daarop dat dié benadering nie empiries vergelykbaar met die tradisionele benadering is nie. Die hoofrede hiervoor is dat die benaderings verskillende doelstellings nastreef en gevolglik nie op dieselfde vlak meetbaar is nie. Verdere voordele van die nuwe benadering wat Maree uitlig, is dit dat leerders nog steeds hul tafels, sekere reëls en beginsels aanleer. Hulle doen dit egter binne 'n probleemoplossingskonteks en leer dit nie bloot as niksseggende rympies aan nie. Die nuwe benadering maak ook meer voorsiening vir probleemoplossing as aspek van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde, asook vir die akkommodering van verskillende leerstyle. Leerders word nie bloot 'afgerig' nie. Sosiale interaksie, groepwerk, probleemoplossing en maksimale leerderbetrokkenheid word sterk

voorgestaan. Murray, Olivier & Human (1993:193) stel hierdie benadering soos volg aan die orde:

"In a problem-centered learning approach compatible with a constructivist view of knowledge and learning, social interaction among students and attempts by students to make sense of their own and others' constructions lead to the development of shared meanings and to individual students' constructions of increasingly sophisticated concepts and procedures."

2.8.2 Probleemoplossing in wiskunde

Volmink (1993:32) illustreer die gebrekkige kennis wat dikwels by leerders voorkom wat nie aan die probleemgesentreerde benadering blootgestel is nie, aan die hand van die volgende probleem:

"There are 20 sheep and 16 goats. How old is the shepherd? If experience elsewhere in the world is anything to go by, there is much greater than even chance that most students will attempt an answer to this 'problem' and that their answers would be remarkably similar ... The cumulative experience of students has led them to adopt the view that mathematics is the necessary outcome of meaningless things."

Tradisionele probleemoplossing in wiskunde het veral gefokus op taalkennis, kwantitatiewe kennis en rekenvaardighede. Mayer (1982:68-82) gaan verder en sê dat die vermoë om probleemoplossing in wiskunde te bemeester onder meer op die bemeestering van vier kennistipes berus, te wete:

- ★ linguïstiese en feitelike kennis;
- ★ algoritmiese kennis;
- ★ skematiese kennis; en
- ★ strategiese kennis.

Pólya (1946; 1957) en Schoenfeld (1985) onderskei tussen die volgende vyf fases in hul alombekende probleemoplossingstrategie:

- ★ verstaan van die probleem;
- ★ ontwerp van 'n plan om die probleem op te los;
- ★ transformasie van die probleem in 'n roetinetaak;
- ★ uitvoer van die plan; en
- ★ verifikasie van die oplossing.

Die belangrikste stap in die probleemoplossingsproses is waarskynlik die eerste, naamlik die bewuswording van die probleem. Aangesien 'n situasie wat een persoon as problematies ervaar nie noodwendig vir 'n ander persoon 'n probleem is nie, is dit moeilik om te bepaal wanneer 'n probleem 'n leerder sal stimuleer of uitdaag tot deelname.

Bell (1978:311) onderstreep die belangrikheid van probleemoplossing soos volg:

"Problem solving is an appropriate and important activity in school mathematics because the learning objectives which are met by solving problems and learning general problem solving procedures are of significant importance in our society."

Maker (1993:69) definieer probleemoplossing soos volg:

"(the ability to) solve problems in the most acceptable way and to reach the most acceptable solution(s)."

Schoenfeld (1992) verklaar tereg dat die term 'probleemoplossing' in 'n wye sin gebruik word, vanaf roetine-oefeninge tot die vlak waar wiskunde op professionele vlak gedoen word. Halmos (1980) sê dat probleemoplossing die **kern van wiskunde** is. Costello (1991:1) definieer probleemoplossing as:

"the kind of insight into a problem which provides a strategy leading to its solution."

Die meer onlangse neiging by sielkundiges is om suksesvolle probleemoplossing in wiskunde met toereikende en toepaslike 'bestuursvaardighede' of 'metakognitiewe' vermoëns te assosieer (Schoenfeld, 1992). Flavell (1985:104) definieer metakognisie soos volg:

"(It is the capability of) monitoring and evaluating one's current capabilities, knowledge, or cognitive activity that takes as its object, or regulates, any aspect of any cognitive enterprise."

Probleemoplossingsvermoë in wiskunde kan hiervolgens beskou word as 'n voorbeeld van 'n 'kognitiewe onderneming' wat aktiewe deelname en betrokkenheid van die leerder vereis. Dit impliseer onder meer dat wiskundeleerders hulle voortdurend moet aanpas by taakvereistes deur die toepaslike seleksie, toepassing en evaluering van probleemoplossingstrategieë. Dit word deur Flavell (1985) beskryf as die interaksie van persoons-, taak- en strategieveranderlikes.

2.8.3 Ontdekkende leer

Shulman (1970:53) definieer ontdekkende leer soos volg:

"a roller-coaster ride of successive disequilibria and equilibria terminating in the attainment or discovery of a desired cognitive state."

Shuell (1992) wys daarop dat ('n mindere of meerdere mate van) aktiewe deelname of aktiewe kognitiewe leerstofverwerking deur leerders aan die leerproses beskou kan word as essensieel indien leerders in toereikende mate kundighede en vaardighede wil verwerf. Die mate van begeleiding wat tydens ontdekkende leer geskied, was nog altyd die onderwerp van intense debatvoering (Gadanides, 1994). De Corte (1995:8) verkies leer wat geskied *"through appropriate intervention and guidance,"* terwyl Slavin (1994:47) waarsku:

"Teachers should be available as resources, but should not become the authorities who enforce correct answers."

Anders gestel: die siening is dat leerders deurlopend 'n behoefte het (of te enige tyd 'n behoefte mag ervaar) aan fasiliteerders wat bevoeg en bereid sal wees om hulle deskundig en met empatie van hulp te kan voorsien wanneer nodig. Die term 'fasiliteerder' impliseer onder meer dat onderwysers gereeld sal terugtree ten einde leerders in staat te stel om onderling te kommunikeer, hul eie idees tot uitdrukking te bring en (self) tot konsepvorming te kom (Vygotsky, 1986).

2.8.4 Metaleer

'n Konsep wat daarop gemik is om aktiewe en selfstandige leer as deel van leerders se studie-oriëntasie te ontwikkel, is die beginsel 'metaleer'. Die konsep metaleer het in die sielkunde via twee ander terme, naamlik kognisie en metakognisie, ontstaan. Flavell het die term 'metakognisie' in 1970 ingevoer. Hy beskryf dit soos volg (Flavell, 1976:98):

"'Metacognition' refers to one's knowledge concerning one's own cognitive processes and products or anything related to them e.g. the learning-relevant properties of information or data. For example I am engaging in metacognition ... if I notice that I am having more trouble learning A than B; if it strikes me that I should double-check C before accepting it as a fact."

Metakognisie en effektiewe leer gaan hand aan hand. Die begrip 'metaleer' wat hieruit ontstaan het, openbaar etlike raakvlakke met die vertrekpunte van inligtingsverwerking. Metaleer is die aktiwiteit van leerders wat van hul leerhandelinge bewus is en dit self beplan, uitvoer, monitor en evalueer (Biggs & Telfer, 1987). Metaleer is volgens Nisbet & Shucksmith (1986:vii) daarvan afhanklik dat leerders *"develop a 'seventh sense', an awareness of one's mental processes ... Cultivating this seventh sense should be the prime aims of the curriculum."*

Slabbert (1988:107) definieer metaleer soos volg:

"Metaleer behels die hoër-orde leerhandelinge of die beheerhandelinge van leer soos onder andere beplanning, monitor en evaluering. Hierdie hoër-orde leerhandelinge oefen beheer uit oor die laer-orde leerhandelinge of die

uitvoerhandelinge van leer wat die leerproses as sodanig is. Metaleer stuur en rig (beheer) dus die leerproses."

Metaleer spoor leerders aan tot meer aktiewe optrede in wiskunde, tot meer aktiewe deelname aan die leerproses, deur hul eie leeraktiwiteite te **bepaal** eerder as om passief te **wag** op instruksies (Nisbet & Schucksmith, 1986; Schoenfeld, 1985; 1992; 1994).

Die konsep **emosionele intelligensie** word tans ook in verband gebring met leerders se studie-oriëntasie, hul probleemoplossing en metaleer. Goleman (1996:36) stel die verband soos volg aan die orde:

"Emotional life is a domain that, as surely as math or reading, can be handled with greater or lesser skill and requires its unique set of competencies. And how adept a person is at those is crucial to understanding why one person thrives in life while another, of equal intellect, dead-ends: emotional aptitude is a meta-ability, determining how well we can use whatever other skills we have, including raw intellect."

Goleman wys verder daarop dat dit vir leerders belangrik is om hul emosies só te 'bestuur' dat hulle nie uitgelewer is aan emosies soos terneergedruktheid, angs en irritasie, asook aan swak inter- of intrapersonlike verhoudinge en gebrekkige motivering nie. Dit impliseer verder dat leerders die insig moet verwerf dat dit belangrik is om, onder sekere omstandighede, sekere aktiwiteite (wat hulle aangenamer vind) uit te stel totdat belangriker aktiwiteite (soos die afhandeling van moeiliker werk in wiskunde) eers bevredigend afgehandel is. Dit beteken ook dat die verskynsel **wiskunde-angs** potensieel besonder destruktief kan wees en ontoereikende prestasie in wiskunde kan bevorder.

Ter afsluiting van hierdie gedeelte oor leerteorieë word koöperatiewe leer onder die loep geneem.

2.8.5 Koöperatiewe leer

Alhoewel koöperatiewe leer impliseer dat leerders in klein groepies saamwerk, behels hierdie beginsel alleen nie groepwerk nie. Davidson (1990:1) definieer koöperatiewe leer soos volg:

"Cooperative learning involves more than just putting students together in small groups and giving them a task. It also involves very careful thought and attention to various aspects of the group process."

Koöperatiewe leer vind dus plaas indien 'n aantal leerders in 'n klein groepie saamwerk om te leer. Slabbert (1993) neem enkele kenmerke en vereistes van koöperatiewe leer soos volg onder die loep:

- ★ **groepgrootte:** twee tot vyf leerders (vier leerders word as die ideaal beskou);
- ★ **positiewe interafhanklikheid:** ten einde hul kans op suksesvolle leer te verbeter, behoort die groeplede op mekaar aangewese te wees;
- ★ **bevorderende interaksie:** leerders behoort mekaar tydens hul probleemoplossingspogings te help, by te staan, te ondersteun en te motiveer;
- ★ **koöperatiewe vaardighede:** leerders behoort interpersoonlike en kleingroepvaardighede soos leierskap, besluitneming, kommunikasie, respek, erkenning en konflikthantering, aan te leer en te gebruik;
- ★ **individuele betrokkenheid:** elke leerder behoort aktief by die leerproses betrokke te wees. Die groep se sukses word aan die sukses van elke individu gemeet; en
- ★ **evaluering:** gereelde evaluering van die funksionering van elke groep is nodig. Bydraes en gedrag wat leer binne die groep bevoordeel of benadeel, behoort uitgewys te word.

Park (1995:42) waardeer die betekenis van sosiale aktiwiteite as 'n aspek van koöperatiewe leer soos volg:

"Die konstruktivistiese leerteoretici is dit eens dat die konstruksie van kennis deur 'n sosiale leeromgewing waarin die leerder in interaksie met ander tree,

in teenstelling met 'n individuele of geïsoleerde leeromgewing, bevorder word. Hierdie beklemtoning van leer as 'n sosiale aktiwiteit word veral deur die werke van Bruner en Vygotsky bevestig."

Sapon-Shevin & Schniedewind (1994:2) is van mening dat koöperatiewe leer oor enorme potensiaal beskik om leerders te help om beter te presteer:

"Both educational research literature and the more popular press abound with examples of the power and potential of cooperative learning to improve academic achievement, teach social skills and build classroom community."

Davidson (1990) som die redes ter ondersteuning van koöperatiewe leer soos volg op:

- ★ alle leerders word voorsien van geleenthede tot sukses en leerders help mekaar om 'n gemeenskaplike doel te bereik;
- ★ leerders word voorsien van 'n sosiale ondersteuningsnetwerk; hulle ruil onder andere idees en gevoelens uit;
- ★ leerders word blootgestel aan verskillende metodes van probleemoplossing en hulle bevraagteken mekaar se idees en oplossings;
- ★ deur konsepte aan medeleerders te verduidelik, verstaan leerders dit self beter en leer hulle kommunikasie- en gespreksvaardighede aan;
- ★ leerders leer deur gesamentlik oor probleme na te dink en te praat;
- ★ geleenthede vir kreatiewe denke en die oplos van ingewikkelde probleme word geskep; en
- ★ groepe kan komplekse probleme aanpak wat buite die vermoëns van individuele leerders lê.

Indien hierdie beginsels in leerders se studie-oriëntasie in wiskunde geoperasionaliseer word, behoort dit 'n betekenisvolle bydrae tot die optimalisering van hul prestasies in die vak te lewer.

2.9 RASIONAAL VIR DIE ONTWERP VAN 'N STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE: DRIE BENADERINGS

2.9.1 Inleiding

Opsommend kan daar in hierdie stadium tussen die volgende drie hoofbenaderings in die leerteoretiese, en derhalwe ook die studie-oriëntasiebenadering in wiskunde onderskei word: a) die tradisionele kurrikulêre model, b) die inligtingsverwerkingsmodel, en c) die konstruktivistiese model.

2.9.2 Die tradisionele model

Hierdie model is gebaseer op 'n behavioristiese benadering tot leerders se studie-oriëntasie in wiskunde. Leerders se foute in wiskunde word beskou as die uitkoms van hul onbevredigende blootstelling aan kurrikulêre eenhede. Dit kom daarop neer dat leerders se foute in wiskunde die gevolg is daarvan dat hulle, onder meer vanweë 'n minder toereikende studie-oriëntasie in wiskunde, die voorvereistes vir spesifieke take en studie-eenhede nie behoorlik bemeester het nie. Remediëring kom neer op pogings om gapings en kennisleemtes in wiskunde te vernou of op te hef deurdat op die doen van talle ekstra voorbeelde gekonsentreer word. Handboeke volg gewoonlik hierdie benadering. Werk word stapsgewys behandel. Remediëring is in breë trekke dieselfde vir alle leerders, aangesien die leer van wiskunde beskou word as 'n bestendige voortgang vanaf eenvoudiger tot meer komplekse werk, van een eenheid na die volgende. Wachsmuth & Lorenz (1987:44) omskryf die voorgaande soos volg:

"The theoretical and practical aim of this model is thus the organization of an optimal path through mathematical content."

2.9.3 Die inligtingsverwerkingsmodel

Die benadering wat deur hierdie model gevolg word, is dat vakinhoudelike kennisstrukture deur individuele studente **self** daargestel of gekonstrueer moet word.

Leerdere word beskou as sisteme wat inligting inneem en verwerk. 'n Optimale studie-oriëntasie het 'n verandering in hul kennisbasis ten doel en dit word teweeggebring deur leerdere se aktiewe deelname aan leersituasies. Meer toereikende prestasies in wiskunde word onder meer bevorder deurdat:

"concepts are (not) taught before individuals have developed the necessary cognitive structures to accommodate them." (Castle, 1992:228).

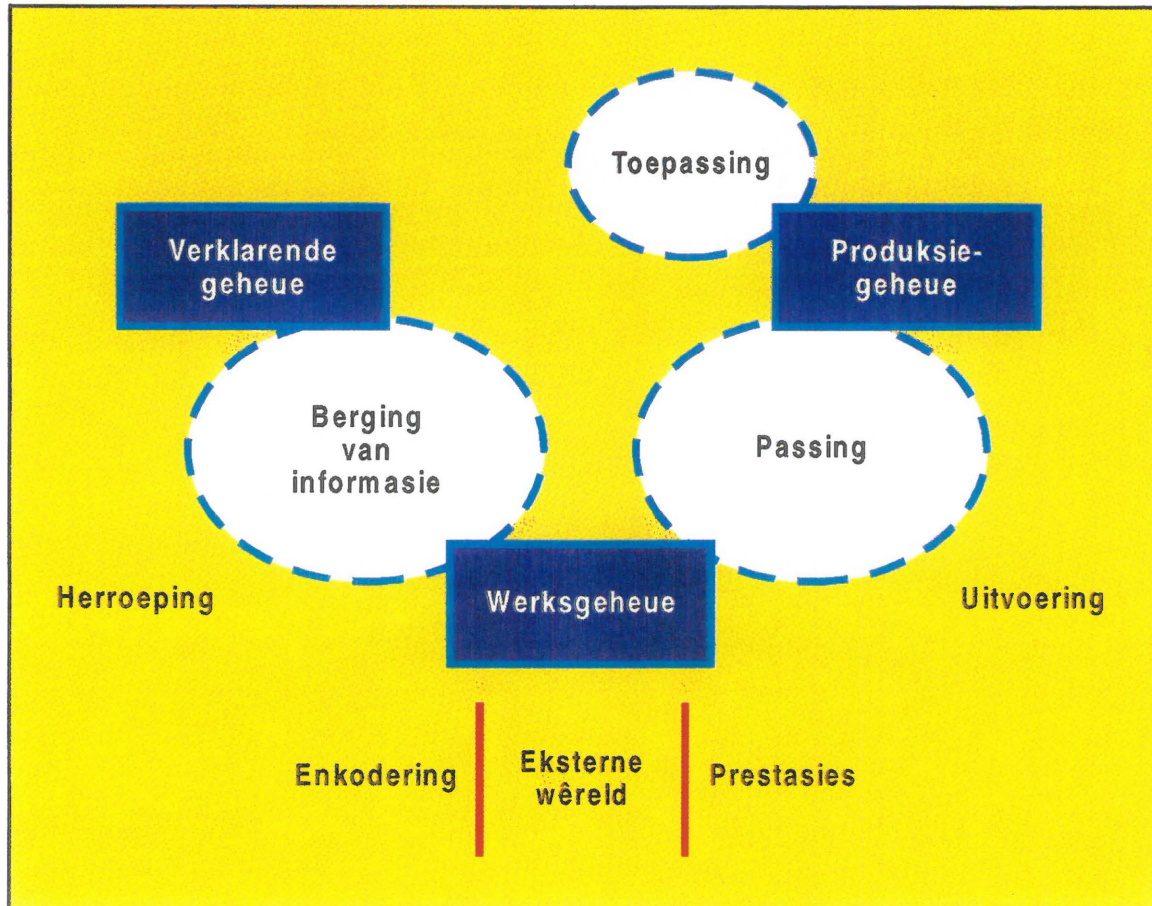
Die verskil tussen hierdie benadering en die behavioristiese benadering is onder meer daarin geleë dat inligtingsverwerkingsteoretici melding maak van 'n gedetailleerde analise van probleemoplossingsprosesse waar daar spesifieke aannames oor aspekte van verstandspesesse gemaak word. Die wyse waarop kennis in die geheue geberg word, word byvoorbeeld as van kernbelang beskou. Leerdere se probleemoplossingsvaardigheid hang in 'n groot mate af van hul insig in probleemoplossingstrategieë, wat weer ondersteun word deur die kwaliteit van leerdere se verstandelike voorstellingsvermoë en kennisorganisasie.

Die opvallende verband tussen inligtingsverwerkingsteorieë en die rekenaarwetenskap word soos volg deur Montague (1990:11-12) toegelig:

"The computer is a natural vehicle not only for a mechanical simulation of human information processing, but also for understanding what has come to be known as the construction of knowledge."

Montague konseptualiseer die verskillende geheuefunksies soos volg:

FIGUUR 2.7: MONTAGUE SE KONSEPTUALISERING VAN DIE VERSKILLENDE GEHEUEFUNKSIES



Aangepas uit Montague (1990)

Deur enkodering word kennis van buite die werksgeheue binnegedra, terwyl prestasie daarop neerkom dat opdragte vanuit die werksgeheue in gedrag omgesit word. Montague (1990:12) merk tereg op dat:

"new productions are learned from studying the history of application of existing productions. Thus, in a sense, (this) theory of procedural learning is one of learning by doing."

2.9.4 Konstruktivisme en 'n probleemgesentreerde benadering tot die leer van wiskunde

Probleemoplossing, ontdekking, asook sosiale interaksie staan sentraal in hierdie benadering en daar word gefokus op leerders se vermoë om **self** kennisstrukture op 'n **aktiewe wyse** te verwerf.

In aansluiting by dit wat reeds in hierdie navorsing oor probleemoplossing in wiskunde gesê is, word Murray (1992:10-11) se siening oor hierdie perspektief ten slotte weergegee:

"Children respond deeply and seriously to word problems that make sense to them. Children need writing and scribbling materials to help them think about a problem. Drawing the problem situation is a natural and commendable thinking aid, and far more popular than using counters to pack out the problem. Concepts and skills develop naturally over a period of time. There is no rush. Late developers frequently construct the strongest and most dependable concepts. Misconceptions and mistakes are best 'treated' by discussion among children (under the teacher's chairmanship if necessary) but not by the teacher directly interfering and explaining."

2.9.5 Perspektief

Ten slotte is dit insiggewend dat sekere navorsers in die VSA in toenemende mate daartoe neig om 'n pleidooi te lewer vir 'n (gedeeltelike) terugkeer na die 'basiese' in wiskunde (Adler, 1992). Met ander woorde, hierdie navorsers voel sterk daaroor dat leerders steeds die vier basiese bewerkings deeglik moet bemeester, dat leerders hul tafels moet ken en dat inoefening 'n integrale deel van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde moet vorm. Dit is egter duidelik dat die laaste woord oor welke benadering die meeste voordele en die minste nadele inhou, nog lank nie gesprek is nie.

Die voormelde teorieë word ten slotte ook vanuit 'n fenomenologiese en humanisties-eksistensiële-georiënteerde perspektief beskou, onder meer in die lig daarvan dat daar

by herhaling daarna verwys is dat aspekte van etlike van die genoemde leerteorieë gebaseer is op die resultate van navorsing met diere.

2.10 DIE BETEKENIS VAN 'N FENOMENOLOGIESE EN HUMANISTIES-EKSISTENSIËLE BENADERING TOT DIE LEERVERSKYNSEL

Vanuit hierdie oogpunt word mense nie lineêr beskou as meetbare wesens en bloot die somtotaal van hul eienskappe nie. Mense is nie geatomiseerde of gemolekulariseerde entiteite nie, maar eerder onderskeibare, dog nie skeibare nie, eenhede (Phares, 1992). Die beskouing hier is dus dat die mens nie deur meting kwantitatief begryp kan word nie, maar in wese onmeetbaar en onbegrypbaar is. Klem word gelê op die kwalitatiewe, die wese, die herkoms, die sinvolle bestaan en bestemming van die mens. Waar die 'suiwer' naturalis mense oënskynlik soms verabsoluteer of reduceer tot 'n ingeperkte deur oorerwing en omgewing, sien hierdie benadering erflikheidskenmerke en omgewingsgeleenthede as moontlikhede wat deur geestelike inspanning verwerklik kan word. In terme van 'n studie-oriëntasie in wiskunde hou dié siening onder meer die implikasie in dat die leerders steeds kan kies of hulle 'n poging wil aanwend om hul studie-oriëntasie in wiskunde te optimaliseer ten einde beter te presteer in die vak. Leerders het 'n eie verantwoordelikheid, is vry om self te kies en is nie uitgelewer aan 'n noodlot of omstandighede buite hul beheer nie.

2.11 KONTEKSTUALISERING

Adler (1992:29) verskaf soos volg perspektief op die aangeleentheid van verskillende, maar veral ook wisselende, aksente in leerteoretiese vertrekpunte oor wiskunde:

"In addition to ... epistemological debates within the constructivist movement, it is interesting to note that since the Cockcroft Report, the UK's move to a National Curriculum ... has been argued as a shift 'back to the basics' with a renewed emphasis on testable skills ... and as a reflection of confusion in the UK of over utilitarian and creative aspects of mathematics ... We need also be aware that there are new programmes which run counter to constructivist principles and assume the acquisition of hierarchical skills and content

knowledge as the necessary grounding on which numeracy ... develops and which also claim success. In other words debates on the ... learning of mathematics are alive and well."

'n Aanvaarbare definisie van die wyse waarop leerders wiskunde leer, kan bepaal word deur voorkeur te gee aan ('n) spesifieke leerteorie(-ë). Aan die hand van hierdie teorie(-ë) kan daar weer oorgegaan word tot die ontwerp en evaluering van 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde. Nie een van die voormelde teorieë kan as voldoende of allesomvattend bewys of beskou word nie, maar:

"This does not mean that (any specific view) is here regarded as 'correct'. It merely illustrates that one's observations tend to be directed by one's theory."
(Fourie, 1991:166).

Sommige van die teorieë mag wel vollediger en omvattender wees as ander, maar elke teorie kan aanspraak maak daarop dat dit 'n mate van die waarheid verteenwoordig, ten spyte van die bepaalde teorie se potensieel eensydige beklemtoning van bepaalde aspekte van die wyse waarop leerders wiskunde leer. Dit beteken dat elke teorie onder bepaalde omstandighede en vir 'n bepaalde doel beskou kan word as (deel van) 'n geskikte raamwerk vir navorsing en praktykverbetering (Maas, 1980).

Small (1990) beskryf die bestudering van kognitiewe leerteorieë as die studie van leerders se kennisbesit, van die wyse waarop hierdie kennis georganiseer is, asook van die prosesse tot leerders se beskikking om hierdie kennis te gebruik in alledaagse kognitiewe prosesse soos aandag gee, leer, onthou, verstaan, begryp en probleme oplos. In die onderhawige hoofstuk is 'n poging aangewend om ondersoek in te stel na aspekte van enkele leerteorieë ten opsigte van wiskunde, insluitende aspekte soos die aard van menslike kognisie en menslike ontwikkeling.

Die verskillende teoretiese benaderings kan soos volg skematies voorgestel word:

FIGUUR 2.8: SKEMATIESE OPSOMMING VAN ENKELE LEERTEORETIESE BENADERINGS



Die tradisionele model is hoofsaaklik gebaseer op **behaviorisme**. Hierdie benadering, wat hoofsaaklik toegespits is op die studie van uiterlik waarneembare gedrag, beklemtoon veral die waarde van herhaling en (spoedige en toepaslike) versterking van aanvaarbare response, van die vorming van reekse toepaslike en korrekte assosiasies en van funksionele inoefening van basiese kennis. 'n Leerder word verder beskou as 'n leë vat; 'n *tabula rasa*. Foute en wanopvattinge in wiskunde word beskou as foutiewe grepe in 'n rekenaar. Indien inligting ongewens is, kan dit bloot uitgevee word of behoort daarvoor 'geskryf' te word. Enkele punte van kritiek teen hierdie epistemologie sluit in dat die innerlike ervaring nie toereikend in ag geneem word nie, asook dat menslike gedrag te lineêr tot die vlak van stimulus-respons gereduseer word, terwyl die rol van leerders se normatiewe besluitneming onder meer geringgeskat word. 'n Streng behavioristiese uitgangspunt veronderstel onder meer dat leerders dit leer wat aan hulle onderrig word (of ten minste 'n deel daarvan leer). Daar word uitgegaan van die veronderstelling dat kennis intakt van een persoon na 'n ander oorgedra kan word - 'n siening wat nie sonder meer in die onderhawige studie aanvaar word nie. Die siening word in hierdie studie gehuldig dat leerders hul kennisstrukture self kan en behoort te genereer. Die standpunt word ingeneem dat optimale leer by wyse van selfontdekking, selfwerk, probleemsentring ('n probleemoplossende ingesteldheid) en sosiale interaksie geskied, in samehang met aspekte soos 'n bereidheid om hard te studeer, 'n besef van die waarde van inoefening, motivering en die skep van optimale leeromstandighede deur fasiliteerders.

Daar word laastens aangesluit by Verster (1987:51), wat sommige van die standaardnavorsingsmetodes van behavioristiese teoretici soos volg kritiseer:

"Who ever had a random sample of rats or monkeys? Yet even our most rigorous scientists generalize freely about the behaviours of rats and monkeys based on the few they happened to have available."

Enkele moontlike punte van kritiek teen die **inligtingsverwerkingsmodel** is onder meer dat die model oordrewe meganies van aard is. Small (1990) spreek die siening uit dat hierdie model té afhanklik is van die siening dat die menslike brein 'n ingewikkelde kognitiewe stelsel is, wat vergelyk kan word met 'n digitale rekenaar. Meyer & Van Ede (1996) wys daarop dat inligtingsverwerkingsteoretici nie daarin slaag om aan te toon watter veranderinge tydens inligtingsverwerking plaasvind nie. Die model maak verder nie genoeg voorsiening daarvoor dat verantwoordelike besluitneming, kritiese denke en die vermoë om kreatief te dink by uitstek nodig is indien leerders die uitdagings van die een-en-twintigste eeu met vertroue tegemoet wil gaan nie. Terme soos die volgende: kunsmatige intelligensie, wat deur Plug, Meyer, Louw & Gouws (1993) gedefinieer word as die rekenaarsimulasie van take wat normaalweg menslike kognitiewe vermoëns vereis; sensoriese register; korttermyn- en langtermyngeheue; sentrale prosessering; 'n responsstelsel; asook die invoerproses waartydens inligting uit leerders se omgewing ingevoer en gekodeer word en die geheue binnebeweeg (waar die sentrale prosesseerder, wat doelwitstelling hanteer en planne beraam om hierdie doelwitte uit te voer, inligting reguleer) waarna die responsstelsel uitsette beheer, is die taal van die rekenaar. Talle van hierdie begrippe word op die proses van menslike leer gesuperponeer. Menslike leer word egter in die onderhawige studie beskou as 'n proses waartydens daar veral ook gedink (moet) word; waartydens inligting krities geëvalueer moet word; waartydens daar sosiale interaksie behóórt plaas te vind; en waartydens verantwoordelikheid jeens die omgéwing en die welsyn van ánder gedemonstreer behoort te word, in teenstelling tot inligtingsverwerkingsteoretici se oormatige beklemtoning van die **meganiese** aspek van menslike leer. Hierdie model operasionaliseer nie werklik in toereikende mate die besef dat probleemoplossingskontekste nie geïsoleerd bestaan nie.

Moderne konstruktivisme impliseer onder meer dat die fokus in die leersituasie verskuif het na ontdekkende leer; leer wat binne realistiese konstekste moet plaasvind; lewenswerklike probleemstellings; die waarde van besprekings; die bekyking van probleme uit verskillende perspektiewe; metaleer; en probleemoplossing. Hierdie siening verteenwoordig in wese die siening dat leerders sin en betekenis moet vind tydens die leerproses (waartydens klem gelê word op praktiese, asook groepsaktiwiteite, maar met die klem op persoonlike deelname en die individuele uitdrukking van persoonlike konstruë) deur idees en ervarings van 'n velerlei aard op persoonlike wyses te interpreteer. Deur hul eie ervarings bou leerders aan 'n persoonlike siening van die wêreld wat hulle ervaar. Leerinhoud word beplan om nóú by leerders se verwysingsraamwerk aan te sluit en om leerders te motiveer om wiskunde te **wil** doen. Die waarde van **denke oor die denke** (die implementering van metakognitiewe leerstrategieë) van die inruim van plek vir ander (selfs botsende) standpunte, asook van die waarde daarvan dat leerders kennis op hul eie, persoonlike manier konstrueer, word sterk beklemtoon.

Waar moderne konstruktivisme klein, goed toegeruste klaskamers as 'n gegewe aanvaar, is dit 'n gegewe dat hierdie situasie nie in postapartheid-Suid-Afrika sal realiseer nie.

Enkele verdere punte van kritiek wat teen die konstruktivistiese standpunt aangevoer kan word, sluit dit in dat etlike van die epistemologiese aannames oor die waarde van leerstyle en -strategieë wat deur hierdie benadering voorgestaan word, nie behoorlik empiries in Suid-Afrika uitgetoets is nie.

Verder word die siening in die onderhawige studie gehuldig dat die konstruktivistiese standpunt dat leer 'n proses is waartydens leerders hul eie algoritmes of standaardstrategieë om probleme op te los, ontdek, 'konstrueer' of vorm, baie aanvaarbaar is, as **een** benadering, **een** manier om wiskundige 'waarheid' te ontdek, **in kombinasie met ander benaderings**. Die konstruktivistiese teoretici se beklemtoning van die probleemoplossingsbenadering, probleemgesentreerde leer, (sosiale) konstruktivisme, leerderbetrokkenheid, sosiale interaksie en (klein- en groot-) groepwerk word nietemin sterk ondersteun. Die aandag verskuif vanaf die fasiliteerder na die leerders, wie in 'n veel groter mate aanspreeklik gehou word vir hul eie leerprestasies. Fasiliteerders se hoofsaak is om leeraktiwiteite op so 'n wyse te organiseer dat leer op

optimale wyse plaasvind en dat die ideaal van lewenslange leer bevorder word. Enkele ander standpunte oor die leer van wiskunde wat in die onderhawige studie gehuldig word, sluit in:

- ★ die vermoë om te leer word nie geneties oorgeërf nie, maar word van geslag tot geslag oorgedra. Leerders hoef byvoorbeeld nie weer die hele wiskundeleerplan te herskep nie; hulle leer dit in hul kulturele milieu aan met die hulp van hul ouers, broers, susters, maats, die radio, die televisie, die rekenaar en boeke;
- ★ leerders leer NIE volkome op hul eie nie. Daar is altyd 'n balans tussen die persoonlike kennisbesit en die kulturele erfenis. Leerders neem die kulturele erfenis in hul eie verwysingsraamwerk op (assimilasie) en pas hul eie kennisbesit by die kulturele erfenis aan (akkommodasie). In dieselfde asem:
- ★ leer is oneindig veel meer as blote afrigting. Net so afhanklik as wat leerders van die kultuur is vir inligting en voorligting (hulle kan byvoorbeeld slegs leer tel indien die name van die syfers aan hulle geleer word), net so seker is dit dat hulle die leerproses in 'n sekere sin self rig. Hulle besluit naamlik waarin hulle belangstel, wanneer hulle wil leer of oefen, en wanneer hulle om inligting wil vra. Daar is altyd 'n mate van spanning tussen leerders se eie bydrae en dit wat deur die kultuur oorgedra word, tussen dié aspekte van die kultuur wat hulle in hul verwysingsraamwerk sal opneem en die mate waarin hulle hul by die kultuur sal aanpas; en
- ★ ontdekking of skepping in die wiskundeklas hoef of behoort nie **net** op 'n logies-deduktiewe wyse plaas te vind nie. Klaskamergesprekke (ook in groepsverband), eie aktiwiteite, (klas-) besprekings en selfwerk lewer 'n bydrae tot die konstruksie van nuwe wiskunde.

Die verskillende benaderings waarna in hierdie studie verwys word, is nie maklik **empiries** vergelykbaar nie, vir die eenvoudige rede dat hulle (in mindere of in meerdere mate) verskillende **doelstellings** nastreef, asook vanuit verskillende **leerteoretiese** en **filosofiese** standpunte vertrek. Die probleem is dat verskillende benaderings tot die leer van

wiskunde slegs empiries sinvol met mekaar vergelyk kan word indien hulle min of meer dieselfde doelstellings nastreef. In so 'n geval sou dit miskien moontlik wees om geskikte toetse op te stel om die mate waarin gestelde doelstellings verwesenlik word, te evalueer, en sodoende tot 'n slotsom te kom oor watter een die 'beste' is. Waar dit egter gaan oor benaderings waarvan die nagestrewede doelstellings (dikwels heeltemal) uiteenlopend van aard is, is so 'n vergelyking uiteraard nie moontlik nie. In so 'n geval sal dit moet gaan oor 'n teoretiese evaluering en vergelyking van die respektiewe doelstellings, en sal dit subjektief gekleur word deur die navorser se eie teoretiese uitgangspunte. Aan die ander kant is dit wel moontlik en nuttig om navorsing te doen of die gestelde doelstellings van beide benaderings haalbaar is (en tot watter mate dit geskied).

'n Finale en afdoende teorie oor die leer van wiskunde is nog nie geformuleer nie en sal waarskynlik nie geformuleer kan word nie. Intussen moet die ernstige navorser gebruik maak van een of meer van die bestaande leerteorieë. Vir Hall & Lindsay (in Maas, 1980:8) is 'n teorie nie 'n doel op sigself nie, maar gaan dit om die nuttigheidsaspek daarvan, in terme van hoe effektief die betrokke teorie of teorieë voorstellings in werking kan stel betreffende verwante gebeure wat geverifieer kan word. Met ander woorde, daar word voortdurend gesoek na teorieë wat as verwysingsraamwerk kan dien in die geval van spesifieke probleme.

HOOFSTUK 3

OMSKRYWING VAN DIE KONSEP 'STUDIE-ORIËNTASIE' EN 'N OORSIG VAN ENKELE FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE KAN BEÏNVLOED

3.1 INLEIDING

Die druipsyfer in wiskunde spesifiek, op skool en aan tersiêre instellings, is hoog; nie alleen in Suid-Afrika nie, maar ook internasionaal (Blankley, 1994; Christie, 1991; Cockcroft, 1982; Nongxa, 1996). Volgens Smit (1996) is basiese opleiding in die natuurwetenskappe, en by uitstek in wiskunde, 'n *sine qua non* vir suksesvolle opleiding in verreweg die meeste professionele studierigtings. Ook wys hy daarop dat opleiding in die natuurwetenskappe op (skool- en) universiteitsvlak in 'n krisis verkeer en dat die toestand besig is om verder te verswak. So het die persentasie leerders wat jaarliks in die natuurwetenskappe gradueer, byvoorbeeld vanaf 24% in 1988 tot 21,8% in 1993 gedaal. In samehang hiermee wil dit voorkom of leerders se belangstelling in wiskunde nie altyd optimaal is nie. Arnott *et al.* (1997:11) wys in dié verband daarop dat die aantal leerders wat wiskunde neem, steeds besig is om te daal:

"Enrolment in mathematics ... at the standard level is dropping further from its historically low base,"

terwyl Goldenberg (1989) die belangrikheid van 'n ontdekkende ingesteldheid by leerders as aspek van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde uitwys en kommer uitspreek oor onderwysers se onvermoë om leerders te motiveer tot 'n meer toereikende studie-oriëntasie in wiskunde (Goldenberg, 1989:170-171):

"(mathematics) can be the most freeing of subjects ... It is a game whose players frequently use the words elegant and beauty, and whose beauties are both visual and intellectual. Yet we show little or none of this to our students."

Dit is 'n bekende verskynsel dat leerders met 'n oënskynlik hoë algemene verstandsvermoë of aanleg vir wiskunde in die vak soms onderpresteer. Hierteenoor is dit bekend dat leerders met 'n oënskynlik lae algemene verstandsvermoë of aanleg vir wiskunde soms goed presteer in die vak. Waarom vermy leerders wiskunde of onderpresteer hulle in die vak? Etlike redes kan vir hierdie toestand aangevoer word. Dit is belangrik om ook daarop te let dat daar gewoonlik, om verskeie redes, min aandag aan leerders se **studie-oriëntasie** in wiskunde gegee word (Maree, 1995b). Dit is onaanvaarbaar, aangesien, soos Visser (1989:212) dit stel:

"Research has shown that achievement in school mathematics is one of the best predictors of success in tertiary studies."

Volgens Gannon & Ginsburg (1985:405) behoort verreweg die meeste leerders wiskunde op skoolvlak te kan bemeester. Hulle wys ook daarop dat:

"failure does not necessarily indicate that correct learning cannot take place, only that it has not."

Ginsburg sê verder (1977:110)

"Children make mistakes because they use faulty rules ... The faulty rules have sensible origins. Children's mistaken procedures are in fact good rules badly applied or distorted to some degree,"

Glencross & Fridjhon (1989:36) wys daarop dat dit belangrik is om te soek na **foutpatrone**:

*"If one is to attempt to find reasonable explanations for mathematical behaviour, then it seems sensible to begin by looking for systematic **patterns** in that behaviour."*

Indien daar bloot op 'n *ad hoc* basis na probleme gekyk word, bestaan die gevaar dat daar bloot op kortsigtige simptomehantering gekonsentreer word. Radatz (1979:170) lewer soos volg kommentaar op die verskynsel leerprobleme in wiskunde:

"It is quite often difficult to make a sharp separation among the possible causes of a given error because there is such a close interaction among causes. The same problem can give rise to errors from different sources."

Wat by een leerder probleme veroorsaak, sal moontlik nie by 'n ander probleme veroorsaak nie. Net so sal 'n probleem wat een leerder weer sonder motivering laat, juis 'n ander motiveer. Dit is eweneens dikwels nie moontlik om tussen die oorsake van 'n spesifieke probleem in wiskunde te onderskei nie.

Vervolgens word die konstruk 'studie-oriëntasie' omskryf. Daarna word ondersoek ingestel na enkele faktore wat leerders se studie-oriëntasie in wiskunde beïnvloed. Die hoofstuk word afgesluit met enkele modelle vir die verklaring van 'n ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde.

3.2 STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE

Die itempoel vir die beoogde studie-oriëntasievraelys in wiskunde behoort, ideaal gesien, die essensiële aspekte van die konstruk saam te vat; onder meer om inhoudsgeldigheid te help verseker. Dit impliseer dat hierdie essensiële aspekte vooraf deeglik uitgelig sal moet word.

3.2.1 Wat is studie-oriëntasie in wiskunde?

Du Toit (1970:23), wat die OSGH vir Suid-Afrikaanse omstandighede gestandaardiseer het, verwys na die begrip 'studie' en definieer dit soos volg:

"relatively protracted application to a topic or problem for the purpose of learning about the topic, solving the problem, or memorizing part or all of the presented material."

Hy lê nadruk daarop dat hier duidelik sprake is van aangeleerde gedrag wat weer op een of ander wyse gemeet behoort te kan word met die oog op optimalisering van leerders se studie-oriëntasie. Biggs (1987) gebruik die term 'leerbenadering' en verwys daarmee na die waarneembare gedrag van 'n spesifieke persoon in 'n bepaalde situasie. Hierdie gedrag word primêr gevorm deur die persoon se motief en strategie. Entwistle & Ramsden (1983) verkies eerder die term 'leeroriëntasie' en verwys daarmee na die konsekwentheid van 'n leerder se benadering tot leer op skool en universiteit. Die term 'oriëntasie' verwys vir Schmeck (1988) weer na die faktor wat benaderings, motiewe en style opsom en studiemetodes en -houdings insluit. Hierdie definisie sal vir die doel van die onderhawige studie aanvaar word.

3.2.2 Die rol van leerders se studie-oriëntasie in hul wiskundeprestasie

Holisties gesien, beïnvloed leerders se studie-oriëntasie in wiskunde hul probleemoplossingsvermoë en hul uiteindelijke prestasie in die vak waarskynlik betekenisvol. Reynolds & Wahlberg (1992:157) benadruk die feit dat daar 'n noue wisselwerking tussen die verskillende aspekte van leerders se studie-oriëntasie en hul probleemoplossingsvermoë in wiskunde bestaan, soos volg:

"Explanatory factors operate in a complex network of direct, indirect, and mediating effects changing one factor simultaneously affects another."

Etlike navorsers het reeds aangetoon dat daar 'n statisties betekenisvolle verband bestaan tussen verskillende aspekte van 'n studie-oriëntasie in wiskunde, insluitende angst, motivering, houdings jeens wiskunde, die gebruik van effektiewe (metakognitiewe) leerstrategieë in wiskunde, effektiewe tydsbestuur, konsentrasie, die wil om in wiskunde te presteer, ouerverwagting, asook die sosiale, fisieke én beleefde milieu van wiskundeleer in die algemeen (Cobb, Wood, Yackel & Perlwitz, 1992; Corno, 1992; Reynolds & Wahlberg, 1992; Van Aardt & Van Wyk, 1994; Visser, 1989; Wong, 1992).

3.3 HOE ONTSTAAN STUDIE-ORIËNTASIEPROBLEME IN WISKUNDE?

Uit Denvir (1984:18-19) se navorsing oor die oorsake van studie-oriëntasieprobleme in wiskunde het die volgende algemene samevatting van redes vir studie-oriëntasieprobleme in wiskunde (potensiële probleemareas) aan die lig gekom:

- ★ *"The pupils are culturally deprived. Their language is limited and they get very little encouragement and support at home.*
- ★ *They can't grasp relationships.*
- ★ *Low intelligence.*
- ★ *Many have had insufficient practical experience in the infants.*
- ★ *Too fast a teaching pace in the early years ... later on, teachers with limited knowledge of the early stages of mathematics and of the subject's development.*
- ★ *Pupils get hang-ups about the subject because they keep getting work marked wrong. Then they either switch off or mess around".*

Dit is onwaarskynlik dat daar altyd met sekerheid gesê kan word wat presies elke individuele leerder se probleme is en wat die oorsaak van hierdie probleme is. Nogtans kan enkele algemene faktore uitgesonder word, en die genoemde outeur stel die volgende indeling voor (1984:19):

- ★ fisieke, fisiologiese of sensoriese probleme;
- ★ emosionele of gedragsprobleme;
- ★ fisieke oorsake soos moegheid, dwelms, algemene gebrekkige gesondheid;
- ★ houdingsprobleme: angstigheid, gebrekkige motivering;
- ★ ontoereikende onderrig;
- ★ herhaalde onderwyserwisseling, gebrek aan kontinuïteit;
- ★ algemene onvermoë om begrippe vinnig te snap;
- ★ kulturele verskille, taal van onderrig is nie leerders se huistaal nie;
- ★ verarmde huislike agtergrond;
- ★ onvermoë om hulle mondelings uit te druk;
- ★ swak leesvermoë;

- ★ gapings in die opvoedings- en leerproses, afwesigheid van skool, herhaalde oorpasing van een skool na 'n ander;
- ★ onvolwassenheid, laat ontwikkeling, jongste in die betrokke klasgroep; en
- ★ lae selfbeeld wat lei tot gebrekkige selfvertroue.

Studie-oriëntasieprobleme en ontoereikende prestasie in wiskunde word deur etlike faktore veroorsaak. Nogtans manifesteer enige spesifieke leerder se probleme idiosinkraties en heel waarskynlik uniek.

3.3.1 Pogings tot klassifikasie van foute in wiskunde

Radatz (1979, 1980), 'n sterk voorstander van die inligtingsverwerkingsleerteorie, bied een potensiële model vir die klassifikasie van foute in wiskunde aan. Hy beskryf vyf meganismes wat oor die hele wiskundige spektrum foute oplewer:

- ★ foute te wyte aan taalprobleme;
- ★ foute te wyte aan die ontoereikende bemeestering van basiese wiskundige vaardighede, feite en konsepte;
- ★ foute te wyte aan probleme met die verwerking van inligting aangaande hul eie posisie in die ruimte (ruimtelikheid);
- ★ foute te wyte aan ontoepaslike assosiasies of oordrewe rigiede denkwyses; en
- ★ foute te wyte aan die toepassing van irrelevante reëls of strategieë.

Movshovitz-Hadar, Zaslavsky & Inbar (1987) klassifiseer foute in wiskunde in die volgende ses afdelings:

- ★ data wat verkeerd gebruik is;
- ★ taal wat verkeerd geïnterpreteer is;
- ★ logies ongeldige inferensies, afleidings of gevolgtrekkings;
- ★ verwringing van teorieë of stellings;
- ★ ongeverifieerde oplossings; en
- ★ tegniese foute.

Met die voorgenoemde opsommende modelle as verwysingsraamwerk, word daar nou in meer detail gefokus op enkele benaderings tot die ontstaan van studie-oriëntasieprobleme in wiskunde.

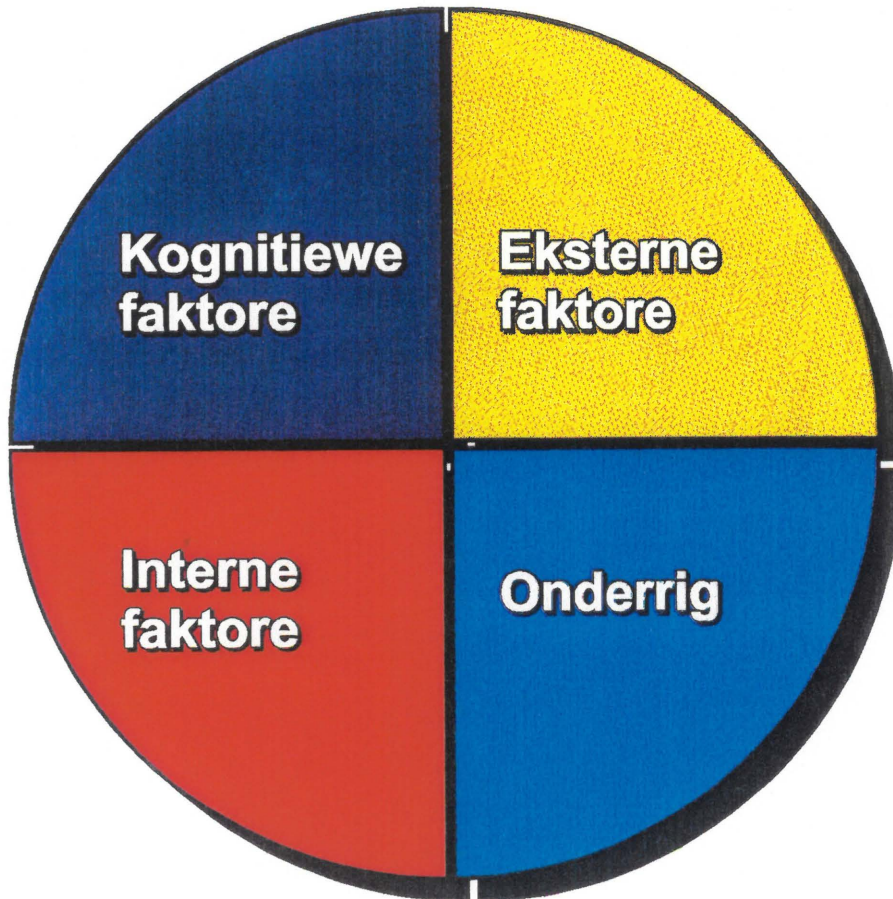
3.4 KLASSIFIKASIE EN OORSIG VAN ENKELE FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE KAN BEÏNVLOED

Uit die voorafgaande inleiding, en met inagneming van die oorsig van enkele epistemologiese beskouings oor die leer van wiskunde (Hoofstuk Twee) is dit teoreties moontlik om die faktore wat leerders se studie-oriëntasie in wiskunde beïnvloed op verskillende wyses te groepeer. Vir die doel van hierdie studie word van die volgende indeling gebruik gemaak ¹:

- (i) kognitiewe faktore;
- (ii) eksterne faktore;
- (iii) interne of intrapsigiese faktore; en
- (iv) onderrig.

¹ Vergelyk die samevattende model in hierdie verband: Hoofstuk Vier, paragraaf 4.6

FIGUUR 3.1: KLASSIFIKASIE VAN ENKELE MOONTLIKE FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE KAN BEÏNVLOED



Die fokus val eerstens op enkele kognitiewe faktore.

3.4.1 Kognitiewe faktore

Gage & Berliner (1992) definieer kognisie as al die wyses waarop mense dink, asook die kognitiewe strategieë wat geïmplementeer word om leer en dink te fasiliteer. Wood (1989) onderskei op haar beurt tussen die term 'kognisie' as die versameling vaardighede wat betrokke is by die leerproses, die term 'metakognisie' as denke oor die denke en die term 'epistemiese kognisie' as die wete dat alle menslike kennis beperk is.

Intelligensie, wat die kwaliteit en inhoud van menslike denke medebepaal, word eerstens bespreek.

3.4.1.1 Intelligensie

Phares (1992:182) klassifiseer teorieë ten aansien van intelligensie in drie hoofklasse, te wete:

- ★ definisies wat aanpassing by die leerder se omgewing beklemtoon;
- ★ definisies wat fokus op die leerder se leervermoë; en
- ★ definisies wat abstrakte denkvermoë, asook die vermoë om 'n wye reeks simbole, konsepte, asook verbale en numerieke simbole te gebruik, beklemtoon.

Hierdie klassifikasie stem grootliks ooreen met dié van Van den Berg (1995), volgens wie die volgende temas prominent figureer in die definiëring van intelligensie:

- ★ die vermoë om by nuwe situasies aan te pas;
- ★ die vermoë om te leer;
- ★ die vermoë om abstrakte verbande en simbole te hanteer; en
- ★ die vermoë om nuwe en uiteenlopende probleme op te los.

Naglieri & Reardon (1993:128) definieer die begrip 'intelligensie' vanuit 'n inligtingsverwerkingsperspektief as:

"one's ability to attend, process information, and utilize those processes to solve problems."

Gardner (1983:60-61) beklemtoon weer die belangrikheid van probleemoplossing met die volgende opmerking:

"(a definition of human intelligence) must entail a set of skills of problem solving enabling the individual to resolve genuine problems or difficulties that he or she encounters and, when appropriate, to create an effective product - and must also entail the potential for finding or creating problems - thereby laying the groundwork for the acquisition of new knowledge."

Van Eeden (1991) dui aan dat:

"intelligensie en verbuigings daarvan ... ontwikkelde akademiese potensiaal (impliseer)."

Haar siening sluit aan by die hipotese in die onderhawige studie oor die verband tussen intelligensie, 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde en prestasie in wiskunde. Dit is naamlik dat daar 'n betekenisvolle verband bestaan tussen prestasie in wiskunde enersyds en 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde andersyds. Intelligensietoetse reflekteer moontlik in 'n groter mate dít wat leerders reeds geleer hét as wat dit akkuraat kan voorspel wat presies hulle kán leer.

3.4.1.2 Breindominansie

Dit wil voorkom of leerders se linkerhemisfeer hul *verbale, numerieke en logiese* funksies (die abstrakte of simboliese voorstellings, waar die simbole geen fisiese ooreenkoms hoef te hê met die objekte wat hulle voorstel nie) beheer. Die regterhemisfeer beheer weer *ruimtelike, visuele, perseptuele, intuïtiewe en verbeeldings* funksies (insluitende kreatiewe vermoëns en emosies soos hartseer); met ander woorde, voorstellings wat isomorf is aan die werklikheid (Conners, 1990; Corballis, 1980; Kolb, 1984).

Wanneer leerders derhalwe dink, lees, skryf en luister, gebruik hulle hul linkerhemisfeer. Leerders met 'n dominante regterhemisfeer moet egter kan sien, voel, proe, verbeel en manipuleer. Volgens Kolb (1984) beteken dit by uitstek dat die twee metodes waarop wiskunde bemeester kan word, te wete die konkrete en die abstrakte, gelykwaardig en komplementêr is. Hierdie siening is in skerp teenstelling met vroeër sienings dat konkrete, ervaringsgeoriënteerde leer minderwaardig is, vergeleke met abstrakte redenering.

3.4.1.3 Kreatiwiteit

Teorieë en definisies van kreatiwiteit sentreer dikwels om probleemoplossing, ontdekking en *"bringing something into being that has newness and value."* (Maker, 1993:69). Malherbe (1991) spreek die vermoede uit dat die vermoë om kreatief te dink een van die

akkuraatste voorspellers van prestasie in ingenieurswese is. So is die vermoë om in meetkunde te presteer, syns insiens 'n uitvloeisel of aanduiding van latente kreatiewe vermoëns. Strauss (1983) glo weer dat kreatiwiteit die vermoë is om binne 'n sameloop van omstandighede nuwe dimensies raak te sien en dit te verwerk in iets nuuts.

Woodrow (1984:7) vra die volgende vraag oor die verband tussen kreatiwiteit en wiskundeprestasie:

"Could not mathematics be taught so as to encourage creativity ... intuition, expressiveness and extraversion? We often choose to teach mathematics in a manner which makes these characteristics disadvantageous in the mathematics classroom even though at later stages of mathematical education they may become valuable attributes."

3.4.1.4 Kritiese denke

Kritiese denke vorm een van die hoekstene van die nuwe nasionale Suid-Afrikaanse kurrikulum (Kurrikulum 2005) (NDE, 1997). Dit word tewens beskou as een van die agt essensiële uitkomstes en is een stap verder as kreatiewe denke (Ellis, 1997). Ellis beskryf die konstruk 'kritiese denke' as die uitsortering van botsende standpunte, die opweeg van getuienis ten gunste van verskillende standpunte of sienings en die prysgawe van persoonlike vooroordeel om uiteindelik 'n persoonlike standpunt te kan inneem. Dit dui op voortdurende gesprekvoering en oefening en kan beskryf word as 'n proses, eerder as 'n produk.

3.4.1.5 Wiskunde en die beperkte, tegniese taal van wiskunde

Sharma (1981:61-71) beskryf wiskunde as 'n bona fide tweede taal met eie alfabetiese simbole, woordeskat, sintaksis, grammatika en literatuur. Hoewel probleemoplossing die onderwerp in wiskunde is wat mees dikwels met 'n goeie **woordeskat, lees- en taalvermoë** geassosieer word, is alle wiskundige denke en prestasie (selfs die eenvoudigste rekenvaardighede) in werklikheid in 'n groot mate van die toereikende bemeestering van

die taal van wiskunde afhanklik (Kosc, 1981). Rothman & Cohen (1989:133) wonder met reg:

"Yet where ... is the language of math specifically taught? Few seem to realize that proficiency in math, both for computation and problem solving, means learning its language, which constitutes one complex component of a symbolic-communicative function."

3.4.1.6 Ruimtelikheid of lateraliteit

Sielkundige toetse bring aan die lig dat sekere leerders nie weet hoe om posisies in die ruimte aan te dui of om presies te kan peil wat woorde of uitdrukkings soos die volgende beteken nie: naby, ver, drie-dimensioneel, verwisselend, ooreenkomstig, parallel, asook op, af, voor, agter, links en regs. Hierdie toetse bevestig ook die vermoede dat enkele leerders soms sukkel om hul posisie in die ruimte te bepaal of om 'n figuur in 'n bepaalde agtergrond te onderskei - 'n vaardigheid wat onder meer in trigonometrie belangrik is.

Brown, in Rothman & Cohen (1989:133), sê die volgende in verband met die funksie van die simboliese taal van wiskunde:

"Mathematics may be regarded as a symbolic language whose practical function is to express quantitative and spatial relationships."

Indien leerders nie in staat is om ruimtelike verhoudings, kwantitatiewe redenering en die taal van wiskunde te kan integreer nie, kan dit hul prestasie in wiskunde nadelig beïnvloed.

3.4.1.7 Kognitiewe styl

Navorsers gebruik die terme leerstyl en kognitiewe styl afwisselend en verwys gewoonlik daarmee na dieselfde begrip. Ellis (1997) wys daarop dat teoretici oor dié onderwerp gewoonlik fokus op verskillende kombinasies van die konstrakte '**waarneming**' (óf op konkrete, persoonlike, sintuiglike of intuïtiewe wyse, óf op 'n abstrakte, analitiese of

intellektuele wyse) en '**verwerking**' (aktief eksperimenteer en **doen**, of nadenkend observeer en peins oor sake). Keefe & Monk (1990:1) definieer die konsep 'leerstyl' as:

"the composite of characteristic cognitive, affective, and physiological factors that serve as relatively stable indicators of how a learner perceives, interacts with, and responds to the learning environment. It is demonstrated in that pattern of behavior and performance by which an individual approaches educational experiences. Its basis lies in the structure of neural organization and personality which both molds and is molded by human development and the learning experiences of home, school and society. This definition incorporates broad categories - cognitive, affective, and physiological - but learning style itself is a gestalt. It is a complexus of related characteristics in which the whole is greater than its parts. Learning style combines internal and external operations that are derived from the individual's neurobiology, personality, and development that are reflected in learner behavior. Learning style represents both inherited characteristics and environmental influences."

Anders gestel: leerstyl of kognitiewe styl is die wyse waarop 'n persoon reageer op stimuli uit die leeromgewing of -konteks. Ook Kolb (1981) beskou kognitiewe styl as die resultaat van oorerflikheidsfaktore, vorige lewenservaring en die appél of eise uit die huidige omgewing. Onder affektiewe faktore resorteer persoonlikheidsfaktore, insluitende verantwoordelikheid, sosialiteit, deursettingsvermoë, selfdissipline, motivering, wil en Lokus van Kontrole (McCarthy, 1980). Onder kognitiewe faktore resorteer fasette soos enkodering, dekodering, inligtingverwerking, asook die berg en die onttrek van inligting (Gagné, 1985; Kirby, 1979). Die fisiologiese of omgewingsverwante domein verwys na sensoriese waarneming en omgewingsverwante faktore (Barbe & Swassing, 1979; Jenkins, Letteri & Rosenlund, 1990).

(i) Leerkonsipiëring

Bloom (1976) en Trollip (1991) omskryf die konstruk 'leer' tabellaries soos volg:

TABEL 3.1: BLOOM EN TROLLIP SE BESKRYWING VAN VLAKKE VAN INSIG

VLAK OF KATEGORIE	AKSIEWERKWOORDE OF DEFINISIE
1. Kennis	Kennis van spesifiekhede, van wyses en maniere om met hierdie spesifiekhede om te gaan, en van abstraksies en universele aspekte van 'n spesifieke terrein. Gekenmerk deur woorde soos benoem, identifiseer, verbind, definieer, selekteer en beskryf
2. Begrip	Omskakeling, interpretasie en ekstrapolasie van kennis. Gekenmerk deur aksiewerkwoorde soos klassifiseer, verduidelik, omskep, som op en voorspel
3. Toepassing	Demonstrasie van begrip. Gekenmerk deur aksiewerkwoorde soos bereken, los op en rangskik
4. Analise	Ontleding van elemente, verwantskappe en organisatoriese beginsels. Gekenmerk deur aksiewerkwoorde soos differensieer, stel diagrammaties voor, skat, orden, lei af en onderverdeel
5. Sintese	Produksie van unieke kommunikasiewyses, van 'n plan of voorgestelde stel operasies en afleiding van 'n stel abstrakte verwantskappe. Gekenmerk deur aksiewerkwoorde soos skep, kombineer, formuleer, konstrueer en ontwerp
6. Evaluasie	Beoordeling in terme van interne getuienis en eksterne kriteria. Gekenmerk deur aksiewerkwoorde soos beoordeel, kritiseer, diskrimineer, vergelyk, maak die gevolgtrekking dat, regverdig en lei af dat

Rossum, in Entwistle (1988), stel weer die leerkonsep diagrammaties soos volg voor:

TABEL 3.2: LEERVLAKE, VOLGENS ROSSUM

KATEGORIE	DEFINISIE
1. Bekom van kennis	Voorlopige, nie skerp omlynde nie, konsipiëring van leer
2. Memoriseer	Berg van inligting met die oog op reproduksie
3. Benut van kennis	Ontdekking of bewuswording dat leer meer insluit as bloot die memorisering van feite; dat kennis en vaardighede nuttig is
4. Onttrek van betekenis	Die besef dat leer (kan) lei tot verbandlegging op sowel mikro- as makrovlak (tussen vakgebiede, maar ook tussen vakgebiede en die breë werklikheid)
5. Interpretering en begrip	Verwerwing van die insig dat leer 'n manier is waarop kennis opgedoen kan word; iets wat daartoe kan lei dat die werklikheid verstaan kan word
6. Selfaktualisering	Leer as selfverwesening of persoonlike groei

Samevattend blyk dit dat heelwat outeurs dit eens is dat leer uiteindelik daarop afgespits is om geestesinhoud in funksie te bring en om geestesinhoud en -funksies te integreer, met selfverwesening, persoonlike groei en vorming van die individu die einddoel (Roos, 1995).

(ii) Leerbenaderings: die onderskeid tussen die oppervlak- en diepbenadering

Die Sweedse navorsers Marton (1975), Marton, Hounsell & Entwistle (1984), Martin & Säljö (1984), asook Svensson (1976), het baanbrekerswerk op die terrein van leerbenaderings verrig. In teenstelling met die meerderheid navorsers van hul tyd, het hulle aangetoon dat die kwantitatiewe uitslag van leer, te wete die hoeveelheid feite en idees wat **gememoriseer** en **onthou** is, ondergeskik is aan **begrip** van dit wat gelees is. Hierdie navorsers het onderskei tussen die oppervlak- en die diepbenadering, terwyl Biggs (1988) ook verwys het na die prestasiebenadering.

(a) Die oppervlakbenadering

Die memoriseer van feite en idees ten einde **feite** te probeer onthou, met weinig begrip en minder kennis van detail.

(b) Die diepbenadering

Die bestudeer van leerstof ten einde nuwe idees in verband te bring met vorige kennis en persoonlike ervaring. Persone wat hierdie leerbenadering openbaar, gaan dus meer aktief met die leerstof om, verstaan dit en is meer in staat om detail vir 'n langer tydperk te onthou in vergelyking met persone wat die oppervlakbenadering openbaar. Hierdie benadering steun sterk op 'n positiewe affektiewe oriëntasie en intrinsieke belangstelling in 'n spesifieke taak, asook 'n verwagting om baat te vind by die uitkoms van die taak. Dit lei daartoe dat strategieë ontwikkel word om die intrinsieke betekenis van die taak te ontdek, dat die taak vanuit eie ervaring beskou word en dat nuwe stof geïntegreer word met bestaande kennisstrukture, waarna teorievorming en hipotesestelling kan volg.

(c) Die prestasiebenadering

Leerders met 'n prestasiebenadering is affektief daarop ingestel om te bewys hoe uitnemend hulle met betrekking tot ander leerders presteer. Dit lei tot 'n strewe daarna om die beste punte te probeer behaal. Hierdie benadering kan dus as aanvullend tot beide die vorige benaderings beskou word. Volgens Biggs (1988) is 'n diepprestasiebenadering 'n kenmerk van goeie presteerders.

Die voorgaande drie begrippe kan soos volg saamgevat word (Biggs, 1987; 1988):

TABEL 3.3: MOTIEF EN STRATEGIE AS ASPEKTE VAN LEEBENADERINGS

BENADERING	MOTIEF	STRATEGIE
Oppervlak-	Ekstrinsiek en instrumenteel. Doel: Behaal van sukses sonder te veel inset. Motivering hang af van negatiewe (toetsangs) én positiewe (behaal van goeie punte) versterking	Feitelike reproduseer van inligting
Diep-	Intrinsiek, gerig op bevrediging van belangstelling, verwerf van insig en uitbreiding van kennisbesit	Taakbetrokkenheid, verbandlegging en kontekstualisering van stof deur wyer te lees. Lei tot bevredigende resultate
Prestasie-	Kompeteer met ander, asook versterking van leeders se eie ego (wat in 'n groot mate afhang van die behaal van goeie punte, ongeag of leerstof interessant is of nie)	Optimale organisasie van (studie-)tyd en werksruimte tipeer uitnemende leeders

(iii) Veldafhanklikheid versus veldonafhanklikheid

Die bipoalêre veldafhanklikheid-veldonafhanklikheidstyl is waarskynlik die beste van alle leerstyle nagevors. Kolb (1984), asook navorsers soos Witkin, Moore, Goodenough & Cox (1977) verwys met hierdie konstruk na die neiging by persone om hul ervarings op 'n analitiese of op 'n globale wyse te organiseer. 'n Veldonafhanklike leerder kry dit reg om midde-in 'n aantal irrelevante, maar steeds uitdagende stimuli, op een bepaalde stimulus te fokus, terwyl 'n veldafhanklike leerder dit nie regkry nie. Veldonafhanklike leeders slaag daarin om die geheel of struktuur van 'n gegewe veld te oorkom of om dit te

herstruktureer, terwyl veldafhanklike leerders 'n veld aanvaar soos wat dit is en moeilik daarin slaag om dele daarvan binne 'n geheelkonteks te onderskei. Dit wil voorkom of leerders wat in 'n outonome, prestasie-georiënteerde klimaat opgegroeï het, geneig is om veldonafhanklik te wees, in teenstelling met leerders wat in 'n oorbeskermd klimaat opgegroeï het en wat meer geneig is om veldafhanklik te wees (Owen, 1995).

3.4.1.8 Inligtingsverwerkingsfoute as kognitiewe stylprobleme in leerders se huiswerk

Outeurs soos Bickhard (1980), Campbell & Bickhard (1986) en Schutz (1994) beklemtoon dit dat die konstruktivistiese benadering tot leerders se studie-oriëntasie juis beteken dat leerders foute móét maak en daaruit moet léér. Hulle stel dit dat menslike leer 'n konstruktiewe of skeppende proses is; een wat die maak van foute insluit, maar ook die diagnoseer en regstelling van foute.

McKeachie, aangehaal deur Pintrich & Garcia (1994:121), sê die volgende in verband met algemene leer- en denkstrategieë:

"Students should continue to learn and use their learning in more effective problem solving for the rest of their lives. When one takes life-long learning and thinking as the major goal of education, knowledge becomes a means rather than an end, and other formerly implicit goals become more explicit."

Die ideaal is dat 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde 'n grondslag sal skep vir die fasilitering van lewenslange leer.

Pintrich & Garcia (1994:113) se navorsing het hulle tot die volgende gevolgtrekking laat kom:

"students who use more deep-processing strategies like elaboration and organization are more likely to do better in the course in terms of grades on assignments, exams, and papers, as well as overall course grade. In addition, students who attempt to control their cognition and behavior through the use of planning, monitoring, and regulating strategies also do better on these

academic performance measures."

Die fokus is dus nie eng op persoonlikheidstipes soos introversie-ekstroversie, veldafhanklikheid-veldonafhanklikheid en die Myers-Briggsprofiële nie. Die aanname word gemaak dat 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde aan die dag gelê word deur aktiewe, konstruktiewe (skeppende) leerders wat gebruik maak van kognitiewe, asook meta-kognitiewe leerstrategieë wanneer hulle wiskunde leer. Die aanname is verder dat hierdie kognitiewe en metakognitiewe leerstrategieë nie 'persoonlikheidstrekke' verteenwoordig nie, maar juis dat leerders hierdie kognitiewe en metakognitiewe leerstrategieë kan verwerf, aanleer of leer beheer.

Die fokus val vervolgens op enkele 'foute' wat leerders in wiskunde maak. Hierdie tipe 'foute' is in wese inligtingsverwerkingsfoute wat gewoonlik 'n negatiewe uitwerking op prestasie in wiskunde het, maar wat gediagnoseer kán (en behoort te) word.

- ★ Linearisasie (Davis & McKnight, 1979). Onder linearisasie verstaan hierdie outeurs foute soos die volgende:

$$(a + b)^2 = a^2 + b^2, \text{ en:}$$

$$\sin(x + y) = \sin x + \sin y$$

- ★ Kansellasiefoute, soos die volgende:

$$(m + n - p)/(m + t) = (n - p)/t$$

- ★ Zero-produktbeginsel (Glencross & Fridjhon, 1989). Dit sluit die volgende tipe fout in:

$$(x - 2)(x - 3) = 8:$$

$$\rightarrow x - 2 = 8 \quad \text{of} \quad x - 3 = 8,$$

$$\rightarrow x = 10, \quad \text{of} \quad x = 11$$

- ★ Oorveralgemening (Matz, 1980). Leerders stel die vergelyking $(x - a)(x - b) = 0$ gelyk aan die vergelyking $(x - a)(x - b) = c$, en vergeet van die kritieke waarde van die 0.
- ★ Probleme met woordsomme (soos wanaanwending van veranderlikes in woordprobleme wat lei tot vergelykings) (Glencross & Fridjhon, 1989). Die probleem: 'Skryf 'n vergelyking om die volgende stelling voor te stel (gebruik die letters x en y): Daar is ses keer soveel studente as professore aan hierdie universiteit.

Gebruik S vir die getal studente en P vir die getal professore', is in Rosnick (1981) se ondersoekgroep deur 37% van die groep van 150 eerstejaarstudente in ingenieurswese verkeerd beantwoord. Toe die verhouding van 6:1 verander is tot 4:5, het meer as 73% van die studente die antwoord verkeerd gehad. Die verhouding is uitgedruk as $6S = P$, wat onder meer daarop dui dat talle studente die letters S en P (afkortings vir Studente en Professore) as afkortings vir eenhede (6 liter = 6 l) gebruik het, in plaas daarvan om dit as simbole te beskou.

- ★ Toepassing van reëls sonder die nodige insig.
- ★ Probleme met ongelykhede. By die probleem: Los op vir x as $3x^2 - x \geq 2$, is leerders dikwels nie seker daarvan of die oplossing van die vorm $a \leq x \leq b$ of van die vorm $x \leq a$ of $x \geq b$ is nie.
- ★ Veralgemening oor operasies (Davis, 1983). Dit sluit foute soos die volgende in (Davis, 1984; Olivier, 1989):

233

-178

145

- ★ Glipse (foute wat nie sistematies voorkom nie en gewyt kan word aan foutiewe verwerking van inligting; gewoonlik as gevolg van nalatigheid) en onjuisthede (antwoorde wat op 'n sistematiese wyse begaan word as gevolg van foutiewe beplanning). Foute is óf simptome van onderliggende foutiewe beginsels in die konseptuele strukture óf wanopvattinge.
- ★ Opdragverplasing (vrae word soms verkeerd gelees of geïnterpreteer; bewustelik of onbewustelik). So word $(x - y)(y - x)$ in die laer grade soms vervang met $(x - y)(x - y)$ ('n meer bekende tipe probleem).
- ★ Onvermoë om te abstraheer of konsepte en beginsels voor te stel. Simbole soos 2, $\frac{3}{4}$ en 5,345 is letterlike voorstellings van getalle, terwyl simbole soos a , x/y en $n = 2m - 4$ veranderlikes is waar letters die onbekende hoeveelhede voorstel. Dit is belangrik dat leerders 'n spesifieke konsep of beginsel eers deur konkrete voorstellings leer ken en geleidelik na simboliese voorstellings beweeg (Schminke, Maertens & Arnold, 1978). Leerders word die geleentheid gebied om op die konseptuele en probleemoplossingsvlak te leer wanneer hulle toegelaat word om met objekte te werk, te praat oor wat hulle waarneem en toegelaat word om die waargenome verwantskappe aan te teken.

- ★ Onvermoë om tussen denkvlakke te beweeg. Leerders sukkel soms met die vervanging van ingewikkelde probleme met eenvoudiger probleme van dieselfde soort (Hoeveel is x meer as y ? behoort byvoorbeeld herlei te kan word tot 'n voorbeeld soos: Hoeveel is 12 meer as 5?)
- ★ Slordige of nalatige taalgebruik en skryfwyse. Leerders weet dikwels nie wat elementêre begrippe soos 'faktor', 'uitdrukking', 'vergelyking', 'teller', 'vierkant' of 'kwadraat' beteken nie of hulle maak hul skuldig aan verbalisme (die gebruik van simbole sonder die vermoë om die simbole te kan benoem). Hulle kan die betrokke simbole dikwels wel in bekende situasies herken en gebruik, maar sukkel wanneer die simbole in 'n onbekende konteks voorkom.
- ★ Sirkelredenasië. Leerders gebruik (veral in meetkunde) juis die stelling wat hulle moet bewys, in hul bewys - hulle aanvaar derhalwe juis dit wat hulle moet bewys.
- ★ Agterlosigheid.
- ★ Ander leerders se werk afskryf.
- ★ Verkeerde werk reg merk.

3.4.1.9 Doelwitstelling

McKeachie, Pintrich & Lin (1985) se navorsing het die gesamentlike invloed van kognisie en motivering op selfregulerende gedrag (*self-directed behavior*) beklemtoon. Wanneer die verwantskap of interaksie tussen kognisie en motivering oorweeg word, raak dit onder meer moontlik om die inhoud van leerders se doelwitte te identifiseer (Schutz, 1994). Pintrich & Schrauben (1992) tref in hierdie verband 'n onderskeid tussen intrinsiek georiënteerde doelwitte (bemeestering, uitdaging, opdoen van kennis of nuuskierigheid) en ekstrasiek georiënteerde doelwitte (grade slaag of behaal, beloning of ander se goedkeuring). Schutz (1994) se ondersoek na doelwitinhoude het die volgende rangorde van interafhanklike doelwitareas by leerders uitgewys:

1. Beroep (voortdurend aanhou om beroepsmatig te vorder en die werk geniet).
2. Familie (trou en gelukkig wees).
3. Opvoedkundig ('n graad of goeie punte behaal).
4. Reis en avontuur.
5. Persoonlike welsyn (gelukkig wees of selfkennis bekom).

6. Fisieke gemak.
7. Mag en rykdom.
8. Sosiale hulpverlening ('n leier word of ander mense help).
9. Vriendskap.
10. Godsdienstig (ander help om godsdienstig te ontwikkel of die godsdien bevorder).

Hy wys daarop dat hierdie doelwitte ontstaan uit die interaksie tussen biologiese invloede (erflikheidsfaktore en evolusionêre faktore, insluitend genetiese faktore en lewensiklusprosesse, soos groei, maturasie en fisieke aftakeling), ekokulturele invloede (omgewings- én kulturele invloede wat deur vriende, familielede, die gemeenskap en die staat uitgeoefen word) en 'n persoon se huidige vlak van subjektiewe bewussyn (uiteindelike doelwitte, waardes of kerndoelwitte) (Ford, 1992; Winell, 1987). Menslike doelwitte kan dus omskryf word as kognitiewe voorstellings van dit wat mense graag sal wil sien gebeur, asook van dit wat hulle graag in die toekoms sal wil vermy. Menslike gedrag is gerig op, en word gereguleer deur, die verwantskap daarvan met hierdie voorstellings van doelwitte. 'n Toereikende studie-oriëntasie in wiskunde kan dus beskou word as 'n vorm van menslike gedrag wat gerig word op, en gereguleer word deur, leerders se uiteindelike doelwitte, insluitend leerders se ideaal om hul persoonspotensiaal optimaal te verwesenlik.

3.4.1.10 Strategiese leer

Volgens Weinstein (1994) beskik strategiese leerders oor vyf kategorieë kennis:

- ★ kennis van hulleself as leerders;
- ★ kennis van verskillende tipes akademiese take;
- ★ kennis van taktiese strategieë om nuwe kennis te bekom, te integreer, toe te pas en daaroor na te dink;
- ★ toepaslike voorkennis; en
- ★ kennis in verband met huidige en toekomstige kontekste waarbinne hierdie kennis nuttig behoort te wees.

Strategiese leerders moet verder **wil** leer, moet hul eie vordering kan monitor en moet weet hoe om selfevaluering of -toetsing te kan implementeer om te bepaal of hulle hul leerdoelwitte bereik (Brown, 1987; Flavell, 1979). Hierbenewens moet hulle metakognitiewe bewustheids- en beheerstrategieë kan implementeer waarmee hulle hul eie leerproses kan bestuur. Hulle moet ook 'n sistematiese benadering kan volg (Weinstein, 1994). So 'n sistematiese benaderingswyse sluit die volgende in: doelwitstel, 'n plan maak om die doelwit te bereik, spesifieke strategieë kies en gebruik om die doel te bereik, hul eie vordering monitor en die plan, metodes of selfs die oorspronklike plan modifiseer (indien nodig) en evalueer wat gedoen is om te besluit of hierdie strategieë geskik is om in die toekoms te gebruik. Die ideaal is dat leerders 'n repertoire strategieë sal aanleer waarop in die toekoms outomaties teruggeval sal kan word (Anderson, 1990b).

Vraelyste soos die OSGH (Du Toit, 1981), die LASSI (*Learning and Study Strategies Inventory*) (Weinstein, Palmer & Schulte, 1987) en die MSLQ (*Motivated Strategies for Learning Questionnaire*) (Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991) is juis ontwerp om onder meer die volgende aspekte van strategiese leer te meet: houdings, gewoontes, dosentgoedkeuring, aanvaarding van onderwys, motivering, tydsbestuur, angs, konsentrasie, inligtingverwerking, selektering van hoofidees, selftoetsing en toetsstrategieë. Die beoogde studieoriëntasievraelys in wiskunde sal dan ook daarop afgespits wees om 'n sinvolle kombinasie van hierdie faktore, in soverre dit meer spesifiek vir wiskunde geld, te meet.

3.4.2 Eksterne faktore

Hieronder resorteer stimuli van 'n onvoorsiene of onverwagse aard, wat dikwels sonder waarskuwing opduik, maar wat nogtans van so 'n aard, graad en omvang van dwingendheid of 'meeslependheid' is dat leerders se studie-oriëntasie in wiskunde daardeur beïnvloed word.

3.4.2.1 Patologiese primêre opvoedingsituasie

Swak huislike agtergrond, armoede, huweliksonmin tussen ouers, asook afwesigheid van een ouer is voorbeelde van 'n swak huislike agtergrond wat wiskunde probleme mag veroorsaak. Claassen (1989) en Van Eeden (1991) voer in hierdie verband die verskille tussen die aanleg- en intelligensievlakke wat tussen Afrikaans- en Engelssprekende leerders bevind is (ten gunste van Engelssprekendes) terug tot die hoër sosio-ekonomiese status van die Engelstalige groep.

3.4.2.2 Skoolwisseling en wisseling van onderwysers

Skool- en onderwyserwisseling, en die gebrek aan kontinuïteit wat daarmee saamgaan, dra potensieel by tot studie-oriëntasieprobleme in wiskunde.

3.4.2.3 Verwagting van prestasie in wiskunde

Die volgende houdings kom soms voor:

- ★ Leerder A het 'n hoë intelligensiesyfer; presteer A nie dienooreenkomstig in wiskunde nie, is A bloot lui.
- ★ Leerder B het 'n lae intelligensiesyfer; doen B goed in wiskunde, oorpresteer B; doen B swak, is B bloot dom.

Uit 'n sielkundige perspektief impliseer dit dat leerders se ouers, in besonder die verwagting van die vader, 'n betekenisvolle invloed op hul studie-oriëntasie in wiskunde kan hê (Maree, 1990). Stel ouers geen of 'n lae ideaal daar, aanvaar leerders soms daardie verwagting as kriterium vir hul prestasie.

Die aangeleentheid van ander se verwagting van 'n leerder se prestasie in wiskunde is in die veranderende tye in Suid-Afrika, en die ommekeer vanaf 'n beleid van apartheid tot 'n demokratiese stelsel in skole, potensieel van betekenis. Hannan (1988:28) vra die volgende vrae (wat moontlik ook gevra kan word oor die situasie in Suid-Afrika) ten opsigte van die situasie in Brittanje:

"Does the teaching of maths in our schools make assumptions about culture? Do white middle class pupils do well because they are inevitably predisposed to do so given the intrinsic nature of mathematical learning or are we teaching white-middle-class-maths which effectively excludes others not in possession of their variety of cultural capital? Or, perhaps more convincingly, do teachers make assumptions about mathematical abilities which favour white middle class pupils and thus make their success something of a self-fulfilling prophecy?"

3.4.3 Interne of intrapsigiese faktore

Die eerste probleem waarop daar in hierdie afdeling gefokus word, is die verskynsel wiskunde-angs.

3.4.3.1 Wiskunde-angs

Die term 'wiskunde-angs' is in werklikheid nie korrek nie, aangesien angis vryvloeiend is en nie gerig word op iets in die besonder nie. Dit sou meer korrek wees om te verwys na wiskunde-vrees of 'n fobie vir wiskunde, maar die begrip 'wiskunde-angs' het reeds so ingeburger geraak dat dit ook hier gebruik word om te verwys na leerders se negatiewe houdings teenoor wiskunde of hul vrees vir die vak. Visser (1988:38) definieer wiskunde-angs soos volg:

"Maths anxiety may be defined as an irrational and impedimental dread of mathematics. The term is used to describe the panic, helplessness, mental paralysis and disorganization that arise among some individuals when they are required to solve a problem of mathematical nature."

Volgens hierdie outeur kan die verskynsel te eniger tyd in 'n leerder se loopbaan verskyn en verdwyn dit normaalweg nie spontaan nie. Visser (1988:38-39) vermoed dat wiskunde-angs uit 'n interaksie van verskillende faktore ontstaan. So kan leerders op laerskoolvlak

nog die meeste wiskunde probleme hanteer deur reëls en strategieë bloot te memoriseer, sonder werklike insig in die struktuur van die vak. In die sekondêre skool en op tersiêre vlak kan leerders nie meer hiermee wegkom nie en is dit dikwels te laat om alternatiewe probleemoplossingstrategieë aan te leer. Ander faktore sluit dit in dat wiskunde, anders as die meeste ander vakke, die leerder nie die geleentheid bied om elke jaar weer van voor af te begin nie. Elke dag, week, maand en jaar se werk bou voort op die werk van die vorige periode. Castle (1992:228) merk in hierdie verband op dat:

"It has been argued that unsatisfactory past experience of learning mathematics at school, rather than any lack of aptitude in mathematics, causes 'maths anxiety'."

Wiskunde-angs beïnvloed leerders se houdings nadelig, terwyl houdings juis 'n belangrik aspek van leerders se studie-oriëntasie uitmaak. Wong (1992:33) spreek die mening uit dat:

"attitudes, again, play a crucial role in the learning of mathematics. When attitudes are used as predictors of achievement in mathematics, significant positive correlations are usually found ... Positive attitudes also have a strong influence on student motivation ... and the intention to learn."

Strauss (1990) stel die volgende strategieë voor ten einde die probleem te hanteer:

- ★ leerders behoort te leer om self te dink;
- ★ leerders moet meganismes en strategieë in wiskunde ten volle leer verstaan en nie bloot meganies leer toepas nie. Die gebruik van so veel as moontlik tegnologiese hulpmiddels is hier onontbeerlik; en
- ★ korrekte begripsvorming is belangrik. Verkeerde antwoorde van leerders moet derhalwe nie bloot as verkeerd beskou word nie, maar moet geanaliseer word ten einde te bepaal **waarom** foutiewe antwoorde verkry is.

Hy stel onder meer die gebruik van handboeke in bepaalde wiskunde-toetse voor, aangesien dit tot die sinvolle verstaan van die vak kan bydra.

Sharma (1979) glo dat die woordeskat van wiskunde net soos die woordeskat van elke ander kennisgebied onderrig behoort te word. Net soos leerders die alfabet moet aanleer voordat hulle kan begin lees, moet hulle die simbole en woordeskat van kwantitatiewe redenering aanleer alvorens hulle met wiskunde begin. Sharma glo dat dit 'n bydrae kan lewer tot vermindering van leerders se wiskunde-angs.

3.4.3.2 Selfbeeld en selfvertroue

Covington & Roberts (1994) beskou die behoefte aan aanvaarding as die hoogste menslike behoefte. Akademiese prestasie (asook die beleving van in staat wees of nie in staat wees nie om te presteer) bepaal weer in 'n groot mate of leerders aanvaar sal word (of dit beleef dat hulle aanvaar word) of nie. Volgens hierdie outeurs kan daar soos volg onderskei word tussen leerders se doelverwante ingesteldheid:

(i) Vermyding van mislukking

Hierdie leerders betree die studieterrin met twyfel oor hul vermoëns en is gewoonlik angstig en bang om as onbevoeg bewys te word. Hul selftwyfel lei daartoe dat hulle te veel tyd spandeer aan pogings om angsverligting te verkry, onder meer deur te weier om verantwoordelikheid vir sukses of mislukking te aanvaar (hulle blameer byvoorbeeld onderwysers en die aard van die vak vir geprojekteerde mislukking) en deur die belangrikheid van akademiese prestasie te onderspeel. Hierdie leerders toon enersyds die klassieke tekens van vaardigheidstekorte (*skill deficit* - angstigheid ontstaan as gevolg daarvan dat leerders besef hulle is onvoorbereid en dat hulle as gevolg hiervan mag misluk) en andersyds herroepleemtes (*retrieval-deficit* - onvermoë om kennis wat vroeër geleer is, te herroep).

(ii) Oorstrewers

By hierdie leerders lei studietoets-angs en selftwyfel wel tot intensiewe studiegerigtheid, maar hul leerstrategieë is oneffektief. Vrees of ang is lei tot oppervlakkige leer, wat minder weerstand bied teen die vergeet van inligting, veral weens toetsangs (*retrieval anxiety*). Vandaar die verskynsel dat leerders toeslaan of sogenaamd "n *blank strike*".

(iii) Aanvaarding van mislukking

Hierdie leerders het opgehou om 'n sin van eiewaarde deur prestasie op te bou of te behou. Hulle tree passief en berustend in hul lot op. Hulle presteer nie soseer swak omdat hul kennis nie kan herroep nie (*retrieval deficit*), soos by oorstrewers, maar eerder (soos wat dit die geval is by vermyding van mislukking) vanweë 'n onvermoë om in die eerste plek kennis op te doen.

(iv) Prestasie-georiënteerde leerders

Dit is diegene wat onder meer vir hulle realistiese leerdoelwitte daarstel, net buite hul bereik (huidig), maar steeds haalbaar indien hulle bereid is om hard genoeg te werk.

Anderson (1990a:266) laat haar soos volg uit oor die betekenis van selfbeeld in leerders se studie-oriëntasie in wiskunde:

"a person's self-concept is influenced by what others, especially significant others, think of that person ... self-concept is resistant to change."

Wanneer selfvertroue as 'n aspek van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde daal, word die effek daarvan gewoonlik die duidelikste in terme van prestasie in wiskunde gesien. Bloom (1976) verduidelik dat geen leerder bloot kognitief by die leerproses betrokke is nie. Gevoelsmatige faktore soos belangstelling, motivering, houdings en selfkonsep speel 'n belangrike rol by die aanleer van enige inhoud. Burns (1979) se studie het ook aangetoon dat die korrelasie tussen leerders se selfbeeld en akademiese prestasie statisties betekenisvol positief is.

3.4.3.3 Belangstelling

Wat leerders se belangstelling (of gebrek daaraan) ten opsigte van wiskunde betref, is die volgende sake van belang (Maree, 1992; Taljaard & Prinsloo, 1995):

- ★ daar is 'n betekenisvolle verband tussen wiskunde-vermoë en die leerder se belangstelling in die vak; en
- ★ gevoel speel 'n belangrike rol in 'n leerder se belangstelling in wiskunde. Dit beteken dat leerders waarskynlik meer sal hou van die vak na die mate wat hulle beter presteer daarin en omgekeerd.

3.4.3.4 Karakter, motivering en deursettingsvermoë

Leerders wat nie oor 'n positiewe studiegesindheid beskik nie, wat nie die belangrikheid van harde werk in wiskunde besef nie en wat nie besef in welke mate inligting in wiskunde op vorige kennis voortbou nie, mag sukkel om in wiskunde te presteer (Emenalo & Okpara, 1990). Hierdie outeurs beklemtoon juis die belangrikheid van bepaalde studiemetodes in wiskunde. Dit is belangrik om in hierdie stadium daarop te wys dat die nuwe benadering tot die leer van wiskunde (probleemoplossing, koöperatiewe leer, konstruktiewisme) nie beteken dat leerders nie meer hard hoef te werk in wiskunde nie. Engelbrecht (1997) beklemtoon dit dat leerders aspekte van wiskunde behoort te ontdek, maar dat hulle baie hard moet werk in die vak en nie 'die wiel elke keer weer moet ontdek nie'. Alper, Fendel, Fraser & Resek (1995:632) stel dit soos volg:

"Once students have invented a process, they need to practice using it so that it does not need to be totally rediscovered every time it is needed."

Grossnickle *et al.* (1983:18) definieer motivering soos volg:

"Motivation is an emotional state that provides the driving force to cause an individual to learn and make the effort to achieve."

Anders gestel: indien die leerder se emosionele en affektiewe onderbou nie intakt is nie, kan studie-oriëntasieprobleme in wiskunde verwag word. Die behavioristiese standpunt is dat motivering 'n eksterne aangeleentheid is. **Beloning** behoort in die vorm van 'n ster of een of ander vorm van goedkeuring of lof gebied te word. Die konstruktivistiese standpunt is weer dat motivering 'n interne aangeleentheid is, in die sin dat dit vir leerders belangriker is om die **sin** van hul moeite in die vak wiskunde in te sien. Indien hulle die vak

as waardevol vir hul tóékoms beskou, behoort hul studie-oriëntasie daarin dienooreenkomstig te verbeter.

Corno (1992:72) se kritiek is daarin geleë dat die term 'motivering' nie ver genoeg gaan nie:

"the question of volition should be addressed as well ... volition connotes a kind of diligence that goes beyond simple interest or goal directedness ... 'sheer willpower' means industrious, conscientious, disciplined - all stronger personal characteristics than 'motivated' ... Recently, scientific psychology ... has ... rejected the historical connection between failures to apply volitional resources and weakness of moral character ... Where motivation denotes commitment, volition denotes follow-through."

Hierdie outeur beskryf die uitoefening van wilskrag as 'n strategiese aktiwiteit wat leerders implementeer ten einde hul eie gedrag, maar ook die gedrag van ander, op die bereiking van 'n bepaalde doel te rig en te beheer.

3.4.3.5 Lokus van Kontrole

Kognitiewe verklarings vir motivering (attribusieteorieë) is in wese pogings om die redes vir sukses en mislukking te verklaar (Woolfolk, 1993). Verskeie navorsers het oor hierdie en verwante onderwerpe navorsing gedoen.

Pedersen, Draguns, Lonner & Trimble (1989:315) onderskei byvoorbeeld soos volg tussen die konstrakte 'interne' en 'eksterne Lokus van Kontrole':

"by virtue of the nature of the social environment that fosters achievement and autonomy, (some learners) can be characterized as 'internals' - that is, they perceive reinforcement accruing from the results of their own efforts since they control the environment. Where reinforcement is random or capricious and in general not under one's control, an 'external' person may believe that fate, luck, or chance is the rule of thumb in life."

Die voorgenoemde outeurs het hul siening van Lokus van Kontrole gebaseer op Rotter (1954) s'n. Hy verwys na persone met 'n interne Lokus van Kontrole as diegene wat glo dat hulle **self** verantwoordelik is vir hul eie noodlot. Sulke mense werk graag in situasies waar vaardigheid en inspanning tot sukses kan lei. Ander persone openbaar weer 'n eksterne Lokus van Kontrole. Hierdie mense glo dat persone en magte buite hulle beheer (sukses of mislukking in) hul lewens beheer. Hierdie tipe mense verkies werksomgewings waar geluk sukses of mislukking bepaal.

Lokus van Kontrole kan direk beïnvloed word deur die optrede van andere. Phares (1976) identifiseer die volgende drie potensiële oorsake van die interne-eksterne Lokus van Kontrole-verskynsel:

- ★ gesinsomstandighede: 'warm', beskermende gesinne help leerders om 'n interne Lokus van Kontrole te ontwikkel;
- ★ konsekwente ervarings: inkonsekwente gesagsuitoefening laat kinders glo dat die wêreld boos en onvoorspelbaar is en bevorder die beleving van 'n eksterne Lokus van Kontrole; en
- ★ sosiale omstandighede: diegene wat weinig toegang het tot mag of tot die geleentheid om op finansiële of persoonlike terrein te groei, verwerf 'n eksterne Lokus van Kontrole-oortuiging.

Seligman (1975) meen dat **aangeleerde hulpeloosheid** die gevolg is van die persepsie dat persone weinig of geen beheer oor hul situasie het nie, terwyl Abramson, Seligman & Teasdale (1978) hipotetiseer dat die inferensies of attribusies wat persone aanvoer vir die vermoedelike afwesigheid van beheer of kontrole, kritieke determinante is van aangeleerde hulpeloosheid.

Ook Weiner (1979) stel dit dat leerders die redes vir hul sukses of mislukking oorwegend in drie kategorieë verdeel, te wete: **Lokus** (lokalisering van die oorsake vir sukses of mislukking) as **intern** (binne die leerder) of **ekstern** (buite die leerder), **stabiliteit** (die vraag of die oorsaak stabiel is en of dit kan verander), asook **verantwoordelikheid** (of die leerder die oorsaak kan beheer of nie). Weiner (1984) stel dit dat 'n interne of eksterne Lokus van Kontrole nou verwant is aan die leerder se selfbeeld. Indien sukses of mislukking aan

interne faktore toegeskryf word, behoort sukses te lei tot verhoogde motivering, terwyl mislukking 'n leerder se selfbeeld mag benadeel. Stabiliteit hang weer nou saam met toekomsverwagting. Indien leerders meen dat sukses (of mislukking) toegeskryf behoort te word aan stabiele faktore soos 'n toets se moeilikheidsgraad, sal hulle verwag om in die toekoms te slaag (of misluk) in moeilike toetse. Indien hulle hul toetsuitslae egter aan onstabiele faktore soos hul buie of geluk toeskryf, verwag of hoop hulle op veranderinge wanneer hulle in die toekoms met dergelike take gekonfronteer word.

Onlangse navorsing deur die Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing (RGN) (Howie, 1997) het aan die lig gebring dat die meerderheid Suid-Afrikaanse wiskundeleerders (wat ook die swakste gevaar het in die TIMMS-studie) glo dat 'geluk' 'n bepalende rol in hul uiteindelijke prestasie in wiskunde speel, in teenstelling met leerders in 'n land soos Singapoer (wat die beste gevaar het in die TIMMS-studie) wat daarvan oortuig is dat faktore soos hul harde werk eerder verantwoordelik is vir hul prestasie in wiskunde.

Die verantwoordelikheidsdimensie is nou verweef met emosies soos woede, dankbaarheid, meegevoel of skaamte. Indien leerders misluk met iets waarin hulle voel dat hulle moes slaag, sal hulle skaam of skuldig voel daaroor. Indien hulle slaag, sal hulle trots daarop voel. Wanneer leerders in gebreke bly om 'onbeheerbare' probleme op te los, sal hulle woede ervaar jeens die persoon of instansie in beheer, terwyl sukses gepaard sal gaan met gevoelens van gelukkig wees of dankbaarheid.

Parsons, Meece, Adler & Kaczala (1982:430) laat hulle soos volg uit oor die betekenis van 'n toereikende studie-oriëntasie om leerders se aangeleerde hulpeloosheid te help bekamp:

"Learned helplessness has also been defined in terms of perceived control of one's success and failures. Perceived control can be assessed by looking at the use of such attributions as immediate effort, consistent effort, and skill or knowledge."

Hierdie outeurs is van mening dat 'n toereikende studie-oriëntasie onder meer aanduidend is van 'n persepsie van 'in beheer wees' van die taakopgawe.

3.4.3.6 Onveiligheid

Wanneer leerders se veiligheid hulle ontnem word, is die wiskunde dikwels die eerste vak waarin hul prestasie daal (Maree, 1992). Die resultate wanneer leerders deur sielkundiges getoets word, bevestig hierdie stelling. Ouers wat skei, huweliksonmin, sterfte, afwesige ouers en oorbeskerming is voorbeelde van faktore wat leerders van hul veiligheid kan ontnem, met potensieel destruktiewe gevolge. Die gevolg is dikwels dat leerders aan hul waagberegheid ontnem word. Hierdie tipes faktore lei daartoe dat leerders hul veiligheid ontnem word en dat hul affektiewe stabiliteit sneuwel, wat weer hul studie-oriëntasie negatief beïnvloed (Maree, 1992).

3.4.3.7 Aandag en konsentrasie

Wanneer leerders wiskunde doen, moet hulle konsentreer. Wanneer hulle bloot na 'n aantal feite luister en dit probeer onthou, gee hulle aandag. Met ander woorde, om te konsentreer moet hulle **aktief** wees. Om aandag te kan gee, moet hulle ontvanklik, dog passief, wees. Die begrippe 'aktief' en 'passief' is twee sleutelbegrippe ten opsigte van wiskundeprestasie. Indien leerders nie kan konsentreer nie, werk dit studie-oriëntasieprobleme in die hand. Wiskunde stel onder meer die eis dat leerders moet skryf, dink, doen, voorstellings en sketse maak, asook hul verbeelding en fantasie gebruik. Met ander woorde, dat hulle **aktief** moet wees. Probleme se oplossings kan nie bloot 'uitgedink' word nie. Leerders moet so ver moontlik hul totale brein en al hul sintuie tydens die studieproses in wiskunde gebruik. Bloom & Broder, aangehaal in Witkowski (1988:165), tref in hierdie verband die volgende vergelyking:

"The major difference between the successful and unsuccessful problem solvers in their extent of thought about the problem was in the degree to which their approach to the problem might be characterized as active or passive".

3.4.3.8 Weifelende gedrag

Madge & Van der Westhuizen (1982) is van mening dat die volgende fasette van weifelende gedrag tot studie-oriëntasieprobleme in wiskunde kan lei:

- ★ oordrewe terughoudendheid;
- ★ angstigheid; en
- ★ 'n oordrewe behoefte aan selfbeskerming, wat daarop neerkom dat die leerder geneig is tot verdedigende optrede. Leerders wat vroe as bedreigend beskou, of as 'n potensiële bron van bedreiging omdat hulle so bang is vir bespotting dat hulle onwillig is om hulle daaraan bloot te stel, mag probleme ondervind om optimaal te presteer in wiskunde.

3.4.3.9 Fisieke probleme

'n Probleem soos doofheid of swak sig hoef nie noodwendig tot probleme te lei nie, maar indien die fisieke probleem nie toereikend hanteer word nie, mag dit moontlik 'n bydrae lewer daartoe dat leerders leerprobleme in wiskunde ontwikkel.

3.4.3.10 Swak gesondheid

Lae bloedsuiker, algemene moegheid, gebrekkige dieet (Connors, 1990) en energieloosheid is voorbeelde van fisieke probleme wat tot sekondêre probleme, in hierdie geval leerprobleme in wiskunde, kan lei.

3.4.3.11 Ontwikkelingsprobleme

Leerders wat later as hul klasgroep ontwikkel of matureer, of wat jonger of kleiner as hul maats is, ervaar soms studie-oriëntasieprobleme in wiskunde.

3.4.3.12 Emosionele probleme

Morgan, Deese & Deese (1981:104) adviseer leerders soos volg in hierdie verband:

"If you don't understand, don't let it go by. Don't put it down to being 'dumb in math' or 'having no head for science'. The chances are that you missed learning something that is essential - just being home sick a couple of weeks while in the seventh grade could have done it."

Leerders wat emosionele probleme ervaar, kan op een van twee wyses op die ongunstige omstandighede reageer. Die omstandighede mag hulle motiveer om te presteer ten einde aan hul negatiewe omstandighede te ontsnap, afhangende van faktore soos die ondersteunende strukture tot hul beskikking. Sulke leerders kan egter ook 'n laer aspirasie- en prestasie- of selfverwerklikingspeil ontwikkel as dit waartoe hulle in staat is (Maree, 1992).

3.4.3.13 Houdings

Passow & Schiff (1989:5) beklemtoon indirek 'n belangrike aspek van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde met die volgende woorde:

"we must sensitize gifted children and youth to the major problems our world societies face - among them, poverty, famine, war and nuclear annihilation, racial/tribal conflict depletion of natural resources, environmental pollution, cultural conflict, personal and communal health, genetic changes, population growth, quality of life ... to devote their lives to building bridges of understanding."

Anders gestel: 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde behoort onder meer gebaseer te wees op die ideaal van optimale selfaktualisering; nie alleen in diens van die individu nie, maar by uitstek ook in diens van meer verhewe sosiale ideale, soos die opheffing van die mensdom oor die algemeen.

3.4.3.14 Geslagsverwante verskille in prestasie

Macleod (1995) se navorsing laat haar tot die gevolgtrekking kom dat daar 'n algemene persepsie bestaan dat meisies as bedeel met minder natuurlike aanleg as seuns,

hulpbehoewend, hardwerkend, 'goed' en empaties beskou word, in teenstelling met seuns, wat as mededingend, vol selfvertroue, selfgeldend en bedeel met natuurlike talent vir wiskunde beskou word. In samehang hiermee bestaan daar 'n algemene persepsie dat wiskunde beskou word as 'n vak waarin mededinging, selfvertroue en natuurlike talent belangrik is. Die afleiding word dus geredelik gemaak (Macleod, 1995) dat meisies hulle in 'n *double-bind*-posisie bevind. Hulle word aangemoedig om wiskunde te neem en daarin te presteer, maar terselfdertyd bestaan die ongesproke persepsie dat wiskunde nie werklik 'n vak vir meisies is nie (Tartre & Fennema, 1995). Navorsing deur die RGN (HSRC, 1997) het bevestig dat die natuurwetenskappe steeds 'n 'manlike' terrein is en dat die posisie van vroue nie verbeter het nie in die tydperk 1985 tot 1994.

Fennema & Hart (1994) wys ná intensiewe navorsing oor hierdie tipe onderwerpe op die volgende tendense:

- ★ geslagsverwante verskille ten opsigte van prestasie in wiskunde mag aan die afneem wees, maar hierdie verskille bestaan veral voort ten opsigte van -
 - die leer van meer gevorderde wiskunde;
 - opvattinge oor wiskunde; en
 - wiskundeverwante beroepskeuses;
- ★ geslagsverwante verskille ten opsigte van wiskunde word beïnvloed deur -
 - sosio-ekonomiese status en etnisiteit; en
 - leerders se skole en onderwysers;
- ★ onderwysers is geneig om hul klaskamers so te struktureer dat seuns ten koste van meisies daardeur bevoordeel word; en
- ★ daar kán intervensiestrategieë ontwerp en aangewend word om die situasie reg te stel.

3.4.3.15 Hulpsoekende gedrag (*help-seeking behaviour*)

Leerders is soms bang om hulp te soek wanneer hulle ontoereikend presteer. Vir hierdie leerders impliseer dit dat hulle hulp soek, onder meer dat hulle hul mislukking erken. Hierdie leerders vermy dit dan om hulp te soek en ontken eerder hul eie studie-oriëntasie- en prestasieprobleme as om die risiko te loop dat hul selfbeeld in die oë van hul

maatsgroep benadeel word; iets wat vir sulke leerders se ego potensieel pynlik is. Pollock & Wilkinson (1988) beklemtoon dit nogtans dat dit dikwels vir leerders nódig mag wees om hulp te soek ten einde hul kans op sukses te verbeter.

3.4.4 Onderrigprobleme

3.4.4.1 Die onderskeid tussen leer- en prestasieprobleme

Ten aanvang word daar kortliks 'n vergelyking getref tussen die genoemde twee klasse studie-oriëntasieprobleme in wiskunde.

(i) Leerprobleme.

In hierdie geval verloop die leerproses toereikend, maar emosionele probleme kortwiek die leerder. 'n Leerder met 'n traumatiese huislike agtergrond is byvoorbeeld kwetsbaar en potensieel 'n kandidaat vir studie-oriëntasieprobleme in wiskunde.

(ii) Prestasieprobleme.

Anders as wat die geval is by leerprobleme, ervaar leerders met prestasieprobleme min probleme om die werk te leer. Een of ander faktor meng egter in met die wyse waarop hulle dit weergee wat wel geleer is. 'n Leerder met 'n prestasieprobleem is derhalwe iemand wat wiskundige konsepte binne een konteks bemeester, maar nie daarin slaag om dit binne 'n ander konteks weer te gee nie. Die oordrewe perfeksionistiese leerder wat alles reg wil doen en as gevolg daarvan 'n probleem ervaar, illustreer hierdie verskynsel.

Gannon & Ginsburg (1985) kom tot die gevolgtrekking dat die volgende faktore wiskundeprestasie nadelig kan beïnvloed:

- ★ kognitiewe styl;
- ★ die besondere aard van die taak;
- ★ toetsang; en

- ★ veranderlikes wat betrekking het op die leerder se geestestoestand, insluitende moegheid en verveeldheid.

Dieselfde oorsaak kan verskillende leerders op verskillende maniere beïnvloed. Sommige leerders ervaar dalk emosionele probleme en kan as gevolg daarvan nie leer nie, terwyl ander dalk ook emosionele probleme ervaar, maar as gevolg daarvan nie hul kennis kan weergee nie.

3.4.4.2 Probleemoplossing en -sentrering

Vanderstoep & Seifert (1994:34) vra die volgende vraag in verband met probleemoplossingsvaardighede:

"Are people's cognitive skills limited to the contexts in which they were acquired, or can they be used in a variety of situations?"

Hierdie outeurs (1994:43) spreek later die vermoede uit dat inferensie van die probleemoplossingsproses heel moontlik net in die geval van wiskunde plaasvind:

"the generality of the problem-solving process - identification, access, application - is not known. It is possible that mathematical problem solving is the only content domain in which these particular cognitive operations occur in this fashion."

'n Probleemgesentreerde benadering tot 'n studie-oriëntasie in wiskunde het veral die optimalisering van probleemoplossingsgedrag in wiskunde ten doel (NCSM, 1977; Cockcroft, 1982). Hierdie benadering impliseer dat leerders, ideaal gesproke, nog steeds sekere reëls en beginsels in wiskunde leer. Die kardinale verskil is egter daarin geleë dat hulle dit binne **probleemoplossingskontekste** leer, in stede daarvan dat hierdie reëls, stellings en beginsels bloot **gememoriseer** word.

In aansluiting by dit wat reeds in Hoofstuk Twee oor die onderwerp gesê is, word in hierdie stadium slegs bevestig dat die probleemgesentreerde benadering as basis vir 'n studie-oriëntasie in wiskunde onder meer op die volgende beginsels gebaseer is:

- ★ die aanwending van probleemoplossing as medium van leer;
- ★ leerders ontwikkel probleemoplossingsvaardighede uit hul kennismaking met probleemsituasies;
- ★ leerders leer om hul eie pogings te evalueer en te verduidelik;
- ★ leerders verwerf die vermoë om logies te dink;
- ★ leerders kweek 'n gesonde waaghouding en selfstandigheid aan;
- ★ leerders leer om hul eie hipoteses en resultate te kontroleer; en
- ★ deur hul eie betrokkenheid ontwikkel hulle 'n positiewe selfbeeld in wiskunde.

3.4.4.3 Sosiale interaksie

Cobb *et al.* (1992:485) sê die volgende oor die betekenis van sosiale interaksie in wiskunde:

"An emphasis on social interaction brings with it the notion that mathematical learning is a process of enculturation in which students come to be able to participate increasingly in the mathematical practises institutionalized by the wider society ... Learning opportunities can then be seen to arise for students as they and the teacher interactively constitute taken-as-shared mathematical interpretations and understandings ... students (should) have frequent opportunities to discuss, critique, explain ... when necessary, justify their interpretations and solutions ... work collaboratively in small groups and ... participate in whole-class discussions of their problems, interpretations, and solutions."

Hul siening is dat die debat nie behoort te wees oor die vraag of leerders wel hul eie maniere konstrueer om tot kennis te kom nie, maar eerder daaroor dat die metafoor van aktiewe konstruksie van kennis 'n nuttige en eties geskikte wyse is om sekere interne prosesse by leerders te beskryf.

3.4.4.4 Koöperatiewe leer

Koöperatiewe leer kan beskryf word as 'n benadering waar klein groepies leerders as 'n span saamwerk om 'n probleem op te los, om 'n taak te voltooi of om 'n gemeenskaplike doel te bereik. Groeplede moet besef dat hulle lede is van 'n span en dat die groep se sukses of mislukking deur al die lede gedeel sal word. Om die groep se doel te bereik, sal groeplede met mekaar moet kommunikeer oor die probleem en mekaar moet help. Die NCTM (1989:79) beskryf die beginsels van koöperatiewe leer in wiskunde soos volg:

"Small groups provide a forum in which students ask questions, discuss ideas, make mistakes, learn to [make provision for] others' ideas, offer constructive criticism, and summarize their discoveries in writing."

Deur wiskunde op hierdie wyse te bestudeer, leer leerders terselfdertyd ook belangrike lewensvaardighede aan. Die sosiale aspek van groepwerk is aangenaam, leerders sluit nuwe vriendskappe, hulle leer om verskille te waardeer (verskille in aanleg en ander persoonseienskappe) en om verskillende menings te respekteer. Die leerder wat ander help, ervaar die vreugde van gee. Leerders wat weet dat hulle op ander kan steun vir hulp, ervaar nie die angs wat leerders dikwels ervaar wanneer hulle wiskunde nie verstaan nie. Koöperatiewe leer verskaf dus intrinsieke motivering om wiskunde te bemeester.

3.4.4.5 Gesprek

- (i) Die waarde van gesprek in wiskunde

Gesprek vorm waarskynlik die mees basiese grondvorm by die leer van wiskunde. Die Cockcroftverslag (Brittanje) beskryf gesprek byvoorbeeld as die hoofrede vir die leer van wiskunde (Brissenden, 1989:3):

"because it is a powerful means of communication."

Ook Skemp (1982) beklemtoon die belangrikheid daarvan dat leerders tydig en ontydig oor wiskunde behoort te praat voordat hulle wiskunde begin lees.

Waarom is gesprek, besprekings en kommunikasie in die wiskundeklas van soveel belang?

(a) Taalvaardigheid

Wiskunde-terminologie behoort in alle besprekings met leerders ingevoer en gekontroleer te word sodat hierdie terminologie optimaal **gebruik** kan word, want:

"mathematics does not grow through a monotonous increase in a number of indubitably established theorems but through the incessant improvement of guesses by speculation and criticism, by the logic of proofs and refutations."
(Lakatos (1976:5).

(b) Die betekenis van gesprek in die ontwikkeling van insig

Brissenden (1989), in navolging van Skemp, verklaar dat die doel van gesprek in die wiskundeklas sowel 'relasionele insig' (insig in die redes waarom reëls werk) as 'logiese insig' (die vermoë om aan ander te verduidelik) is, veel eerder as blote 'instrumentele insig' (die gebruik van reëls sonder om te weet waarom hierdie reëls werk).

(c) Gesprek as 'n manier om sosiale vaardigheid te ontwikkel

Indien leerders in staat is om hulle verbaal te handhaaf in die wiskundeklas, kan hulle met groter gemak daarbuite funksioneer as lid van 'n groep of as spreekbuis vir 'n groep, om op 'n logiese wyse vir of teen 'n argument te debatteer en om kritiek te kan lewer én te hanteer.

(d) Gesprek as wyse om te evalueer

Diagnostiese bespreking is waarskynlik veel beter as enige ander medium van evaluering in wiskunde. Met behulp van gesprek kan leerders se insig en vordering tydens groepsbesprekings op 'n deurlopende en gedetailleerde wyse geëvalueer word. Boonop maak dit onmiddellike en buigsame terugvoer moontlik. Net so kan die kwaliteit van leerders se gesprekke in wiskunde geëvalueer word.

(e) Die aard van klasbesprekings

Brissenden (1989:12) definieer die klasgesprek in wiskunde soos volg:

"Pupils ... meet together to solve a common problem, or achieve a common goal, by sharing goals and modifying their opinions, ideas and understanding."

(f) Meningspeilings in die wiskundeklas (Schminke, et al., 1978)

Sielkundiges het 'n wye reeks gestandaardiseerde toetse en vraelyste tot hul beskikking om leerders se studie-oriëntasie (en verwante aspekte) mee te evalueer. Weinig onderwysers is sielkundiges (en dus by magte om sielkundige toetse te gebruik om studie-oriëntasieprobleme met behulp van meer gesofistikeerde toetse en vraelyste te evalueer). Studie-oriëntasieprobleme in wiskunde kan nogtans op hierdie vlak verken word indien onderwysers van tyd tot tyd informele vraelyste inskakel ten einde aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde te bepaal. Dit kan vraelyste soos die volgende insluit:

- ★ leerdervoorkeurvraelyste. Leerders kan bloot gevra word om 'n lys van hul skoolvakke te maak en aan die een waarvan hulle die meeste hou 'n 1 toe te ken, aan die tweede 'n 2, en so aan;
- ★ die neerskryf van waarnemings. Sistematiese waarneming en aantekening van die gedrag van individuele wiskundeleerders lewer dikwels onthullende inligting oor hul houdings teenoor die vak en redes vir hul prestasieprobleme in wiskunde; en

- ★ formele houdingsvraelyste. Leerders kan byvoorbeeld versoek word om hul houdings jeens wiskunde op 'n semantiese differensiaalskaal aan te teken.

3.4.4.6 Tegniese foute

Movshovitz-Hadar, Inbar & Zaslavsky (1986) wys op die inhiberende effek van 'tegniese probleme' op leerders se prestasies in wiskunde. Dit sluit probleme soos die volgende in:

- ★ argelose of nalatige druk van vraestelle en toetse;
- ★ misleidende figure;
- ★ gebrekkige ontwerp van toetse en vraestelle; en
- ★ dubbelsinnige frasering.

Om hierdie hoofstuk mee af te sluit, word daar vervolgens kortliks gefokus op enkele sielkundige modelle vir die verklaring van ontoereikende prestasie in wiskunde.

3.5 SIELKUNDIGE MODELLE ² VIR DIE VERKLARING VAN STUDIE-ORIËNTASIE- EN PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE

In hul soeke na verklarings vir ontoereikende prestasies in wiskunde en die faktore wat hierdie ontoereikende prestasies onderlê, fokus navorsers op reeds bekende teorieë of skep hulle nuwe teorieë. Hierdie teorieë en verklarende modelle is nie wedersyds uitsluitend nie, en die implementering van nuwe teorieë beteken nie dat vroeër teorieë uitgedien of 'verkeerd' is nie. Een teorie kanselleer nie noodwendig 'n ander uit nie en swakker teorieë beteken nie noodwendig 'niks' nie (Carson & Butcher, 1992; Shaffer, 1996; Theron & Louw, 1995; Thompson & Rudolph, 1992).

Die eerste model wat in oënskou geneem word, is die ontwikkelingsmodel.

² 'n Model kan beskryf word as 'n bepaalde siening of 'n spesifieke stel aannames oor 'n bepaalde saak; iets wat navorsers kan aanwend om wetenskaplike waarnemings te maak (Plug, Meyer, Louw & Gouws, 1993).

3.5.1 Die ontwikkelingsmodel

Volgens hierdie model moet leerders eers sekere ontwikkelingstadia deurloop voordat hulle gereed of daartoe in staat word om verskillende wiskundige konsepte en beginsels te verstaan. Hiervolgens sal drilwerk en herhaalde oefening in wiskunde nie noodwendig tot 'perfekte wiskunde' lei nie. Versnelde leer is nie aan te beveel nie, al is dit wel moontlik. Selfleer en die ontdekking van wiskunde en wiskundige konsepte word aanbeveel as 'n vereiste vir die toereikende leer van wiskunde.

3.5.2 Die behavioristiese model

Hierdie model interpreteer leerprobleme in wiskunde as 'n aangeleentheid van aangeleerde gedrag. Skinner, in Copeland (1984), druk dié beginsel soos volg uit: voorsien die regte omstandighede, en jy kan mense sover kry om enigiets te doen wat jy wil hê. Studie-oriëntasieprobleme in wiskunde word beskou as 'swak' gedrag. Hierdie 'swak' gedrag kan deur 'n proses van dekontisionering uitgewis word. 'n Ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde impliseer derhalwe nie die afwesigheid van hoër-ordedenkprosesse nie, maar wel van die herhaalde toepassing en inoefening van verkeerde of swak gedrag in die wiskundeklas. Leerders se foute moet 'afgeleer' word deur die korrekte beginsels vir hierdie leerders aan te leer in plaas daarvan dat deeglike foute-analises uitgevoer en opgevolg word.

3.5.3 Die mediese model

Hierdie model beskou probleemgedrag as 'n uitvloeisel van chemiese of organiese wanfunksionering. Die potensieel oorsaaklike rol van mediese oorsake in die ontstaan van swak wiskundeprestasies word deur hierdie model benadruk. Oorerwing speel 'n rol in die ontstaan van prestasieprobleme in wiskunde in die sin dat sowel swakker gene as 'n geneigtheid vir bepaalde mediese defekte soms deur leerders oorgeërf word. Leerders se mediese probleme behoort toepaslik met geskikte medikasie behandel te word.

3.5.4 Die psigo-analitiese model

Hier word die klem veral gelê op onbewuste of simboliese faktore in die veroorsaking van patologie (Hughes, 1983). Die verskynsel wiskunde-angs (Morgan, *et al.*, 1981; Visser, 1989) word onder meer deur voorstanders van hierdie benadering voorgelê as aanduidend van die bydraende rol wat onbewuste of simboliese faktore in die ontstaan van studie-oriëntasieprobleme kan speel.

3.5.5 Die kulturele model

Voorstanders van hierdie model redeneer dat dit nie korrek is nie om eenvoudig te aanvaar dat wiskunde kultuurvry is, bloot omdat dit as 'n universele en internasionale taal beskou word (Woodrow, 1984). Faktore soos die volgende: wiskunde word merendeels in Engels onderrig - leerders praat tuis hul moedertaal, maar skakel op skool en universiteit oor na Engels as leermedium (Christie, 1989); daar is bepaalde kulturele verskille tussen groepe aanwesig, maar hierdie faktore word nie altyd toepaslik in die leersituasie verreken nie; asook die verskynsel dat sommige wiskunde-handboeke bevooroordeel en diskriminerend is teenoor sekere rasse-groepe en vroue (Hudson, 1987), word as belangrik beskou (Steen, 1987).

3.5.6 Die kurrikulêre model

Die klem val hier onder meer op die feit dat sillabusse in wiskunde gewoonlik 10 jaar verouderd is:

"Math texts are usually 10 years out of date; yet, math is a rapidly growing field." (Steen, 1987:39).

Daar word verder aangevoer dat daar weinig verband tussen die handel, nywerheid en wiskunde bestaan. Welch (1988) voer weer aan dat wiskunde op meer praktiese, en nie noodwendig eenvoudiger nie, wyses bestudeer behoort te word.

3.5.7 Die statistiese model

'n Ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde word beskou as 'n standaardafwyking van die aanvaarde norm. As daar na die normaalverspreiding van die populasie gekyk word, is dit te wagte dat daar 'n beduidende aantal leerders mag wees wat (selfs ernstige) studie-oriëntasieprobleme in die vak sal ervaar.

3.5.8 Die sosiale model

Hierdie model lê veral klem op die leerder met studie-oriëntasieprobleme in wiskunde se verskraalde sosiale ontwikkeling. Faktore soos 'n swak opvoedingsmilieu, swak taalontwikkeling, huislike onstabiliteit, ontoereikende ouerbegeleiding en swak aanpassing by die leerder se omgewing kan daartoe lei dat prestasieprobleme in wiskunde ontstaan (Grossnickle, *et al.*, 1983). Tensy hierdie probleme uit die weg geruim word, kan daar nie sprake van die opheffing van studie-oriëntasieprobleme in wiskunde wees nie.

3.5.9 Die transaksionele model

Hierdie model wys daarop dat wiskundeprestasies, soos alle menslike gedrag, relatief is tot, en afhanklik is van ander betekenisvolle persone (mense). Studie-oriëntasieprobleme in wiskunde word derhalwe beskou as primêr die gevolg van 'n versteuring in leerders se verhoudinge en kommunikasie met ander betekenisvolle persone. So is 'n vader wat sy kinders op ontoereikende wyse aanmoedig, 'n moeder wat gebrekkige belangstelling in haar kinders se wiskunde en hul prestasie daarin toon, asook gesinne waarin die waarde van wiskunde geringgeskat word voorbeelde van transaksies wat inhiberend op 'n studie-oriëntasie in wiskunde inwerk.

3.5.10 Die morele model

Studie-oriëntasieprobleme in wiskunde word gesien as 'n afwyking van die etiese en morele standaard van 'n bepaalde gemeenskap. Luiheid, gebrekkige motivering en ongedissiplineerdheid ressorteer hieronder.

3.5.11 Dyscalculia as model

Hiermee word verwys na enkele leerders se oënskynlike onvermoë om wiskunde te bemeester. Giordano (1987:70) definieer hierdie model soos volg:

"Dyscalculia is the peculiar inability to learn mathematics, an inability that cannot necessarily be predicted on the basis of an individual's success in nonmathematical subjects."

3.5.12 Dyspedagogia as model

Gannon & Ginsburg (1985:411) spreek in hierdie verband die volgende kritiek uit op die opleiding van onderwysers:

"Some learning problems are really teaching inadequacies ... Teachers in training usually study little mathematics and are seldom introduced to research on children's mathematical thinking."

3.5.13 Die eklektiese model

Hierdie model wys daarop dat ('n kombinasie van) etlike van die voorgenoemde modelle segswaardig vir die verskynsel van 'n ontoereikende studie-oriëntasie in wiskunde kan hê. 'n Multidimensionele benadering tot die optimalisering van leerders se wiskundeprestasie word voorgestel.

Die voorgenoemde modelle word met Figuur 3.2 skematies voorgestel.

FIGUUR 3.2: SKEMATIESE VOORSTELLING VAN ENKELE MOONTLIKE MODELLE VIR DIE VERKLARING VAN STUDIE-ORIËNTASIE- EN PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE



3.6 SINTESE

In Hoofstuk Drie is gefokus op die konstruk 'studie-oriëntasie' en is 'n literaturoorsig verkry van enkele faktore wat 'n studie-oriëntasie en prestasie in wiskunde beïnvloed. Die volgende opmerkings word samevattend gemaak:

- ★ elke leerder het 'n eie lewenstyl en derhalwe ook 'n eie kognitiewe styl in wiskunde;
en

- ★ elke leerder se ontoereikende studie-oriëntasie en prestasie in wiskunde sal op 'n unieke wyse benader moet word om die identifisering van daardie leerder se idiosinkratiese prestasie- en studie-oriëntasieprobleme in wiskunde moontlik te maak.

Die voorgaande betoog bevestig die bestaan van 'n behoefte aan 'n gestandaardiseerde vraelys om aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde te meet. So 'n vraelys behoort potensieel aan sielkundiges die geleentheid te bied om meer inligting te bekom oor hul leerders as bloot inligting oor hul kognitiewe prestasie in wiskunde. Dit is juis belangrik om deurlopend ondersoek in te stel na ander aspekte as bloot evaluering van doelwitte wat daarop ingestel is om kognitiewe vordering in wiskunde te evalueer. Die fokus van hierdie vraelys behoort dan 'n kardinale aspek van die potensiele problematiek verbonde aan die leer van wiskunde te wees: die wortel van genoemde probleme setel **ook**, moontlik **veral**, **buite** die kognitiewe terrein. Die belangrikheid van 'n stewige affektiewe onderbou, as noodsaaklike ondersteunende struktuur vir toereikende kognitiewe prestasie in wiskunde, kan byvoorbeeld kwalik oorskat word. Leerders se emosies; hul gewoontes in en houdings jeens wiskunde; die wyse waarop hul wiskundige inligting verwerk; hul probleemoplossingsgedrag (probleemoplossingsingesteldheid en -vermoëns in wiskunde); asook sosiale faktore soos leerders se studiemilieu (sosiale, fisieke én beleefde milieu) moet verken word. Anders gestel: hul gevoelens oor wiskunde, en die wyse waarop hulle hul onderwysers, die klasatmosfeer, hul huislike omstandighede, asook die onderrig van die vak beleef, speel 'n betekenisvolle rol in hul uiteindelijke studie-oriëntasie in wiskunde. **Hierdie aspekte sal deeglik verreken moet word tydens die skep van die itempoel vir die beoogde studie-oriëntasievraelys in wiskunde.**

Die betekenis van 'n holistiese benadering tot die hantering van prestasieprobleme in wiskunde is ook in hierdie hoofstuk bespreek. Dit spreek vanself dat geen **enkele** benadering in isolasie voldoende inligting sal verskaf vir die verklaring van **alle** leerders se studie-oriëntasieprobleme in wiskunde nie. Etlike van die voorgenoemde modelle is ontwikkel in ander kontekste as die konteks waarin dit in hierdie studie aangewend word. Die doel van hierdie studie is juis om aan te toon dat elk van die genoemde benaderings nut kan hê vir die hantering van verskillende leerders se prestasieprobleme in wiskunde.

Hoewel dit mag voorkom of etlike van hierdie modelle bykans onversoenbaar is, word die standpunt ingeneem dat elke model potensieel segswaarde vir individuele gevalle mag hê, afhange van die aard van die individuele geval. Wachsmuth & Lorenz (1987:44) sê in die verband die volgende:

"Models ... are not to be termed right or wrong in the way that they describe a behavior, as they take different perspectives upon what questions are posed and answered concerning a given behavior. A debate between different diagnostic approaches does not refer to the consistency and validity of the models but to the question of whether a particular problem can be answered by a specific theory."

Vir die doel van hierdie studie sal die term 'holisties' gebruik word om dit te beklemtoon dat studie-oriëntasie- en prestasieprobleme in wiskunde nie in isolasie beskou moet word nie, maar te alle tye beoordeel moet word binne die konteks van die méns wat hierdie probleme ervaar. So word 'n goeie begrip van studie-oriëntasie- en prestasieprobleme in wiskunde altyd gekombineer met die humanitêre begrip vir leerders as unieke individue, op persoonlike, omstandigheds-, asook verhoudingsvlakke, ten opsigte van hul psigobiologiese samestelling, hul psigofisiologiese konstitusie en hul intrapsigiese funksionering.

Ongeag welke model(-le) vir die identifisering en verklaring van studie-oriëntasieprobleme in wiskunde sielkundiges as primêr beskou en welke as sekondêr, die vertrekpunt behoort altyd te wees dat hierdie modelle mekaar komplementêr en nie weerspreek of opponêr nie. Hierdie modelle behoort as aanvullend, wedersyds verrykend en gelykwaardig beskou te word.

HOOFSTUK 4

'N KRUIKULTURELE PERSPEKTIEF OP PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE TEN OPSIGTE VAN DIE METING VAN 'N STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE

4.1 AGTERGROND

4.1.1 Inleiding

Daar bestaan kommer oor die relevansie en effektiwiteit van sommige van die aanvaarde en gevestigde toetse in Suid-Afrika wanneer hierdie toetse op lede van minderheidsgroepe toegepas word. Suid-Afrikaanse swart mense het vir 'n geruime tyd 'n 'minderheidsgroep' gevorm, bloot omdat die apartheidsstelsel in Suid-Afrika swart mense vir so lank gedoem het tot 'n ondergeskikte posisie in terme van sosiale en wetlike status, mag en menswaardigheid - bloot op grond van swart mense se etniese herkoms (Sibaya, Hlongwane & Makunga, 1996).

Die potensiële effek van kulturele kragte/invloede, van die akkulturasieproses (wat omgewingsinvloede soos verstedeliking en die invloed daarvan op sosio-kulturele aspekte soos leerders se taalgebruik insluit) van lewenstyl en van opvoedingspeil, moet verreken word by die ontwerp en standaardisering van enige meetinstrument. Dit geld by uitstek in Suid-Afrika, waar veral die swart bevolking toenemend aan verstedeliking blootgestel word en swart, maar ook ander leerders in toenemende mate blootgestel aan die gebruik van Engels as onderrig- en kommunikasietaal. Curran (1988) waarsku in hierdie verband dat daar ook in gedagte gehou behoort te word dat verskillende sosio-kulturele groepe (omgewings) waarde heg aan verskillende tipes vaardighede en kundighede, iets wat onder meer meebring dat ontwikkeling oor onderskeibare sosiale groeperings heen nie op eenvormige wyse voltrek nie.

Die ideaal is dat kwantitatiewe meting, observasie van gedrag en kwalitatiewe analise van toetsprestasie gekombineer word sodat die sielkundige ook die fenomenologiese wêreld van die toetsling kan betree. Die benadering behoort dus eerder prosesgeoriënteerd as strak produkgeoriënteerd te wees (Sibaya *et al.*, 1996). Inderdaad:

"Understanding another culture is not a discrete process, but rather a continuous process." (Callahan, 1994:122).

4.1.2 Definiëring van enkele begrippe

4.1.2.1 Kultuur

Jahoda (1984) sê dat kultuur waarskynlik die mees ontwykende konsep in die woordeskat van die sosiale wetenskappe is. Hy wys daarop (Jahoda, 1993) dat kruiskulturele sielkunde gekarakteriseer word deur positivisme, empirisisme en die hantering van die konstruk 'kultuur' asof dit 'n eksterne fenomeen is. Navorsers probeer (Jahoda, 1993) gewoonlik om die betekenis van die konsep vir die sielkunde te onderspeel, aangesien hulle dit as 'n ontwykende konsep ervaar. Poortinga (1990) omskryf kultuur as gedeelde beperkinge wat die gedragsrepertoire wat tot die beskikking van lede van 'n bepaalde sosio-kulturele groep is, beperk op 'n wyse wat anders is as in die geval van enige ander groep. Schein (1993) definieer kultuur weer as die somtotaal van dit wat 'n bepaalde groep as groep aangeleer het. Hierdie 'somtotaal' van insigte word gewoonlik beliggaam in 'n versameling gedeelde, basiese, onderliggende aannames wat nie meer bewustelik funksioneer nie, maar wat algemeen aanvaar word as verteenwoordigend van **hoe** die wêreld daar uitsien. Retief (1992) sê op sy beurt dat die konsepte '**stelsels van betekenis**' en '**oordrag van betekenis**' essensiële en belangrike aspekte van die konstruk '**kulturele sisteme**' is. Linton (1945) se definisie van die konstruk 'kultuur' is na soveel jare steeds nuttig en word vir die doeleindes van hierdie studie gebruik. Hy verwys na kultuur as die konfigurasie van aangeleerde gedrag, asook die resultate van gedrag, waarvan die komponente en elemente gedeel en oorgedra word deur lede van 'n bepaalde samelewing. Vanuit 'n post-modernistiese perspektief word egter in gedagte gehou dat daar geen absolute of 'meesterwaarhede' bestaan nie, dat gedrag altyd vanuit 'n

bepaalde gesigshoek, op 'n bepaalde tyd en met 'n bepaalde doelwit in gedagte beskou word; met ander woorde, dat menslike sienings van wat aspekte soos kultuur, gedrag en die resultate van gedrag is, relatief, maar veral ook tyd- en omstandigheidsgebonde is.

4.1.2.2 Kruiskultureel

Plug, Meyer, Louw & Gouws (1993) definieer tussen- of kruiskulturele navorsing as navorsing wat gerig is op die evaluering van die effekte van sosiale en omgewingsinvloede op gedrag, deur die ondersoek en vergelyking van verskeie kulture. Biesheuvel (1987) wys daarop dat hoewel die konstruk 'kruiskultureel' moontlik die mees kritiese dissipline in die sielkunde is, dit relatief ongedefinieerd en vaag gebly het. Cronbach & Drenth (in Biesheuvel, 1987) wys daarop dat dit nie slegs navorsing is wat in twee of meer nasies uitgevoer word wat as kruiskultureel beskou kan word nie. Volgens hierdie outeurs kan navorsing ook as kruiskultureel beskou word wanneer twee of meer onderskeibare groepe binne dieselfde nasie getoets word.

4.1.2.3 Multikulturaliteit

Pedersen (1991) definieer die konsep 'multikulturaliteit' as 'n vierde teoretiese vertrekpunt, benewens psigodinamiese, behavioristiese en humanistiese raamwerke vir die beskrywing en verklaring van menslike gedrag. Volgens Pedersen is die basiese probleem waarmee sielkundiges worstel, die opgawe om gedrag te beskrywe in terme van 'n spesifieke kultuur, en dit terselfdertyd te vergelyk met soortgelyke gedrag in 'n ander kultuur of kulture. Wanneer algemene en spesifieke standpunte versoen word, word 'n multikulturele perspektief bereik (Pedersen, 1984). Woodrow (1984) glo dat wiskunde beskou kan word as 'n nuttige instrument in diens van die bevordering van 'n multikulturele samelewing.

4.1.2.4 Sosio-kultureel

Vir Ardila (1995) omvat die term 'sosio-kultureel' drie (nou verwante) veranderlikes, te wete opvoeding, kultuur en taal. Shuttleworth-Jordan (1996) gaan verder en waarsku dat die

invloed van sosio-kulturele invloede op **kognitiewe** meetinstrumente ook geld by die ontwerp van **nie-kognitiewe** meetinstrumente. Volgens haar behoort daar 'n duidelike onderskeid getref te word tussen:

- ★ rasseverskille (etniese faktore wat min of meer robuust of 'vasstaande' is) wat op sigself verantwoordelik kan wees vir verskille tussen groepe; en
- ★ sosio-kulturele verskille (wat voortdurend aan 't verander is en grootliks afhang van omgewingsinvloede, en wat faktore soos sosialiseringservarings, moedertaal, taal wat huidig gebruik word, opvoedingsvlakke, sosio-ekonomiese status en toetssofistikasie insluit). Hierdie verskille word dikwels geassosieer met rasseverskille en is daarvoor bekend dat dit betekenisvolle verskille in toetsprestasies veroorsaak. Van den Berg (1992) waarsku byvoorbeeld dat kommunikasieprobleme waarskynlik sal opduik wanneer sielkundige en opvoedkundige toetsing plaasvind in multikulturele gemeenskappe waarin daar meer as een moedertaal gebesig word.

4.1.2.5 Ethnomathematics

Ethnomathematics is nou verweef met die aangeleentheid van multikulturele leer en uitsprake en studies oor *ethnomathematics* beweeg dikwels op 'n politieke terrein. Die term is die eerste keer deur D'Ambrosio (1985:45) gebruik. Hy definieer die begrip '*ethnomathematics*' soos volg:

"mathematics which is practised among identifiable cultural groups, such as national tribal societies, labour groups, children of a certain age bracket, professional classes, and so on."

Vithal (1993) wys daarop dat alle persone wat hulle besig hou met wiskunde, onder hierdie definisie besig is met sogenaamde 'etniese wiskunde'. Vithal (1993:275) som D'Ambrosio se uitbreiding van sy aanvanklike definisie soos volg op:

*"In later papers, D'Ambrosio suggests that ethnomathematics be defined etymologically as the art or technique (**tics**) of understanding, explaining,*

*learning about, coping with and managing reality (**mathema**) in different natural, social and cultural (**ethno**) environments."*

Studie-oriëntasieprobleme in wiskunde in Suid-Afrika behoort gesien word teen die verwysingsraamwerk van die multikulturele samestelling van die bevolking. Voorstanders van *ethnomathematics* beklemtoon dit dat studie-inhoude in wiskunde oorheersend Westers-georiënteerd is. 'n Probleem wat deur leerders van een bevolkingsgroep as prakties en sinvol beleef mag word, mag vir leerders van 'n ander bevolkingsgroep abstrak, teoreties en 'nie-lewenswerklik' bly.

Voorstanders van *ethnomathematics* bepleit dit dat wiskunde-inhoude juis met inagneming van die behoeftes van spesifieke kultuurgroepe daargestel moet word. Dit impliseer onder meer dat wiskunde-inhoude wat vir een bevolkingsgroep geskik mag wees, nie noodwendig vir lede van ander groepe geskik sal wees nie. Volgens etlike outeurs behoort daar egter in dieselfde asem gewaak te word teen die moontlikheid dat hierdie benadering tot die leer van wiskunde nie ontaard in die skepping van 'n tipe 'nuwe apartheid' in wiskundeklasse nie (Brodie, 1994).

4.1.3 Die behoefte aan kruiskulturele toetse

Die uitdaging van postapartheid-Suid-Afrika se veelrassige, multi-etniese en multikulturele gemeenskappe bring onder meer die behoefte aan meetinstrumente wat die ideaal van gemeenskaplike sielkundige en opvoedkundige programme kan bevorder, sterker aan die lig. Thembela (1991:1) stel dit soos volg:

"As we move towards non-racial and non-discriminatory education systems, the idea of multi-culturalism in education becomes very important if children from cultural minorities are not to be disadvantaged in the development of a sense of self-esteem and self-respect."

In Suid-Afrika is navorsing oor toetssydigheid steeds in die beginstadium, aangesien die siening in verantwoordelike kringe tot redelik onlangs was dat daar weinig behoefte bestaan aan die opstel van gesamentlike toetse vir verskillende bevolkingsgroepe.

Sibaya *et al.* (1996:108) kritiseer hierdie leemte soos volg:

"There is very limited scientific literature on standardized psychological tests or instruments used with minority groups and, in particular, with black people in the RSA."

Die veranderende sosiaal-politiese situasie in post-apartheid-Suid-Afrika het egter meegebring dat die gebruik van afsonderlike toetse meer en meer afgewys word ten gunste van gemeenskaplike toetse vir verskillende bevolkingsgroepe. Volgens Claassen (1996) en Prinsloo (1996) word die mening by herhaling uitgespreek dat verskillende toetse (of dieselfde toetse in verskillende tale) nie slegs onwenslik is nie, maar ook onaanvaarbaar is vir die meerderheid van Suid-Afrika se inwoners. Aspekte soos hierdie sal vanselfsprekend 'n betekenisvolle invloed uitoefen op die beplanning en uitvoering van enige kruiskulturele navorsing; veral ook ten opsigte van die keuse van strategieë om verskillende vlakke van ekwivalensie te bewerkstellig.

4.2 KULTUUR EN PRESTASIEPROBLEME IN WISKUNDE

4.2.1 Situasië op internasionale vlak

Scholnick (1988:86-87) wys soos volg op die verskynsel dat persone se kultuur hul studie-oriëntasie en prestasie in wiskunde oor die algemeen kan beïnvloed:

"There are also strong biases about who can learn mathematics, and pervasive differences in learning skills ... There is hot debate about whether there are genetic differences in mathematical capacities ... Similarly, there may be cultural differences in the patterning of skills that reflect attitude and values about the role of mathematics in daily life Although mathematics is not a Rorschach blot that every society and family within a society can interpret, nevertheless there may be fundamental differences in aspects of mathematics that different cultures may stress ... that may account in part for the difference in mathematics achievement."

Garrison (1986) en Griffin (1990) voer die volgende redes aan vir swart Amerikaanse studente se ontoereikende prestasie in wiskunde:

- ★ verarmde sosio-ekonomiese agtergrond;
- ★ ontoereikende akademiese voorbereiding;
- ★ onvermoë om by 'n kollege of skool aan te pas;
- ★ kulturele disoriëntasie ten opsigte van akademiese kompetisie en sukses; en
- ★ gebrek aan institusionele strukture wat daarop afgespits is om studente se persoonlike ontwikkeling te bevorder.

McKnight (soos aangehaal deur Marsh, 1993:144) spreek die volgende oordeel oor die situasie in die VSA uit:

"In school mathematics the United States is an underachieving nation, and our curriculum is helping to create a nation of underachievers."

Jones & Minor (1981) sluit hierby aan en sê dat faktore soos ontoereikende finansiële hulp, lae verwagting ten opsigte van prestasies deur swart studente (spesifiek in wiskunde) tesame met 'n tekort aan aggressiewe en goed georganiseerde werwing-, keuring- en studentebehoudprogramme 'n ewe belangrike rol speel in die voortsetting van die toestand. Anderson (1990a:266) sluit soos volg hierby aan:

"Behaviors that result from students operating under perceptions of low achievement and even lower expectations gravely alter the progress of those students. Thus, the significant others ... must become more sensitive to the effects of their behavior on students' performance, especially in mathematics."

Johnson (1984) sê dat swart mense in Amerika ernstig onderpresteer in wiskunde en dat kultuurverwante faktore soos die volgende daarvoor verantwoordelik is:

"(a) an absence of role models; (b) a lack of significant others, such as parents, who have an interest in mathematical achievement; (c) a failure to

receive positive career counselling; (d) a view of mathematics as a subject appropriate for white males; (e) an inability to see the usefulness and relevance of mathematics to their lives, both present and future; and, of course, (f) a lack of success in previous mathematics courses. These factors are related to one another and are rooted in centuries of institutionalized racism that perpetuated unequal education for black people."

Die National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1991:144) sê die volgende oor die betekenis van kulturele faktore vir leerders se studie-oriëntasie in wiskunde:

"The preservice and continuing education of teachers of mathematics should provide multiple perspectives on students as learners of mathematics by developing teachers' knowledge of ... the influences of students' linguistic, ethnic, racial, and socioeconomic backgrounds and gender on learning mathematics."

Die Cockcroft-verslag (Cockcroft, 1982) onderstreep weer die omvang van die probleem in Brittanje.

4.2.2 Die situasie in Suid-Afrika

Molepo (1997) bevind ná 'n omvattende statistiese ondersoek dat kultuurverwante faktore 'n betekenisvolle oorsaaklike rol speel ten opsigte van swart leerders se ontoereikende prestasie in wiskunde. Hy bevind onder meer dat 'n statisties betekenisvolle persentasie **landelike swart ouers verkies** dat hul kinders nie 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde aan die dag moet lê nie. Hierdie ouers is veral bang dat prestasie in wiskunde sal meebring dat hul kinders 'tsotsi's' of 'te slim en derhalwe misdadigers' sal word.

In aansluiting by dit wat reeds in Hoofstuk Een in hierdie studie oor die onderwerp gesê is, word die volgende tabel (Blankley, 1994) verskaf om aan te toon in welke mate die prestasieprofiel van die verskillende bevolkingsgroepe in wiskunde en natuur- en skeikunde in Suid-Afrika verskil.

TABEL 4.1: SKATTING VAN SUID-AFRIKAANSE LEERDERS SE RELATIEWE VORDERING IN DIE NATUURWETENSAPPE IN SUID-AFRIKAANSE SKOLE

Bevolkingsgroep - ↓ Getal persone wat -	Kleurling	Indiër	Wit	Swart
met skoolopleiding begin	45,9	6,2	5,1	312
matriek slaag	7,0	3,5	3,7	30,9
matriekulasievystelling verwerf	1,8	1,7	1,6	6,4
matriekulasie met vystelling in wiskunde en natuur- en skeikunde verwerf	1	1	1	1
% van skoolbeginners wat matriek met vystelling in wiskunde en natuur- en skeikunde sal verwerf	2,18	16,12	19,61	0,32

Dit blyk onder andere uit Tabel 4.1 dat swart leerders aan die einde van matriek aansienlik swakker presteer in wiskunde en natuur- en skeikunde as leerders van ander bevolkingsgroepe.

4.2.3 Enkele hipoteses vir die verklaring van ontoereikende prestasie in wiskunde, spesifiek onder swart leerders

Enkele van die redes vir swart leerders se ontoereikende prestasie in wiskunde is waarskynlik die volgende:

- ★ die moontlikheid dat opleiding van onderwysers onvoldoende is;
- ★ die apartheidskultuur wat oor soveel jare in wiskunde klasse gevestig is "in 'n tydperk toe Suid-Afrika die res van die wêreld verkeerd wou bewys." (Smit, 1992:4);
en
- ★ die verskynsel dat wiskunde nie onder tradisionele leerstyle floreer nie.

Verklarende hipoteses vir hierdie verskynsel kan in drie hoofgroepe verdeel word:

Hipotese een. Swart leerders is nie daartoe in staat om op gelyke vlak met blankes mee te ding ten opsigte van wiskunde nie. Die swart kultuur is 'minderwaardig' ten opsigte van die wit kultuur. Jung (in Masson, 1988) beskou swart mense as 1 200 jaar agter Westerlinge in terme van ontwikkeling en spreek sy kommer uit oor die effek daarvan dat negers saam met wit mense lewe, omdat:

"living together with these barbaric races exerts a suggestive effect on the laboriously tamed instinct of the white race and tends to pull it down".

Hy probeer boonop om hierdie rassistiese standpunte aan die hand van die Suid-Afrikaanse situasie te verifieer:

"the Dutch, who were at the time of their colonizing a developed and civilized people, dropped to a much lower level because of their contact with the savage races." (Masson, 1988:115).

Mjoli (1987:8) verklaar weer dat:

"the main cause of this poverty and underdevelopment lies in some cultural factors which militate against creativity, productivity and the like ... some people will say ... that I am talking nonsense and that the real cause ... is oppression by whites ... (however) ... if our culture had been as highly developed as Western Civilisation, we would never have been oppressed by the whites in the first place."

In die onderhawige studie word hierdie en soortgelyke standpunte as rassisties, heeltemal onaanvaarbaar en nie gebaseer op wetenskaplike navorsing nie, beskou. Daar bestaan geen wetenskaplike bewyse vir die standpunte wat deur eksponente van hierdie hipoteses ingeneem word nie (Kamin, 1995), ewe min as wat daar wetenskaplike bewyse bestaan vir die siening dat swart mense se kulturele agtergrond hul **potensiaal vir kreatiwiteit, produktiwiteit en prestasie in wiskunde ondermyn.**

Hipotese twee. Ontoereikende prestasie in wiskunde deur swart leerders kan beskou word as 'n voorbeeld van aangeleerde hulpeloosheid, vanweë die kumulatiewe effek van verskillende faktore. Gobodo (1990:95) verduidelik hierdie hipotese soos volg:

"Black people have been historically silenced, and as a coping or survival measure, they have learned to be submissive. It would thus be logical to talk about black people's 'learned helplessness' rather than begin to blame the victim's culture."

In die onderhawige studie word die standpunt ingeneem dat dit dat swart mense in Suid-Afrika vir so lank ontnem is van die stemreg, van die reg om in hul eie taal onderrig in wiskunde te ontvang (tot op graad twaalf-vlak), van die reg om te studeer aan universiteite van hul keuse, van die reg op menswaardige behandeling en opvoeding, asook van die reg om op gelyke vlak met wit mense mee te ding om verskeie beroepe, op betekenisvolle wyse bygedra het tot die ontmagtiging (*disempowerment*) van swart mense oor die algemeen, en meer spesifiek tot hul huidige vlak van ontoereikende prestasie in wiskunde.

Hipotese drie. Swart mense is nie inherent 'minderwaardig' vergeleke met wit mense nie, maar wel daartoe in staat om ewe goed as hul eweknieë van ander bevolkingsgroepe te presteer, indien gelyke geleenthede vir selfaktualisering aan hulle gebied word. Aanhangers van hierdie hipotese voer aan dat swart mense op grond van hul historiese, opvoedkundige en ekonomiese agterstande ontoereikend in wiskunde presteer. Hulle spreek die mening uit dat daar wel duidelik identifiseerbare redes vir die probleem bestaan, soos historiese agterstande en rassediskriminasie, wat kumulatief bygedra het tot swart mense se onderprestasie in wiskunde. Castle (1992) hipotetiseer in dié verband dat faktore soos die gebrek aan skole vir swart leerders; swak gekwalifiseerde onderwysers; 'n chroniese tekort aan boeke en ander toerusting; die gebrek aan verpligte onderwys vir swart mense; sosiale protes deur swart leerders (onder meer by wyse van skoolboikotte); swart mense se vernietiging van skoolleiers; asook die teenwoordigheid van veiligheidsmagte in swart gebiede bygedra het tot dié somber toestand in Suid-Afrika. Arnott *et al.* (1997), asook Carstens, Du Plessis & Vorster (1986) sluit hierby aan. Hulle hipotetiseer dat die omvang van prestasieprobleme in wiskunde in swart

skole onder andere toegeskryf behoort te word aan die tekort aan toepaslik en toereikend gekwalifiseerde swart onderwysers in wiskunde, en aan die gepaardgaande lae gehalte van onderrig in wiskunde. Slegs 11% van alle swart onderwysers beskik oor 'n graad en slegs 'n geringe minderheid van hierdie onderwysers het wiskunde as graadvak geneem (Carstens *et al.*, 1986). Howie (1997) sluit haar hierby aan en noem swart mense se uitermate swak huislike agtergrond en algemene sosio-ekonomiese milieu as bydraende faktore wanneer sy sê:

"[circumstances] so poor that they can scarcely be imagined by first-world researchers. Survival is often given priority over education." (Howie, 1997:52).

Sy verwys verder na bydraende faktore soos swart mense se swak algemene skoolomstandighede; die negatiewe invloed van portuurgroepdruk onder swart leerders (hierdie leerders voel dikwels ongemaklik indien hulle beter as hul maats presteer); meisies wat nie aangemoedig word om wiskunde-verwante beroepe te betree nie; Afrikataalsprekende leerders wat wiskunde in Engels leer; irrelevante sillabusse; dit dat swart leerders vir 40 jaar lank weinig aanmoediging ontvang het om in wiskunde te presteer; en onderrigstyle: *"The general approach is 'chalk-and-talk' rather than hands-on."* (Howie, 1997:55).

In hierdie studie word die siening in **hipotese drie** onderskryf. Die standpunt word ingeneem dat 'n kombinasie van die faktore wat ten opsigte van **hipoteses twee en drie** hier vermeld word, redelik bevredigende verduidelikings verskaf vir die verskynsel dat swart Suid-Afrikaanse leerders se prestasie in wiskunde ontoereikend is.

4.3 KULTUURVERWANTE LINGUISTIESE PROBLEME

4.3.1 Inleiding

Mathe (1991:40) wys soos volg op potensiële studie-oriëntasieprobleme wat meegebring word wanneer leerders wiskunde deur middel van 'n tweede taal leer:

"it seems to me that a central problem in (learning) mathematics remains that pupils do not understand the teacher's subject related language as the teacher intends ... A child, in particular, is often ignorant of the distinctive non-vernacular meanings of apparently familiar words."

4.3.2 Nie-moedertaalonderrig

Studie-oriëntasieprobleme in wiskunde in 'n multikulturele samelewing gaan dikwels hand aan hand met die onderrigtaal. Die leer van wiskundevaktaal in 'n multikulturele samelewing is 'n komplekse aangeleentheid. Presmeg (1989:19) spreek haar soos volg hieroor uit:

"there are at least two types of language-related difficulties in learning mathematics (in multicultural classrooms) ... type A is caused by lack of fluency in the language of instruction, ... type B arises when the thought processes assumed by the teacher or curriculum developer are not those of the learner."

Vanuit 'n linguistiese perspektief gesien, is daar reeds voldoende redes vir swart leerders om studie-oriëntasieprobleme in wiskunde te ervaar. Wanneer in ag geneem word dat elf amptelike tale in Suid-Afrika erken word, asook dat leerders dikwels tuis een taal (hul moedertaal) besig, maar vir die duur van die eerste vier skooljare deur middel van 'n tweede taal (streektaal) wiskunde leer en daarna in Engels ('n internasionale taal) verder leer, raak dit duidelik waarom Suid-Afrika tans, wat wiskunde betref, probleme ervaar (Christie, 1989). Mathe (1991:49) stel dit soos volg:

"For the majority of ... children English learnt in the classroom lacks sustaining environment outside the school."

Misverstande wat in die primêre skool 'n aanvang neem, word dikwels op sekondêre en tersiêre vlak voortgesit. Hierby kan die diskrepans tussen gewone Engels en wiskunde-Engels gevoeg word. Du Toit (1987:14) laat hom soos volg hieroor uit:

"getting the meaning from the verbal problem in mathematics is a difficulty because of the differences reading Ordinary English and Mathematical English."

Hannan (1988) konstateer dat wiskunde gewoonlik beskou word as 'n vakgebied met 'n eie, universele en internasionale taal, met neutrale simbole en 'n pre-okkupasie met logika. As gevolg hiervan, so word geredeneer, bestaan daar nie 'n moontlikheid dat rassisme, seksisme of enige ander verborge vooroordeel studie-oriëntasieprobleme in wiskunde by individuele leerders kan bevorder nie. Die werklikheid sien daar egter anders uit. Al is wiskunde 'n vak wat van neutrale simbole gebruik maak, kan kultuurverwante probleme ontstaan in die leer van die vak. Een van die aannames wat soms in skole oor kultuur en kultuurverwante aangeleenthede gemaak word en wat probleme in die hand werk, is dat wit middelklasleerders beter kan doen in wiskunde as hul swart eweknieë doen op grond van die intrinsieke aard van die vak. Die waarheid is egter waarskynlik dat onderwysers daartoe neig om wiskunde wat vir wit middelklasleerders bestem is, ook aan swart leerders te wil leer en dat swart leerders dus op grond van hul anderse kultuurbesit uitgesluit voel van die vak. Hannan (1988) en Woodrow (1984) kom tot die gevolgtrekking dat onderwysers soms bepaalde aannames maak oor die vermoëns van verskillende leerders om in wiskunde te presteer¹ - 'n verskynsel wat prestasie in wiskunde in 'n mate 'n soort selfvullende profesie kan maak. Verder word die gebruik van die manlike geslag oorverteenvoerdig in wiskundesomme in handboeke (byvoorbeeld: "*n Vader gee sy seun R 50 000 op sy agtiende verjaardag. Bereken ...*"). Die taal van onderrig, selfs waar onderrig in Engels verskaf word, is heel dikwels ontoepaslik vir leerders wat 'n ander Engels-dialek gebruik, wat nie-standaard-Engels praat of wat hoofsaaklik 'n Afrikataal besig (Fynn, 1989). Die verskynsel dat die name wat in wiskundehandboeke voorkom nie altyd die name van leerders van (veral swart) werkersklasse verteenwoordig nie, asook die verskynsel dat die aktiwiteite wat in wiskundesomme genoem word merendeels betrekking het op die leefstyle van wit mense (byvoorbeeld: "*n Swembad met 'n oppervlakte van 20 m² moet in 'n kleinerige tuin gebou word ...*") laat swart leerders maklik glo dat wiskunde nie vir hulle is nie, nie oor hulle is nie en dat hulle nie in die

¹ Leerders is swart ⇒ hulle kan nie wiskunde doen nie, of andersom: Hulle is wit ⇒ hulle behoort wiskunde te kan doen.

wiskundeklas tuishoort nie. Michau (soos aangehaal deur Castle, 1992) gaan selfs verder en spreek die siening uit dat die oorgang van swart leerders se moedertaal na Engels as leermedium konseptuele leer in wiskunde kompliseer.

Die situasie in Australië (waar talle leerders wiskunde deur medium van Engels - hul tweede taal - bestudeer, herinner sterk aan die Suid-Afrikaanse situasie. MacGregor (1993:31) wys soos volg op die linguistiese probleme wat wiskundeprestasie aldaar inhibeer:

"For (these) students, who form the majority in many schools, the main barrier to enjoyment and success in mathematics is their lack of proficiency in English."

MacGregor (1993:31) wys ook op die volgende kultuurverwante probleem wat leerders se studie-oriëntasie in wiskunde nadelig beïnvloed:

"The cultural ethics of some immigrant groups prevent students from asking the teacher questions and even from answering questions posed to the class."

4.4 KULTUURVERWANTE NIE-LINGUISTIESE PROBLEME

4.4.1 Inleiding

Daar bestaan voldoende bewyse daarvoor dat verskillende kulture verskillende aspekte van kognitiewe styl, taal, visualisering en wiskunde beklemtoon en langs hierdie weg die leer van sekere wiskundige konsepte vergemaklik of bemoeilik. Woodrow (1984:6) haal die volgende voorbeelde aan om hierdie bewering te staaf:

"The existence or non-existence of distinctive words such as 'numeral', 'digit', 'number' helps or hinders the development of differentiated concepts".

Mitchelmore (1980) vestig eweneens die aandag op probleme wat tydens die studie van wiskunde kan ontstaan as gevolg van die beklemtoning of nie van visualisering in spesifieke kultuur. Castle (1992:220) verwys soos volg na kultuurgebaseerde studie oriëntasieprobleme in wiskunde en die invloed hiervan op prestasie in wiskunde:

"The school system for black students emphasises rote learning, strict discipline, excessive corporal punishment, and one-way communication (teachers to learners). Students are discouraged from asking questions and using their initiative or imagination. Their role is passive, their opportunities for problem-solving and decision-making are limited. Popular access to mathematical knowledge and skills is limited by these deficiencies in the school system."

Macdonald, soos aangehaal deur Castle (1992:222), beweer dat *"rote-learning is the norm in black schools because of its deep roots in cultures with a strong oral tradition."* Die mondelinge tradisie hou onder meer in dat daar hoofsaaklik van 'bo' gepraat word met weinig vrae van 'onder'. Die fokus is op luister, memoriseer en die herroep van kennis, met die gevolg dat hoër-orde kognitiewe prosesse soos strategiese beplanning, hipotesetoetsing en die evaluering van resultate nie ontwikkel word nie. Leerders se kultuurgebaseerde onderwys- en leerervarings staan in die weg van 'n toereikende studie-oriëntasie in wiskunde en bevorder die oortuiging dat wiskunde 'n simboliese, abstrakte en sinlose vak is. Verder is wiskunde, heelwat meer as enige ander vak, besonder kwetsbaar vir swak onderig en 'n ontoereikende studie-oriëntasie (Freudenthal, 1980).

Om dus op te som: wiskunde word op skool- en universiteitsvlak oorwegend aangebied op 'n wyse wat eienskappe soos swygsaamheid, konformering met reëls en die gebruik van 'n gesofistikeerde taalgebruik sterk beklemtoon. Hudson (1987:34-35) sê die volgende in hierdie verband:

"In examining certain general characteristics of particular groups it can be seen how mathematics discriminates against certain personality traits which may in turn be strongly culturally influenced."

Toereikende studie in wiskunde behoort moontlik juis gebou te word op aspekte soos kreatiwiteit, groepskohesie, intuitiewe aanvoeling, verbeelding, 'n vryer uitdrukkingsvermoë en 'n groter mate van uitgesprokenheid, aangesien hierdie eienskappe en houdings bevorderlik kan wees vir beter prestasie in wiskunde, veral ook met die oog op later stadiums van leerders se loopbane.

4.4.2 Verskillende gedagteprosesse

4.4.2.1 Visualisering in multikulturele wiskundeklaskamers

Dit blyk uit navorsing (Presmeg, 1989) dat visualisering (die voorstelling van gegewens met behulp van 'n skets of prentjie) bevorderlik kan wees vir leerders se studie-oriëntasie in wiskunde. Dawe (1983) wys daarop dat die behoefte aan voorstelling en visualisering nog groter is wanneer die onderrigmedium nie die moedertaal van die leerder is nie, aangesien die globale perspektiewe wat visualisering kan meebring etlike van die moeilikhede wat in soortgelyke gevalle met studie-oriëntasieprobleme in wiskunde geassosieer word, meer hanteerbaar en oorkombaar mag maak.

4.4.2.2 Die rol van verskillende gedagteprosesse in die veroorsaking van tussen-groepse toetsverskille

Wanneer die gedagteprosesse van sielkundiges nie ooreenstem met dié van leerders nie, of wanneer leerders uit 'n bepaalde linguistiese en kulturele gemeenskap nie deelneem aan die ontwikkeling van leerstof nie, ontstaan subtieler kultuurverwante studie-oriëntasie- en prestasieprobleme in wiskunde geredelik (Berry, 1985). Berry (1985) spreek die mening uit dat sinvolle leer afhanklik is daarvan dat leerinhoude aansluiting vind by leerders se natuurlike kognitiewe style. Presmeg (1989:19) gebruik die situasie in Botswana om die voorgenoemde te illustreer:

"an important British curriculum did not resonate with the local culture which was characterised by a concern with small numbers, a rich vocabulary for individual cattle, a taboo on precise enumeration of cattle, and a concern

with the here and now which made hypothetical thinking difficult. Visualization is likely to be an integral part of such a modified curriculum."

Carson & Butcher (1992) is van mening dat navorsers oor kruiskulturele meting 'geteister' word deur faktore soos taalverskille en verskillende gedagteprosesse. Hulle noem ook 'heersende politieke en kulturele klimaat' as faktore wat objektiewe ondersoeke belemmer. Kulturele relativiste wil dit boonop hê dat inferensie van toetsuitslae sinloos is, omdat heersende norme, maatstawwe vir 'normale' of aanvaarbare gedrag, waardes, asook eise vir oorlewing so ingrypend van kultuur tot kultuur verskil (Ullmann & Krasner, 1975).

4.4.3 Verskille in die ontwikkeling van kognitiewe styl

Soos in Hoofstuk Drie verduidelik is, kan die bepaalde kognitiewe styl van toetslinge bydra tot verskille in die prestasies van groepe en subgroepe wat 'n toets aflê. Valverde (1984) beskou kognitiewe styl byvoorbeeld as die faktor wat Spaanse leerders in die VSA se prestasie in wiskunde op die betekenisvolste wyse beïnvloed. Hy stel dit soos volg (Valverde, 1984:127):

"In my view, mathematics education has been organized to favor the field-independent rather than the field-dependent child; that is, open-ended discovery rather than definite outcomes, individualization of instruction rather than group learning, and competitive more than cooperative activities."

Barker (1995) is van mening dat adolessensie by meisies iewers tussen die ouderdomme 11 en 13 'n aanvang neem, en by seuns tussen die ouderdomme 13 en 17. In hierdie stadium begin leerders om 'n buigsamer, soepeler kognitiewe styl aan die dag te lê. Piaget (in Lavatelli, 1974:158) waarsku egter indringend teen die stel van rigiede tydsaanduidings vir menslike ontwikkeling:

"So, it's essentially relative to a statistical convention. Secondly, it is relative to the society in which one is working ... in certain societies ... we have found a systematic

delay of three to four years. Consequently the age at which ... problems are solved is only relative to the society in question ... the mean chronological age is variable."

Shaffer (1996) benadruk dit dat leerders wat aangeleerde hulpeloosheid aan die dag lê nie noodwendig diegene met die minste aanleg is nie en dat selfs hoogs begaafde leerders ewe maklik die slagoffers van aangeleerde hulpeloosheid kan word. Weiner & Dweck (Shaffer, 1996) is van mening dat Lokus van Kontrole (ekstern of intern) in 'n groot mate bepaal word deur aspekte van leerders se kognitiewe styl soos bemeesteringsoriëntasie (*mastery orientation*: 'n neiging om te volhard met take omdat persone glo dat hulle oor hoë vermoëns beskik en dat vroeër mislukkings deur harde werk oorkom kan word) of aangeleerde hulpeloosheidsoriëntasie ('n neiging om tou op te gooi ná mislukking, omdat hierdie mislukkings daaraan toegeskryf word dat persone oor weinig vermoëns beskik en dat min daaraan gedoen kan word). Neerdrukkende omstandighede sluit faktore soos 'n swak huislike agtergrond en sosio-ekonomiese status (SES); 'n huistaal wat nie Engels is nie; huislike waardes waar daar min klem gelê word op boek- of skoolgeleerdheid; huislike, sosiale en ekonomiese probleme wat die ontwikkeling van stabiele en ondersteunende omgewings teenwerk; ouers wat nie as onderwysers vir leerders kan optree nie; armoede; gebrek aan speelgoed en boeke; asook die beleving van 'n gevoel van verwydering of vervreemding van die dominante kultuur in. Hierdie faktore verteenwoordig die tipiese probleme waarmee veral swart jeugdige vir so lank gekonfronteer is (Owen, 1995). Dit intensiveer die voorgenoemde prestasieprobleme in wiskunde en bevorder waarskynlik die beleving van 'n eksterne Lokus van Kontrole deur hierdie leerders.

4.4.4 Beperkte waarde van intelligensietoetsing

Omstandighede totaal buite die beheer van swart leerders, wat aan die omgewing toegeskryf moet word en nie in die eerste plek aan kognitiewe verskille nie (politieke opset, sosiaal-sielkundige faktore), bring onder meer mee dat swart leerders enige wiskundeklas met 'n beduidende intellektuele agterstand betree. Om sekere leerders as 'dom' of 'gemiddeld' te etiketteer en op grond van daardie foutiewe aannames verwagtings ten aansien van hul wiskundeprestasies te maak, kom neer op 'n onreg teen

leerders en is dikwels verantwoordelik vir growwe mistasting. Phares (1992:186-7) stel die voorgaande só:

"It does seem apparent that grades in school are related to a host of variables: motivation, teacher expectations, cultural background, attitudes of parents."

Maker (1993:76) som hierdie siening soos volg op:

"Students who have been taught to solve simple problems, and to view them within the narrow context of a single academic discipline, are likely to grow up as adults who view world problems with a similarly narrow focus."

Castle (1992:228) sluit hierby aan en beklemtoon die belangrikheid daarvan dat daar 'n deeglike onderskeid getref moet word tussen wat sy noem "*aptitude (for mathematics) and attitude (towards mathematics)*".

Jordaan (1991:12) laat hom weer soos volg uit oor die beperkte nut van intelligensietoetsing:

"intelligensietoetse verskaf net 'n beperkte skatting van intellektuele vermoëns - beperk omdat die meeste toetse net die soort vermoëns meet wat in die Westerse samelewing as belangrik beskou word. Dit op sigself maak 'n regstreekse vergelyking van verskillende rasse se intellektuele vermoëns ongeldig ... Intelligensietoetse is in wese prestasietoetse. Die uitslag is afhanklik van dit wat iemand reeds by wyse van formele lewenservaring geleer het, en die intellektuele vaardighede wat deur goeie onderrig verwerf is."

Jordaan (1996:8) wys ook daarop dat intelligensietoetse (IK-toetse) dikwels aangewend is as die belangrikste maatstaf vir die evaluering van leerders se akademiese meriete en vermoë, en dat die 'beheptheid' met hierdie syfers:

"aan die wortel [lê] van vele foutiewe voorligtingspraktyke, lewensverarmende vak- en opleidingskeuses, seksistiese opvattinge oor die talente van vroue; rassistiese uitsprake oor die intellektuele vermoë van verskillende volkere en ander vorme van menslike potensiaalmiskening."

Hiermee word die beginsel dat 'n intelligensiesyfer wel 'n aanduiding kan gee van dit waartoe leerders in staat is nie ontken nie, máár:

"Any behavior is complexly determined by many variables other than just general or specific intelligence. It is probably true to say that IQ's correlate best with success in school. It could be argued, then, that intelligence tests measure this rather than 'intelligence'." (Phares, 1992:187).

Kamin (1995:85-6) sluit by hierdie siening aan en sê:

"The socioeconomic status of one's parents cannot in any immediate sense 'cause' one's IQ to be high or low ... but income and the other components of an index can serve as rough indicators of the rearing environment to which a child has been exposed ... And extensive practise at reading and calculating does affect, very directly, one's IQ score."

Genetiese faktore begrens wel mense se intellektuele potensiaal, en omgewingsfaktore sal weer medebepaal hoe naby iemand sal kom aan die verwerkliking van hierdie potensiaal, maar daar is geen bewys dat een bevolkingsgroep se geneties bepaalde begrensing hoër of laer as dié van 'n ander groep is nie (Jordaan, 1994).

Piaget (Copeland, 1984) sluit by hierdie siening aan en sê dat hoewel genetiese faktore 'n rol speel in die ontwikkeling van intelligensie, hierdie faktore weinig meer as 'oop faktore' bly en dat hierdie faktore op sigself nie bepaalde moontlikhede kan verwesenlik nie. Genetiese faktore op sigself verklaar nie wat op bepaalde ontwikkelingsstadia plaas vind nie. Piaget (in Lavatelli, 1974) sê juis dat intelligensietoetse ten beste **prestasie** meet en dat prestasie sal wissel na gelang van die aard van die **sosiale ontwikkelings-omgewing**.

4.4.5 SES (Sosio-ekonomiese status)

Plug, Meyer, Louw & Gouws (1993) omskryf SES as persone se posisie in 'n bepaalde gemeenskap. Dit word medebepaal deur aspekte soos hul finansiële status, sosiale status en beroep. Kagitchibasi & Berry (1989) sluit hierby aan en sê dat potensiële tussen-groepse verskille in SES verreken moet word voordat kruiskulturele vergelykings sinvol getref kan word. SES word medebepaal deur faktore wat 'n opvoedkundige agterstand in die hand kan werk, insluitende ouers wat self oor 'n lae opvoeding- en aspirasiepeil beskik; ontoereikende motivering; armoede; siektetoestande; ontoereikende skoolfasiliteite; swak of wanaanpassing; ontoereikende stimulasie; en 'n gebrek aan materiële besittings (boeke, meubels, prente, televisie, radio en motor). Hierdie materiële besittings dra immers in 'n groot mate by tot die skaaf en vorm van leerders se denk- en gedragpatrone. Leerders kom uit verskillende huislike omgewings en het verskillende agtergronde. Daar is leerders uit vermoënde huise en leerders uit behoeftige huise; leerders verskil ten opsigte van etniese en kulturele agtergronde; en motivering om op akademiese gebied te presteer verskil van kultuur tot kultuur soos ook leerders se belangstellings en die premie wat hul ouers op geleerdheid plaas. Leerders uit meer stimulerende omgewings het 'n rykdom van ervarings en leer dikwels makliker. Eweneens gebeur dit dat leerders uit behoeftige huise (nie-stimulerende omgewings) soms agterstande het, sukkel en stadiger leerders is as gevolg van beperkter ervarings. Castle (1992:220) vat die voorgaande soos volg saam:

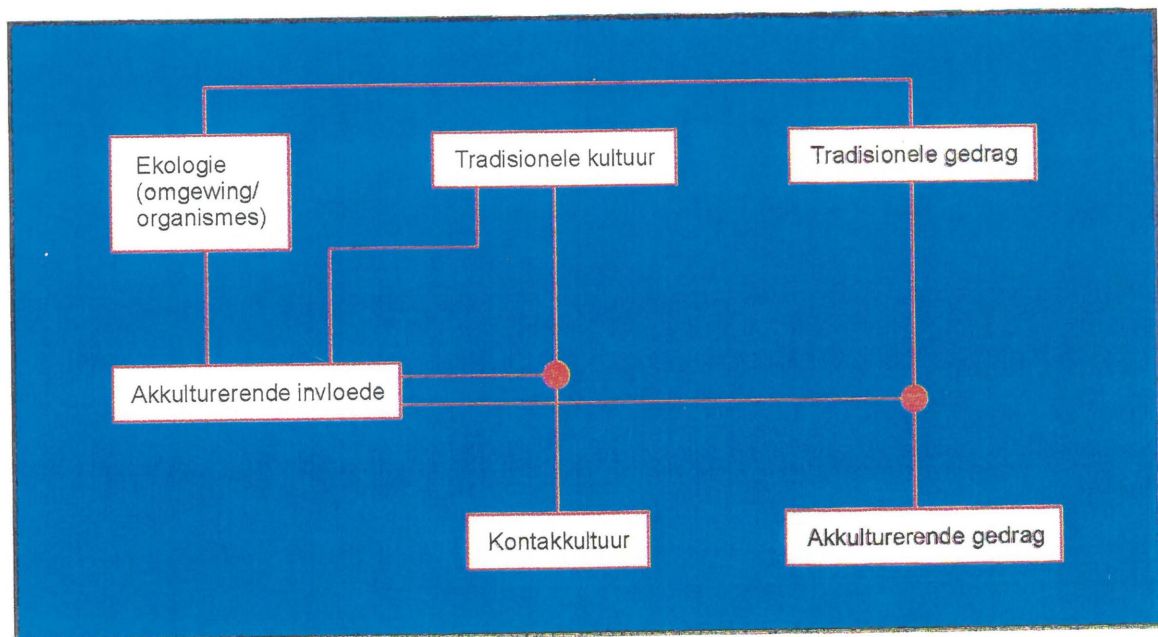
"A great deal has been written about the effects of apartheid policies Education is often seen as a key instrument in this process of oppression ... Lack of schools ... poorly qualified teachers, chronic shortages of books and equipment ... all contributed to the large number of black South Africans who have never been to school It is worth noting that there is a particular dissatisfaction with mathematics ... within the black school system."

4.5 ENKULTURASIE EN AKKULTURASIE

Gedrag word nie slegs beïnvloed deur die kultuur waarin leerders ontwikkel nie

(enkulturasie), maar ook deur die kulture waarmee die leerder in kontak kom ². Die wit deel van die bevolking is vir baie jare in Suid-Afrika beskou as die dominante groep en ander bevolkingsgroepe as akkulturerende groepe. Wit mense se kultuur is as 't ware as 'beter' beskou. Dit was dus vir die ander groepe die moeite werd om daarby aan te probeer pas (Claassen, 1989). Stabb & Harris (1995) beskou die akkulturasieproses as die faktor wat potensieel die belangrikste bydrae daartoe lewer om die invloed van verwestering op swart studente in die VSA te begryp. Volgens hierdie outeurs is akkulturasie onder meer die proses van assimilasië waarvolgens nie-wit studente die houdings, gedragpatrone en mannesmes van die dominante Euro-Amerikaanse kultuur oorneem en gedragstrekke wat eie is aan hul eie kultuur, oorboord gooi. Ander outeurs (Berry, 1980a; Gordon, 1978) beskou akkulturasie weer as 'n dinamiese proses waartydens kulturele gebruike en waardes binne 'n groep, of oor kulturele grense heen oorgedra en oorgeneem word. Met Figuur 4.1 word Berry se model vir die verklarung van individue se gedrag voorgestel.

FIGUUR 4.1: BERRY SE EKOLOGIES-KULTUREEL-BEHAVIORISTIESE MODEL VIR DIE VERKLARING VAN INDIVIDUE SE GEDRAG



Aangepas uit Berry (1980a; 1980b)

² Kyk: Tabel 4.1

Die menslike behoefte daaraan om primêre behoeftes te bevredig, bring interaksie met die fisieke omgewing mee. Vanweë omvangryke verskille in fisieke omgewings ontstaan daar 'n verskeidenheid van ekonomiese moontlikhede om hierdie behoeftes te bevredig. Interaksie tussen organismes en hul omgewings lei tot **tradisionele gedrag** (die skakeling van konteks met gedrag) wat beïnvloed word deur akkulturerende invloede. Met **ekologies** verwys Berry na die interaksies tussen menslike organismes en hul habitat; met **kultureel** na gedragspatrone wat deur groepe organismes gedeel word; en met **behavioristies** na gedrag wat daaruit voortspruit. **Akkulturerende invloede** (hoofsaaklik deur die prosesse verstedeliking en opvoeding) bring intensiewe kontak met tegnologieë dominante gemeenskappe teweeg. 'n **Kontakkultuur** ontstaan (bepaalde kulture pas nie meer bloot by hul habitat aan nie, maar ook by akkulturerende invloede) en **akkulturerende gedrag** ('skuiwe' in gedrag vanaf vorige vlakke) en **akkulturerende stres** tree na vore; iets wat nuut en matig patologies is. Met hierdie model wil Berry skakeling oor die vier boë (Figuur 4.2) heen bewerkstellig, maar wil hy ook die vertikale verwantskappe aantoon. Hy probeer dus om bewyse te vind vir sowel die **interne geldigheid** van eksperimente en afleidings (deur horisontale skakeling aan te toon) as vir die **eksterne geldigheid** (kontekstueel-aanduidende vertikale skakeling) daarvan.

In Suid-Afrika is akkulturasie nie bloot besig om in die rigting van verwestering **plaas te vind** nie. Dit het, volgens navorsing soos dié uitgevoer deur die Buro vir Marknavorsing, Universiteit van Suid-Afrika (Groenewald, 1996) reeds in so 'n betekenisvolle mate onder veral stedelike swartes **plaasgevind** dat enige evaluering of verrekening van die potensiële kultuurverskille tussen swart, wit en bruin in Suid-Afrika nie sonder inagneming hiervan getakseer behoort te word nie. Van der Reis (1996) bevestig hierdie tendens en spreek die siening uit dat die swart jeug in Suid-Afrika 'n kruispad bereik het in die akkulturasieproses, in die sin dat hulle tans talle verwarrende en teenstrydige situasies moet trotseer. Hy reken egter dat hierdie jongmense wel die situasie kan hanteer (Van der Reis, 1996:1):

"However, they appear to be dealing with this situation by embracing a mixture of traditional African and Western values."

Die belang van kennis omtrent die akkulturasie van leerders is onder meer daarin geleë

dat toetse vir **bepaalde groepe** ontwikkel word, binne 'n **spesifieke kulturele konteks of kontekste**. Sulke faktore behoort in ag geneem te word wanneer pogings aangewend word om te bepaal of toetse toepaslik of ontoepaslik is vir individue uit bepaalde subgroepe.

4.6 'N MOONTLIKE MODEL VAN DIE WYSE WAAROP LINGUISTIESE, MAAR OOK NIE-LINGUISTIESE FAKTORE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE BEÏNVLOED

Cocking & Chipman (1988) beveel aan dat leerders se studie-oriëntasieprobleme in wiskunde vanuit die volgende verwysingsraamwerk beskou word:

- ★ armoede (armoede en lae sosio-ekonomiese status);
- ★ taal (ontoereikende taalbesit);
- ★ kultuurverwante faktore (waardes, ondersteuning van betekenisvolle ander, motivering); en
- ★ kognitiewe vermoëpatrone (leertempo, kognitiewe styl wat van kultuur tot kultuur verskil). Hulle stel die volgende oorkoepelende model voor om die invloed van linguistiese en nie-linguistiese faktore op 'n studie-oriëntasie in wiskunde te beskryf:

TABEL 4.2: FAKTORE WAT LEERDERS SE STUDIE-ORIËNTASIE IN WISKUNDE BEÏNVLOED

Belangrikste invloede op leerders se studie-oriëntasie in wiskunde	
1. Leerders se intreekarakteristieke	Kennis van wiskunde en van taal
2. Leergeleenthede	Skool Tersiêre leergeleenthede
3. Leerders se motiveringsvlakke	Verwagting van beloning Wiskundehouding Waardestelsel van betekenisvolle ander en van bepaalde kultuurgroepe

Aangepas uit Cocking & Chipman, 1988.

Leerders se ontwikkelingstatus en hul linguistiese vermoë om informasie te ontvang en leergeleenthede te benut, word dus verreken. Die model kan soos volg uitgebrei word in terme van inset (**aan** leerders) en uitset of vlak van bemeestering (leerder se **prestasie**):

TABEL 4.3: INSET EN UITSET (OF VLAK VAN BEMEESTERING) IN WISKUNDE

Inset	Kognitiewe vermoëpatrone	Wiskundige konsepte Taalvermoë Leesvermoë Strategiese leervermoë
	Leergeleenthede	Tyd wat gespandeer word aan studie Kwaliteit van onderrig Toepaslike taal Ondersteuning van betekenisvolle persone
	Motivering om betrokke te raak	Kulturele waardes Verwagting van beloning Motiverende aard van interaksie. Dit sluit die aard van terugvoer in, asook die vraag of dit kultureel geskik is
Evaluering van vlak van bemeestering (uitset)	Metingsprobleme	Sensitieweit vir leerders se ontwikkelingsvlak Kulturele billikheid Beskikbaarheid van sielkundige dienste en toepaslike meetinstrumente
	Taal van toets	Itemformulering (instruksies mag probleme veroorsaak) Klasse of kategorieë vrae: Is dit verteenwoordigend van die konstruk wat gemeet moet word?
	Variasie in prestasievlak	Die tref van 'n vergelyking tussen prestasie in wiskunde, prestasie in ander metings en prestasie in studie-oriëntasievraelyste

Aangepas uit Cocking & Chipman, 1988.

Armoede, taalverskille en kognitiewe vermoëns word dan insetkarakteristieke. Die kulturele milieu verteenwoordig 'n aspek van leergeleenthede, óf op die huis-kultuur-ondersteuningsvlak óf op die onderrigvlak. Skole in milieubenadeelde gemeenskappe het byvoorbeeld meer ongunstige onderwyser-leerder ratio's, swakker opgeleide onderwysers (of selfs onderwysers wat nie die moedertaal van leerders magtig is nie) en bykans geen toegang tot ondersteunende strukture van 'n sielkundige aard nie. Die einddoel is om 'n navorsingsmodel daar te stel wat die verskillende klasse veranderlikes op 'n holistiese wyse in ag neem, eerder as om te fokus op trosse of groepe veranderlikes, saamgegroepeer op grond van aannames oor armoede, taal, kognitiewe vermoëpatrone en kultuur.

4.7 KULTUUR, METING EN SYDIGHEID IN DIE SELKUNDE

Harris (1995) wys daarop dat agtergrondsfaktore en persoonseienskappe dikwels gebruik word as potensieel meetbare voorspellers van studente se ervarings en belewenisse, maar dat die betekenis van kulturele waardes soms geïgnoreer word. Die definiëring van studente se behoeftes, van meetinstrumente en dataproedures berus grotendeels op die aanname dat hierdie aspekte kultuurvry is.

Die invloed van kultuur op meting is in die meeste opsigte moeilik waarneembaar, maar navorsers is dit nogtans eens dat kultuur 'n bron van sydigheid in toetse kan wees - veral in die geval van kognitiewe toetse (Berry, 1984; Retief, 1988).

Reeds met die verskyning van Binet & Simon se vroegste intelligensietoets was dit duidelik dat sosio-kulturele faktore soos klas en kultuur moontlik 'n rol mag speel in persone se toetsprestasies. Owen (1995:86) sluit soos volg hierby aan:

"Gedurende die 1960's het die toestand in die VSA dringender geword en het kommer ontstaan oor die feit dat die toetsprestasies van swartes en ander minderheidsgroepe (die 'kulturele minderbevoorregtes') oor die algemeen laer as dié van die blanke Amerikaners is. Hierdie verskille het ten opsigte van 'n wye verskeidenheid toetse, byvoorbeeld intelligensie, skolastiese aanleg en prestasie, voorgekom."

Sedert die sewentigerjare het die konsepte toetsydigheid en -billikheid sterker op die voorgrond getree. Die beweging na respek en begrip vir, asook die erkenning van etniese minderhede se kulture staan bekend as **kulturele pluralisme**. Die konsep anti-rassistiese wiskunde het onder meer hieruit gespruit. Dit dui op 'n multikulturele, streng anti-rassistiese benadering tot alle fasette van wiskunde (Ernest, 1991). Waar sydigheid in die wiskundige statistiek verwys na sistematiese oor- of onderskatting van 'n populasieparameter deur statistiek wat gebaseer is op 'n steekproef uit die relevante populasie, verwys die begrip in sielkundige metings na sistematiese foute in die voorspellings- of konstrukgeldigheid van die toetstellings van individue wat deel uitmaak van die normgroep (Jensen, 1980).

4.8 VERGELYKBAARHEID EN EKWIVALENSIE

Poortinga (1983) en Verster (1987) definieer die konstruk 'vergelykbaarheid' as 'n reeks statistiese voorwaardes waaraan voldoen moet word (**nadat** data ingesamel is) om te bepaal of geldige afleidings gemaak kan word oor tussengroepse verskille (in terme van 'n gemene skaal) wat uit toetstellings mag blyk. Hui & Triandis (1985:133) druk hulle soos volg in hierdie verband uit:

"precision and meaningfulness of comparison are two basic desiderata that, very often, cannot be maximised at the same time in cross-cultural research."

Om toetslinge se response en verskille in hul gedrag sinvol te kan vergelyk, moet daar sprake wees van 'n gemene deler ten opsigte waarvan vergelykings getref wil word. Claassen (1989) en Hui & Triandis (1985) sê dat 'n basiese aanname in alle kruiskulturele meting die aanname is dat menslikheid 'n psigiese eenheid (ekwivalensie) vertoon. Met ander woorde, alle vorme van menslike gedrag vertoon basiese ooreenstemmende trekke wat in mindere of meerdere mate meetbaar is, ongeag die omvang van kulturele verskille. Hierdie outeurs onderskei tussen vyf vlakke van ekwivalensie:

- (i) Kruiskulturele konseptuele ekwivalensie (wanneer 'n konstruk sinvol bespreek kan word in verskillende kulture). Konseptuele ekwivalensie is nou verwant aan funksionele ekwivalensie.

(ii) Funktionele ekwivalensie (wanneer persone van verskillende kulture soortgelyke gedrag toon om ooreenstemmende doelstellings te bereik, en die gedrag dieselfde oorsake en gevolge het). Sears (1961) stel drie vereistes daar vir konseptuele of funksionele ekwivalensie:

- ★ 'n universele leersituasie;
- ★ 'n identifiseerbare doelwit; en
- ★ die vereiste dat dieselfde oorsaak-gevolg relasie in alle kulture aangetoon kan word.

(iii) Ekwivalensie in konstrukoperasionalisering (operasionalisering impliseer die oorgang van teorie na meting). Dit is wanneer 'n konstruk in verskillende kulture in dieselfde prosedure of instrument geoperasionaliseer word.

(iv) Itemekwivalensie (die instrumente moet op itemvlak identies wees - elke item van 'n sielkundige toets moet dieselfde beteken vir persone van verskillende kulture). Verster (1987) is van mening dat (iii) en (iv) saamgegroepeer kan word as metriese ekwivalensie: wanneer konsepte oor verskillende kulture heen in dieselfde metingseenhede (metrieke) gemeet kan word.

(v) Skaalekwivalensie (wanneer aangetoon kan word dat die spesifieke konstruk vir verskillende kulture op dieselfde skaal gemeet word. 'n Numerieke waarde op die skaal moet dieselfde graad, intensiteit of grootheid van die konstruk aandui, ongeag die populasie waarvan die toetsling lid is).

Kwantitatiewe vergelykings oor kulture heen is slegs sinvol indien aangetoon kan word dat die meetinstrumente ekwivalent is ten opsigte van al die voorgenoemde aspekte (Hui & Triandis, 1985).

4.9 STRATEGIEË VIR KRUISKULTURELE METING

Huysamen (1996) sê dat daar drie maniere bestaan waarop die uitdaging om normtabelle in 'n kultureel heterogene gemeenskap te bepaal, hanteer kan word. Dit sluit in:

- ★ die gebruik van 'n gestratifiseerde normgroep en die opstel van gemeenskaplike normtabelle vir die saamgestelde groep. Die gevaar bestaan wel dat die resultate nie tipies van een van die groepe kan wees nie;
- ★ die opstel van kultuurbillike of -vrye toetse. Dit geskied onder meer deur items te probeer elimineer wat meer sydig of bekend is vir een groep as vir 'n ander. Hy beklemtoon dit dat min navorsers hierdie benadering aanvaar, veral aangesien die soektog na gemeenskaplike items kan ontaard in 'n versameling opgawes wat so onvertegenwoordigend is van die relevante universum dat hierdie items bykans betekenisloos is; en
- ★ verskillende normtabelle kan opgestel word vir verskillende subgroepe binne die universum. Die algemene populasie moet vanselfsprekend in homogene subgroepe (in terme van aspekte soos ouderdom, opvoedkundige peil en kulturele agtergrond) verdeel word.

Claassen & Schepers (1990:294) haal Goodenough soos volg aan in verband met die voorkoming van sydigheid by toetsitems:

"We must be sure that the test items from which the total trait is to be judged are representative and valid samples of the ability in question as it is displayed within the particular culture with which we are concerned."

Indien items ten aansien waarvan daar moontlik sprake mag wees van itemsydigheid in 'n bepaalde toets behou word, behoort toetsgebruikers daarvoor ingelig te word en behoort die diagnostiese waarde van dergelike items verreken te word wanneer toetsuitslae saamgevat word.

Daar word nou gefokus op enkele moontlike strategieë wat aangewend kan word in 'n poging om bevredigende kruiskulturele meting te probeer bewerkstellig (Claassen, 1989; Cronbach, 1990; Hui & Triandis, 1985; Owen, 1995).

4.9.1 Direkte vergelyking

Dit is die mees populêre (en intuïtiewe) metode vir kruiskulturele vergelyking. Die meetinstrument word tegelyk op persone van verskillende kulture toegepas. Indien die moedertale van die groepe verskil, moet die instrument vertaal word. Die basiese aanname is dus dat die konstruk wat gemeet gaan word, wel in al die betrokke kulture aanwesig is en op ekwivalente wyse geoperasionaliseer kan word. Statistiese toetse wat geïmplementeer word, impliseer die aanname dat die meetinstrument oor skaalekwivalensie beskik.

4.9.2 Die etnografiese (emiese) metode

Hier word van die veronderstelling uitgegaan dat dit moontlik is om gedrag binne 'n kultuur op akkurate wyse te beskryf sonder dat eksterne faktore hierdie beskrywings té ernstig beïnvloed (soos gebruik in die antropologie). Die bepaalde gedragstrekke word op sistematiese wyse binne natuurlike ekologiese en kulturele kontekste beskryf. Hierdie benadering word as emies gekwalifiseer. Gedrag word dus op 'n **kwalitiewe wyse** beskryf en geklassifiseer. Retief (1987:47) sê die volgende in hierdie verband:

"The conception of culture as a system of meanings has been implicit or explicit in the majority of research traditions in anthropology, and has been associated with a more qualitative methodological emphasis. In practice, this normally consists of a detailed description of the behaviours, customs, and activities of other cultural groups, from which inferences about cultural values and rules are drawn."

4.9.3 Regressiemetode

Poortinga (1975) stel voor dat skaalekwivalensie aangetoon word deur na te gaan of die regressieparameters van die kriteria of konstrunkte wat voorspel moet word en ten opsigte

waarvan inferensies gemaak moet word, dieselfde is vir die verskillende populasies wat bestudeer wil word. Dit is nie onrealisties nie om te beweer dat twee stelle toetstellings wat deur middel van 'n meetinstrument verkry is, op ooreenstemmende wyse verwantskap sal behoort te toon met 'n eksterne kriterium. Hoewel hierdie metode relatief ekonomies en eenvoudig is, mag verskille in die betroubaarheid van die skale vir toetspopulasies, asook verskille in die omvang van die aanwesigheid van bepaalde gedragstrekke by toetspopulasies, lei tot fluktuasies in regressieparameters en vals alarms veroorsaak. Verder sal 'n kriterium wat sydig is in terme van ander kriteria ook tot verskille in parameters lei.

4.9.4 Itemresponsteorie (IRT)

Die itemresponsteorie van Lord (1977) berus op twee aannames. Die eerste aanname is dat die gedrag van 'n toetsling op 'n item voorspel of verklaar kan word deur 'n stel faktore, genoem latente (want dit is nie-waarneembaar omdat dit nie direk gemeet kan word nie) trekke of vermoëns. Hierdie latente trekke bied 'n verklaring vir die samehang tussen die verskillende items van 'n toets. Die tweede aanname is dat die verwantskap tussen 'n individu se prestasie op 'n item en die stel trekke onderliggend aan die itemprestasie beskryf kan word deur 'n monotonies stygende funksie wat die itemkarakteristieke kromme heet. Die probleem om 'n relevante en nie-sydige kriterium te vind waarmee die meetinstrument beoordeel kan word, word met behulp van hierdie tegniek oorkom. Belangrike nadele van die IRT is dat groot steekproewe ($n > 1000$) vereis word, dat rekenaarsagteware vir die toepassing van die IRT nog nie behoorlik ontwikkel is nie, en dat die aanname van eendimensionaliteit bevredig moet word, anders kan itemparameters nie akkuraat geskat word nie. Ander tipes ekwivalensie op 'n meer abstrakte vlak, soos die operasionalisering en konseptualisering van konstrukte, word voorveronderstel, want IRT lewer geen uitspraak oor hierdie tipe aangeleenthede nie.

4.9.5 Responspatroonmetode

Hierdie metode hanteer hoofsaaklik itemekwivalensie en toon nie skaalekwivalensie aan nie. Die basiese aanname is dat die itemresponspatroon van persone met dieselfde vermoë en wat tot dieselfde kultuurgroep behoort, in 'n groot mate sal ooreenstem.

Betekenisvolle verskille kan egter tussen verskillende kultuurgroepe verwag word. Angoff (1982) stel voor dat die moeilikheidswaardes van items na deltawaardes getransformeer word en dat die verskille tussen deltawaardes ondersoek word. Die rasionaal is dat verskil in relatiewe moeilikheidsgraad aandui dat sekere items moeiliker of makliker is vir persone van een kultuur as vir persone van 'n ander kultuur. Met ander woorde, die items meet nie dieselfde attribuut in twee verskillende kulture nie. Hierdie metode kan ook uitgebrei word om ander persoonlikheidseienskappe as intelligensie te meet, deur die gemiddelde frekwensie waarmee 'n item deur lede van die populasie gekies is, op ooreenstemmende wyse te rangskik. Daar is egter geen algemeen aanvaarbare, objektiewe standaard waarmee bepaal kan word of korrelasiekoëffisiënte hoog genoeg is of nie. Verskille in diskriminasiewaardes kan ook verskille in rangordes beïnvloed.

4.9.6 Vertalingstegnieke

Onbevredigende itemekwivalensie (soos aangetoon deur IRT of ander metodes) kan deur beter vertaling gekorrigeer word. Metodes soos terugvertaling, toepassing op 'n tweetalige groep, die komiteebenadering en eksperimentele voortoetsing is hier ter sprake. Die gemeenskaplike doelwit is om dieselfde toets in verskillende tale aan verskillende groepe te bied, met behoud van dieselfde idees oor linguistiese grense heen (Brislin, 1986). Vanselfsprekend is akkurate vertaling nie onfeilbaar nie. Die moontlikheid van nie-ekwivalensie op 'n meer abstrakte vlak, soos konseptuele ekwivalensie, kan nie uitgeskakel word nie. Sowel verskille in sosiale gewenstheids- en motiveringsvlakke as swak toetsadministrasie deur navorsers verteenwoordig enkele potensiële probleemareas wat meetinstrumente (wat op ander vlakke akkurate vergelykings moontlik kan maak) kan teister. Oakland (1977) wys in hierdie verband daarop dat die taal van enige toets aan alle toetslinge die kans moet gee om te verstaan wat van hulle verwag word, sodat hulle 'n optimale geleentheid gebied word om geredelik en vrymoedig te kan reageer; so nie, is daar sprake van kultuursydigheid. Wanneer 'n toets boonop in 'n tweede taal afgeneem word, moet sorg gedra word dat die toetslinge deeglik begryp wat presies van hulle gevra word, anders bestaan die moontlikheid dat die toets nie sal meet wat dit veronderstel is om te meet nie. Met ander woorde, dit kan daartoe bydra dat die geldigheid van 'n toets nie optimaal is nie.

4.9.7 Interne-struktuurkongruensie

Met hierdie metode word die kruiskulturele ekwivalensie van 'n konstruk ondersoek deurdat die interne struktuur daarvan met behulp van ondersoekende en bevestigende faktorontledings ondersoek word. Die rasionaal is dat 'n konstruk wat oor verskillende kulture heen dieselfde is, binne daardie kulture dieselfde interne strukture of komponente (asook samehang tussen die onderlinge komponente) sal hê (Cudeck & Claassen, 1983). Die vergelyking van interne strukture, oor kulturele grense heen, voorveronderstel 'n duidelike teorie wat ten minste gefundeer is op die kultuur waarbinne die studie geïnisieer is (Hui & Triandis, 1985). Verder is ekwivalensie in interne strukture nie die enigste voorvereiste vir kruiskulturele vergelyking nie en lewer dit nie afdoende bewys van skaalekwivalensie nie.

Retief (1988) verduidelik dat sekere voorkomende stappe gedoen sal moet word ten einde faktorale ooreenstemming te probeer bereik. Hierdie stappe sluit metodes soos toereikende vertaling, vergelyking van itemontledings, korrelasies van elke item met die volledige skaal, itemkorrelasies, faktorontledings en die berekening van korrelasies van skaaltellings met dié ander veranderlikes in. Kline (1983) glo dat hierdie tipe metriese ekwivalensie nie slegs betekenisvolle vergelyking tussen verskillende kultuurgroepe moontlik maak nie, maar ook konseptuele ekwivalensie waarborg, aangesien dit hoogs onwaarskynlik is dat veranderlikes met verskillende betekenisse dieselfde faktorpatrone het.

4.9.8 Die gekombineerde eties-emiese benadering

Waar **emies** na kultuurspesifieke aangeleenthede verwys, verwys **eties** na kruiskulturele aangeleenthede (afgelei van 'n fonemies-fonetiese analise in die linguistiek, waarmee taalreëls beskryf word ten einde die skeiding tussen algemene en spesifieke aspekte aan te dui) (Pedersen, 1991). Met die gekombineerde eties-emiese benadering word probeer om die twee benaderings met mekaar te versoen. Davidson, Jaccard, Triandis, Morales & Diaz-Guerrero (1976:2) omskryf die prosedure soos volg;

"Initially, the researcher identifies an etic construct that appears to have universal status. Secondly, emic ways of measuring this construct are developed and validated. Finally the emically defined construct can be used in making cross-cultural comparisons."

Die items wat gebruik word, moet ten minste in 'n bepaalde mate oorvleuel oor die kulturele grense heen, anders gaan so 'n meetinstrument mank aan item- en skaalekwivalensie, word direkte vergelykings feitlik onmoontlik en kan nie beweer word dat dieselfde konstruk in verskillende kulture deur die bepaalde meetinstrument gemeet word nie.

4.9.9 Geldigheidsbepaling deur die nomologiese netwerk

Met hierdie strategie word bepaal of 'n konstruk by een kultuur in dieselfde netwerk van konstrukte ingebed is as by 'n ander kultuur. Die rasionaal is dat indien 'n konstruk kruiskultureel dieselfde beteken, dit in verskillende kulture dieselfde empiriese relasies sal openbaar (veranderlikes wat die konstruk in een kultuur meet, sal in verskillende kulture op soortgelyke wyse verband hou met ander veranderlikes). Hierdie tipe geldigheidsbepaling voorveronderstel dat die konstrukte wat as eksterne kriteria gebruik word, kruiskultureel ekwivalent is. Indien dit voorkom of die netwerke ooreenstem, sal meetinstrumente wat in hierdie geldigheidsbepaling gebruik word, kruiskultureel toepaslik, maar ook konseptueel en funksioneel ekwivalent wees. Indien nie, is dit moeilik om te bewys watter van die konstrukte en kriteria kruiskultureel nie-ekwivalent is. Ten slotte moet sorg gedra word dat die persentasie korrelasie wat aan faktore soos navorservooroordeel en gemenemetode variansie toegeskryf kan word, nie verwar word met aanduidings van ooreenstemming in die geldigheidsnetwerk nie (Hui & Triandis, 1985).

4.10 'N MODEL VIR KRUIKULTURELE METING

4.10.1 Kultuurvrye meetinstrumente

Kultuurvrye meetinstrumente kan onder meer beskryf word as meetinstrumente wat spesifiek gekonstrueer is om die effek van irrelevante kultuurverwante invloede op toetslinge se prestasies tot 'n minimum te beperk (Shaffer, 1996).

Helms (1992) beweer dat tussen-groepse verskille in (veral) kognitiewe toetse hoofsaaklik 'n artefak van toetsprosedures is. Anastasi (1988) reken dat tussen-groepse verskille in toetsprestasies nie slegs aan toetsvooroordele toegeskryf kan word nie. Zigler & Finn-Stevenson (1992) glo op hul beurt dat tussen-groepse verskille eerder aan motiveringsfaktore toegeskryf kan word.

Owen (1987:334) verwys onder meer na sydigheid ten opsigte van konstruk geldigheid en noem die volgende kriteria vir die evaluering van soortgelykheid van konstrunkte by verskillende groepe:

- ★ soortgelyke toetsbetroubaarheid;
- ★ soortgelyke rangordekorrelasies van itemmoeilikeidswaardes; en
- ★ faktorale soortgelykheid.

Hy beweer verder dat:

"abnormaliteit in die gedrag van 'n item te wyte kan wees aan ware sydigheid, skynsydigheid of 'n kombinasie van die twee vorms van sydigheid. Die rede waarom vorige navorsers nog nie 'n noemenswaardige hoeveelheid veralgemeenbare beginsels in verband met itemsydigheid kon vind nie, kan enersyds daaraan toegeskryf word dat daar minder verskille tussen groepe voorkom as wat dikwels vermoed word." (Owen, 1987:342).

Hy sê dat die psigometriese probleem ten opsigte van itemsydigheid daaruit bestaan dat metodes gevind moet word om te bepaal watter verskille in die toetsprestasië van groepe 'n werklike verskil verteenwoordig en watter verskille bloot die gevolg van itemsydigheid is, soos wanneer 'n item swak gestel is. Hy wys verder daarop dat ware itemsydigheid gewoonlik toegeskryf word aan taalfaktore (onverstaanbare woorde en begrippe in items waar taal nie direk van belang is nie), aan té aanloklike afleiers, aan itemformate en -inhoud wat vreemd is aan die leefwêreld van die toetslinge, asook aan kennis en begrippe wat hoofsaaklik op informele wyse verkry word (waar daar dus bewyse bestaan dat die algemene kennisbasis van die groepe nie vergelykbaar is nie). Skynitemsydigheid staan hoofsaaklik in verband met toetsgedrag en die oorsaak van sydigheid lê dus buite die veld van die item self. Hieronder ressorteer faktore soos selektiewe aandagskenning ten opsigte van die inligting in 'n item, nie hou by die feite in 'n item nie, gebrek aan 'n logiese ingesteldheid, asook gebrek aan spesifieke kennis wat gewoonlik op informele wyse, dit wil sê op skool verkry word.

4.10.2 Cronbach se siening van kruiskulturele aspekte van meting

Cronbach (1990) wys op die kompleksiteit van sosio-kulturele faktore wat tydens meting in ag geneem behoort te word. Hy beklemtoon dit onder meer dat dit essensieel is om sensitief te wees vir die probleme wat gewoonlik geassosieer word met meting van tradisioneel opvoedings-, milieu- of kultuurbenadeelde groepe. Toetsopstellers en -afnemers behoort egter te waak teen die oorbeklemtoning van hierdie tipe verskille. Hy wys in hierdie verband daarop dat die 'gletser'-effek van voortdurend veranderende sosio-kulturele veranderinge terselfdertyd verreken moet word ten einde ongeldige afleidings tot 'n minimum te beperk. Volgens Cronbach (1990) word foute met afleidings gewoonlik begaan wanneer navorsers wil voorgee dat sosio-kulturele situasies eerder staties is as immer veranderend. Cronbach (1990) beklemtoon opsommend enkele aspekte van die akkulturasieproses (aspekte wat waarskynlik ook toepaslik is vir die situasie in Suid-Afrika):

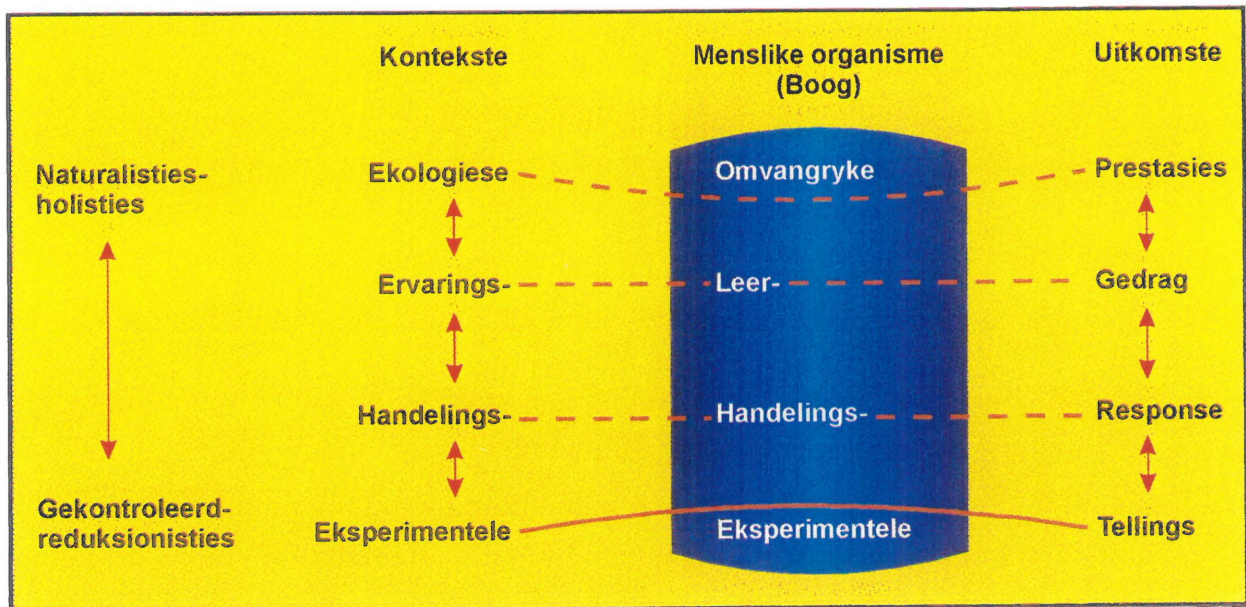
- ★ verskille in die gemiddeldes van verskillende rassegroepe verloor heelwat van hul betekenis wanneer steekproewe vergelyk word op die basis van sosio-ekonomiese faktore soos ouers se inkomste, ouers se opvoedingspeil en ouers se beroep;

- ★ prestasieverskille wat aan kulturele verskille toegeskryf word, is nie staties nie;
- ★ retrospektief beskou, blyk kritiek dat toetse sydig en kultureelbevooroordeeld is, dikwels prematuur uitgespreek te gewees het. Die gewaande swart-wit verskille in toetsprestasies is dikwels nie so groot as wat kritici dit graag sou wou hê nie; en
- ★ daar bestaan wel ernstige besware teen die **ongekwalifiseerde** gebruik van hoofstroom-sielkundige toetse op ongesofistikeerde plattelandse persone.

4.10.3 Berry se raamwerk vir die struktuurering van aspekte van kultureur

Retief (1988) beskou die volgende model (Figuur 4.2) as geskik vir die ontwikkeling van 'n werksmodel van kultureur vir die kontekstualisering van veranderlikes in kruiskulturele navorsing.

FIGUUR 4.2: BERRY SE MULTI-VLAK BOOGMODEL VIR DIE VERALGEMEENBAARHEID VAN (MENSLIKE) GEDRAG OOR VERSKILLENDE KONTEKSTE HEEN



Aangepas uit Berry (1980a; 1980b)

Berry glo dat meting in die sielkunde ontwikkel het met 'n oordrewe klem op reduksionistiese en eksperimentele opsette waar gedrag gemeet word sonder dat

aandag gegee word aan funksionele of lewenswerklike kontekste. Volgens 'n navorser soos Barker (1965) bestaan die samelewing uit betekenisvolle kontekste in terme waarvan veranderlikes saamgegroepeer kan word, en nie slegs uit diskrete stelle veranderlikes nie.

Berry (1980a; 1980b; 1983) en Verster (1987) onderskei tussen konstruksie soos 'omgewing' (die konteks vir organismes en hul gedrag) en 'ekologie' (die verwantskappe tussen organismes en die omgewingskontekste waarbinne hulle funksioneer). Enige ekologiese analise moet dan verantwoording doen van omgewing, organismes en verwantskappe, maar ook van gedrag as 'n vierde kategorie. Die ekologiese konteks omvat vir Berry (1980a; 1980b) Brunswik se kulturele habitat, Lewin se fisiese wêreld en Barker se perseptuele wêreld. Hierdie konteks omvat weer sowel die ervaringskonteks (die patroon van herhalende ervarings wat die basis verskaf vir leer) as die handelingskonteks (die meer beperkte groepie omgewingsveranderlikes wat op 'n meer direkte wyse aanleiding gee tot bepaalde gedrag). Die eksperimentele konteks kan binne of buite die eersgenoemde drie kontekste figureer.

Die vierde omgewingskonteks verteenwoordig daardie omgewingsaspekte wat deur navorsers gestruktureer word om bepaalde klasse response te ontlok. Na die mate waarin die eksperimentele konteks binne die eerste drie kontekste gesetel is, dui dit die ekologiese geldigheid van 'n bepaalde eksperiment of taak aan. Dit impliseer dat eksperimentele prosedures wat vreemd is aan bepaalde kulture nie bydra tot geldige afleidings omtrent gedrag binne daardie bepaalde kultuur nie.

Die vier vlakke van omgewingskontekste word vir Berry gekoppel aan vier ooreenstemmende klasse gedraguitskomste. Kontekste en uitkomste word op elke vlak deur 'n menslike organisme gekoppel. Die pyl heel links verteenwoordig 'n kontinuum vanaf naturalisties-holistiese kontekste en uitkomste enersyds tot reduksionistiese uitkomste en kontekste (wat meer gekontroleerd is) andersyds. **Prestasies** verwys na gedragpatrone; **gedrag** na algemene wyses van optrede (dit sluit in vaardighede, trekke en houdings); **response** na gedrag (*performance*) wat voortgebring word deur onmiddellike stimulasie of ervaring; terwyl **tellings** verwys na spesifieke gedrag wat gemeet of gerapporteer word tydens sielkundige eksperimentering of toetsing. Indien 'n bepaalde eksperiment oor ekologiese geldigheid beskik, sal dit waarskynlik ook oor

gedragsgeldigheid beskik. Die verbande tussen elemente dwarsoor die model word geïllustreer deur boë. Die omvangryke boog verwys na die globale lewensituasie van organismes en hul prestasies; die leerboog verwys na die verwantskap tussen herhalende, onafhanklike veranderlikes in persone se ervaringswêreld en hul tipiese gedrag; die handelingsboog verwys na meer spesifieke handelinge as funksies van onmiddellike of huidige ervarings; en die eksperimentele boog word beperk tot die laboratorium of verwys na gekontroleerde eksperimente, waar take op sistematiese wyse gevarieer word en waar tellings bestudeer word.

Berry (1983) is van mening dat die eksperimentele sielkunde nie daarin slaag om langs die vertikale dimensie op te gaan ten einde geldige afleidings te maak omtrent oorsaaklike verwantskappe op die twee middelste vlakke nie. Kruiskulturele sielkunde kon weer nie daarin slaag om langs die vertikale dimensie af te gaan ten einde te spesifiseer welke veranderlikes in die ervarings-, handelings- en eksperimentele kontekste verantwoordelik is vir bepaalde gedrag en prestasies oor verskillende kulture heen nie. Kruiskulturele sielkunde trap, volgens hom, te dikwels in die slaggat om binne spesifieke kulturele kontekste te werk.

Opsommend kan gesê word dat die konsepte **konteks** en **omgewing** nie beperk behoort te word tot enige spesifieke vlak van analise nie. Enige omvattende studie oor kruiskulturele variasies in gedrag sal omvangryke sisteme, sowel as bepaalde situasies (as elemente van 'n konteks) in ag moet neem ten einde verbande tussen gedrag en omgewing op alle vlakke aan te dui. Met ander woorde, die verwantskappe tussen gedragsuitkomst en omgewingskontekste behoort op alle vlakke van analise op sistemiese wyse nagevors te word.

4.10.4 Hui en Triandis se model vir kruiskulturele meting

Met Figuur 4.3 bied Hui & Triandis (1985) 'n moontlike model vir kruiskulturele meting aan.

TABEL 4.3: HUI & TRIANDIS SE VOORSTELLING VAN DIE VERBAND TUSSEN STRATEGIEË VIR KRUIS-KULTURELE METING EN EKWIVALENSIE-AANNAMES

VERWANTSKAP TUSSEN STRATEGIEË EN AANNAMES OOR EKWIVALENSIE					
VLAKKE VAN EKWIVALENSIE STRATEGIEË VIR KRUISKULTURELE METING → ↓	PSIGIESE EENHEID VAN ALLE MENSE	KONSEPTUEEL-FUNKSIONEEL	KONSTRUK-OPERASIONA-LISERING	ITEM-EKWIVALENSIE	SKAAL-EKWIVALENSIE
ETNOGRAFIESE METODE	<p style="text-align: center;">VOORVERONDERSTEL</p>	<p style="text-align: center;">DEMONSTREER</p>	<p style="text-align: center;">TWYFEL OF VERWERP</p>		
GELDIGHEIDSBEPALING DEUR DIE NOMOLOGIESE NETWERK					
GEKOMBINEERDE ETIES-EMIESE METODE					
INTERNE - STRUKTUUR-KONGRUENSIE					
VERTALINGSTEGNIEKE					
RESPONSPATROONMETODE					
ITEMRESPONSTEORIE					
REGRESSIEMETODE					
DIREKTE VERGELYKING					

Aangepas uit Hui & Triandis (1985)

Sommige van die voorgenoemde strategieë impliseer slegs die eenvoudigste en mees algemene van die aannames en ander weer meer abstrakte aannames. In die boonste kolom word die soorte ekwivalensie van meer abstrak na meer konkreet gerangskik. In die kolom aan die linkerkant verskyn enkele van die strategieë wat algemeen in kruiskulturele meting gebruik word. Hierdie tegnieke verrig nie dieselfde funksie nie, nóg is hulle bloot uitruilbaar. 'n Bepaalde vlak van ekwivalensie word voorveronderstel vir die gebruik van enige strategie of tegniek, terwyl elke strategie slegs oor sekere tipes ekwivalensie uitsluitel kan gee. Die middelste deel van die skema is in drie dele verdeel en dui die begrippe 'voorveronderstel', 'demonstreer' of 'twyfel' aan. Hoewel die psigiese eenheid van die mens deurgaans aanvaar of voorveronderstel word, behoort alle ander vorms van ekwivalensie verkieslik aangetoon te word.

4.11 SAMEVATTING

In die onderhawige hoofstuk is 'n poging aangewend om 'n kruiskulturele perspektief te bring op prestasieprobleme in wiskunde ten opsigte van die meting van studie-oriëntasie in wiskunde. Die hantering van kultuurverwante oorsake van die probleem van ontoereikende prestasie in wiskunde is waarskynlik geleë in 'n holistiese benadering. Dit sluit in: die beëindiging van alle vorms van diskriminasie; die sielkundige, sosiale, opvoedkundige en ekonomiese opheffing van **al** Suid-Afrika se inwoners; gelykberegting en die skep van 'n billike materiële en finansiële bedeling in Suid-Afrika; asook politieke stabilisering.

Dit is nie moontlik om **volledige** antwoorde op die voorgenoemde vrae oor kultuurverwante vraagstukke betreffende leerders se wiskundeprestasie, hul studie-oriëntasie en sielkundige meting in hierdie verband, oor kulture heen, te verskaf nie. Dit gaan nie hier net oor eksperimentele ontwerpe en harde empiriese data nie, maar ook oor die vergelyking van - en konflik tussen - teoretiese uitgangspunte. Freudenthal (1980:42-44) sê die volgende in hierdie verband:

"There may be things I cannot prove with scientific force; but I refuse to obtain them surreptitiously by pseudoscience. I intend to present them with reasonable arguments as consequences of a reasonable faith ... I have not proved that

what I aspire to is better, as little as one really knows whether teaching is more effective without beating - possibly it is not better. I am advocating another method because I believe in it, because I believe in the right of the learning child to be treated as a human being. This is my view on education; defending it I call philosophy; but do not ask me for scientific proofs."

Met die volgende opmerking (oor faktor G, te wete Opportunisme-Lae Superegosterkte versus Pligsgetroetheid-Hoë Superegosterkte, soos gemeet deur die 16-PF-Persoonlikheidsvraelys) bring Cattell, Eber & Tatsuoka (1970:90) perspektief op die aangeleentheid van kruiskulturele meting in die sielkunde:

"so far as the cultural modifications are concerned a core not unlike the ten Commandments is found as a common denominator."

Anders gestel: die fokus moet in sake soos hierdie nie slegs op verskille val nie, maar bepaald ook op die bestaan van universele trekke, wat oor kultuurgrense heen strek.

Ten slotte is daar in Hoofstuk Vier strategieë bespreek om die aanvaarding of verwerping van aannames oor ekwivalensie op 'n wetenskaplike basis te plaas. Hui & Triandis (1985) maan navorsers ten aanvang om nie in die slaggat te trap om ekwivalensie met hul gunstelingtegniek aan te toon en daarna allerlei tipes vergelykings te maak nie. Verder behoort in gedagte gehou te word dat ekwivalensie op al die tersaaklike vlakke nie deur een enkele tegniek of strategie in isolasie aangetoon kan word nie.

Opsommend kan dit ten slotte gesê word dat daar rofweg onderskei kan word tussen drie denkskole ten opsigte van die oorweging en verrekening van die invloed van kultuur op meting in die sielkunde:

- ★ diegene wat reken dat kulturele verskille tussen groepe gewoonlik so diep gesetel is dat dit van kruiskulturele meting 'n hoë risiko-aangeleentheid maak, wat die ontwerp en evaluering van 'kultureel minder sydig' toetse bykans onmoontlik maak;
- ★ diegene wat glo dat tussen-groepse verskille grootliks oordryf word; en

- ★ diegene wat glo dat kulturele verskille tussen groepe potensieel belangrik is, maar dat daar ook voldoende ruimte gelaat behoort te word vir die oorweging van ooreenkomste tussen die verskillende groepe. Die verskille wat wel aanwesig mag wees, behoort nie eerlike pogings tot die ontwerp van 'kultureel minder sydige' toetse te verongeluk nie. Kulturele verskille sal in elk geval teen 'n bepaalde, immer veranderende verwysingsraamwerk geïnterpreteer moet word. **In hierdie studie word die laaste siening ondersteun.**

HOOFSTUK 5

METODE VAN ONDERSOEK

5.1 PROBLEEMSTELLING EN MOTIVERING VIR DIE ONDERSOEK

Die betoog in Hoofstukke Drie en Vier het onder andere die volgende fasette of aspekte van studie-oriëntasie in wiskunde uitgelig:

- ★ die vorming van basiese konsepte in wiskunde is belangrik. Hierdie konsepverwerwing is 'n noodsaaklike voorvereiste vir die aanleer van meer gevorderde werk in wiskunde;
- ★ leerders openbaar bepaalde **studiehoudings** teenoor wiskunde. Dit sluit aspekte soos motivering en verwagtinge oor die vak in, en beïnvloed onder andere leerders se belangstelling in wiskunde (Stewart, 1991). Hieronder ressorteer ook aspekte soos leerders se siening van die self, die aard van wiskunde en die aard van die leer van wiskunde;
- ★ wanneer leerinhoud in wiskunde nie aansluit by leerders se kennis- en denkvlak nie, lei dit tot frustrasie, wat motivering om in wiskunde te presteer, inhibeer;
- ★ leerders se affektiewe ingesteldheid beïnvloed hul ingesteldheid jeens die vak. 'n Verskynsel soos **wiskunde-angs** (wat na vore tree in die vorm van doellose, herhalende gedrag) sal hul belangstelling in wiskunde na alle waarskynlikheid negatief beïnvloed. Indien wiskunde-inhoud nie vir leerders sin maak nie, werk dit angstigheid en onsekerheid in die hand;
- ★ wanneer wiskunde (veral in vroeër stadiums) te abstrak of teoreties aangebied word, sonder dat leerders toereikend blootgestel word aan genoeg konkrete materiaal, lei dit tot onvolledige aanvanklike begripsvorming;
- ★ leerders se **studiegewoontes** in wiskunde is onder meer belangrik in terme van die inoefening van belangrike insigte in die vak. Die aan die dag lê van aangeleerde, konsekwente, effektiewe studiemetodes (insluitende toets- en selftoetsstrategieë), die

uitvoering van opdragte in wiskunde, asook die konsekwente en behoorlike inoefening van basiese konsepte, maak 'n belangrike deel van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde uit (Pintrich & Johnson, 1990). **Studiehoudings** jeens wiskunde mond dus uit in bepaalde studiegewoontes: "*the most consistent relationships occur between study methods and motivation.*" (Pollock & Wilkinson, 1988: 80);

★ leerders se **probleemoplossingsingesteldheid** (wat aspekte soos probleemsentring, koöperatiewe leer en die implementering van metakognitiewe leerstrategieë kan insluit) oefen 'n potensieel betekenisvolle invloed uit op hul uiteindelijke prestasie in wiskunde;

★ leerders se **studiemilieu** (sosiale, fisieke én beleefde milieu) vorm 'n integrale deel van hul studie-oriëntasie. Leerders kom immers uit verskillende huise en het verskillende agtergronde. Hulle verskil ten opsigte van etniese en kulturele agtergronde; motivering verskil van kultuur tot kultuur, soos ook leerders se belangstellings en die premie wat hul ouers op prestasie in wiskunde plaas. Reynolds & Wahlberg (1992:156) kom byvoorbeeld tot die volgende gevolgtrekking: "*Home environment [has] pervasive effect on later achievement [in Mathematics].*" Leerders uit nie-stimulerende omgewings het dikwels agterstande, openbaar 'n minder mate van waaghouding en is dikwels stadiger leerders as leerders uit minder beperkte omgewings;

★ leerders glo dat sukses of mislukking óf buite óf binne hul beheer lê (eksterne of interne **Lokus van Kontrole**). Die wyse waarop leerders byvoorbeeld hul onderwysers beleef, oefen na alle waarskynlikheid 'n betekenisvolle invloed uit op hul ingesteldheid jeens die vak;

★ die wyse waarop leerders inligting in wiskunde verwerk, medebepaal in 'n betekenisvolle mate hul prestasies in die vak. **Inligtingverwerking** sluit kritiese denke, asook algemene én spesifieke verstaan-, leer-, samevatting- en leesstrategieë in. Hierdie strategieë kan gebruik word om probleme in wiskunde op te los en verskaf dikwels 'n maatstaf van die mate waarin leerders wiskunde werklik verstaan;

★ wanneer begripsvorming onvolledig plaasgevind het; dit wil sê, wanneer oordrag van leer nie toereikend plaasgevind het nie, word probleemoplossing in wiskunde geïnhibeer. Leerders sien in sulke gevalle nie maklik nie hoe begrippe met mekaar verband hou, en dus belangrik is vir die onderhawige probleemoplossing. Leerders sal in sulke omstandighede stellings en formules gebruik sonder om na te dink of dit in die spesifieke situasie toepaslik is of nie; en

★ holisties gesien, beïnvloed leerders se totale **studie-oriëntasie** in wiskunde hul probleemoplossingsvermoë en hul uiteindelijke prestasie in die vak waarskynlik betekenisvol.

Die voorgaande betoog onderstreep die behoefte aan 'n meetinstrument vir die meting van studie-oriëntasie in wiskunde (SOW).

5.2 DOEL MET DIE ONDERSOEK

Verskeie metodes word gebruik vir die evaluering van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde. Dit sluit observasie, die onderhoudmetode, die nagaan van skrifte, toetsing en eksaminering in. Die vraelysmetode word selde gebruik. Daar bestaan dus 'n behoefte aan 'n vraelys met goeie psigometriese eienskappe; een wat relatief min tyd in beslag sal neem, wat betroubare resultate sal lewer en wat maklik op groot groepe leerders toegepas sal kan word.

Madge & Van der Walt (1995) verwys na verskillende tipes toetsinterpretasie oor die algemeen. Die SOW is saamgestel met die oog daarop om enkele van hierdie aspekte van toetsinterpretasie, spesifiek in wiskunde, te bevorder:

- (i) Die vraelys moet in die eerste plek informasie verskaf oor verskillende aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde.
- (ii) Noukeurige ontleding van die vraelys behoort dit vir sielkundiges moontlik te maak om verklarings te vind vir die verskynsel dat sekere leerders 'n toereikende en ander leerders 'n minder toereikende studie-oriëntasie in wiskunde openbaar.
- (iii) Die hipotese moet bevestig word dat daar by die SOW, soos by die OSGH, 'n betekenisvolle verband bestaan tussen prestasie in die betrokke vraelys en akademiese prestasie in wiskunde, ten spyte daarvan dat die bruikbaarheid van hierdie tipe vraelys beperk word deur hul afhanklikheid van eerlike antwoorde deur leerders.
- (iv) Die vraelys moet 'n geheelbeeld verskaf ten einde sielkundiges in staat te stel om nie slegs leerders se studie-oriëntasie te evalueer nie, maar ook riglyne daar te stel vir die optimalisering van leerders se prestasie in wiskunde.

In 'n neutedop: matematisering, wat deur Volmink (1993:34) gedefinieer word as:

"a process which finds its origins in an active interaction with our world when we act purposefully and with awareness towards the achievement of certain goals ... a) understanding of the physical world and acting on it b) understanding and transforming the socio-political realities which impact on our lives c) creating new ideas, new perspectives, insights, images and symbols,"

behoort in betekenisvolle mate baat te vind by die ontwerp, evaluering en implementering van 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde wat segswaarde het vir alle moedertaalsprekende groepe in Suid-Afrika.

Die hoofdoel met die onderhawige studie is dus om 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde te ontwerp. Die gebruik van so meetinstrument behoort daartoe by te dra om leerders se probleemoplossingsvermoë en prestasie in wiskunde te optimaliseer.

'n Tweede doelwit is om die toepaslikheid van die SOW te bepaal. Subdoelstellings van die studie sluit dus in 'n vergelyking tussen die prestasies van die verskillende graad-, moedertaal- en geslagsgroepe. Om hierdie doelwit te bereik, sal statistiese prosedures (MANOVA, ANOVA en *post-hoc*-vergelings - vergelyking van die gemiddeldes) op die verskillende veranderlikes (**soos gemeet deur die velde¹ van die finale vraelys**) uitgevoer word om verskille te analiseer (Steyn, Smit, Du Toit & Strasheim, 1995). Prestasie in die volgende velde² geld vir die doel van hierdie studie dus as afhanklike veranderlikes:

- ★ Studiegewoontes in wiskunde;
- ★ Wiskunde-angs;
- ★ Studiehoudings jeens wiskunde; en
- ★ Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde (slegs Graad 10 en 11).

¹ Wanneer daar aanvanklik na die teorie van faktorontleding verwys word, word die term 'faktore' in hierdie studie gebruik. In alle verdere besprekings word daar egter, in ooreenstemming met die aanvaarde konvensie, verwys na die 'velde' van die SOW.

² Kyk: Hoofstuk Ses, paragraaf 6.2, vir 'n beskrywing van die velde.

As onafhanklike veranderlikes:

- ★ graad-;
- ★ moedertaal-; en
- ★ geslagsgroepe.

Met ander woorde, daar sal ondersoek ingestel word na verskille in die prestasies van die verskillende moedertaal-, geslags- en graadgroepe ten opsigte van die verskillende velde in die finale vraelys, te wete Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs, Studiehoudings jeens wiskunde, asook Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde.

'n Verdere doelwit van die onderhawige studie is om deur middel van regressie-analise die gesamentlike en aparte bydraes van die verskillende graad-, moedertaal³- en geslagsgroepe op prestasie in die velde van die finale vraelys te stel.

Die resultate van die studie sal gebruik word om aanbevelings te doen oor aspekte van die implementering van die Studie-oriëntasievraelys in wiskunde, as deel van 'n omvattende strategie vir die optimalisering van leerders se wiskundeprestasie.

5.3 NAVORSINGSONTWERP EN PROSEDURE: OPSTEL EN STANDAARDISERING VAN DIE STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE (SOW)

5.3.1 Algemeen: Toepassing van die voorlopige vraelys⁴ vir itemontleding en -seleksie

Die vraelys is deur sielkundiges van die onderwysdepartemente en voorligteronderwysers van skole aan die hand van standaardaanwysings toegepas. Die voorlopige vraelys is

³ Die term 'moedertaalgroepe' verwys in hierdie studie na drie onderskeibare groepe, te wete:
a) Afrikataalsprekendes wat die vraelys in Engels beantwoord het;
b) Engelssprekendes wat die vraelys in Engels beantwoord het; en
c) Afrikaanssprekendes wat die vraelys in Afrikaans beantwoord het.

⁴ Kyk: Paragraaf 5.3.4 vir 'n beskrywing van die wyse waarop die vraelys saamgestel is, asook van die struktuur daarvan.

by die meeste skole gedurende Augustus en September 1994 toegepas. By sekere skole het die toetsing egter eers teen die einde van die eerste kwartaal van 1995 plaasgevind.

5.3.2 Beplanning en trek van die steekproewe

Schepers (1992) lê klem daarop dat elke psigometriese toets op 'n gelykkansige en verteenwoordigende steekproef toegepas behoort te word met die oog op itemontleding.

Vir die doel van hierdie ondersoek is die populasie gedefinieer as alle leerders wat wiskunde neem in Graad 8 en 9, en in Graad 10 en 11 in openbare hoërskole van die destydse onderwysdepartemente van Gazankulu, KwaZulu, Lebowa, Venda, Bophuthatswana, Transkei, Ciskei, die Raad van Verteenwoordigers, Raad van Afgevaardigdes, die Volksraad en die Departement van Onderwys en Opleiding.

Daar is beplan om drie onafhanklike steekproewe te trek, naamlik 'n steekproef van Graad 8- en 9-leerders, 'n steekproef van Graad 10- en 11-leerders en 'n steekproef van Graad 9-leerders. Laasgenoemde steekproef sou gebruik word vir die bepaling van die voorspellingsgeldigheid van die vraelys. Die toetsafnemers was ook vir die trek van die steekproewe by die skole verantwoordelik. Aanwysings is aan die toetsafnemers verskaf om die verlangde aantal leerders te kies.

Die steekproewe is beplan aan die hand van die RGN se onderwysdatabasis vir 1991. Die databasis is saamgestel uit gegewens wat die destydse onderwysdepartemente aan die RGN verskaf het. Die gegewens bestaan uit die name van skole met hul beheer, inskrywings vir wiskunde, medium van onderrig, ensovoorts.

Ten einde te verseker dat elke belangrike deel van die populasie toereikend in die steekproef verteenwoordig is, is die populasie eers in strata of deelpopulasies verdeel. Die volgende strata is in ag geneem: beheer (onderwysdepartemente), medium van onderrig (Afrikaans of Engels) en gebied (stad of platteland).

5.3.3 Algemene bespreking van die steekproewe

Die steekproefneming is in twee stadia uitgevoer (Guy, Edgley, Arafat & Allen, 1987; Rea & Parker, 1992; Robson, 1995). Daar is eers 'n sekere getal skole (20) met seleksiewaarskynlikheid gelyk aan die grootte van die strata en skole gekies. Daarna is by elke gekose skool 'n bepaalde getal leerders op 'n sistematiese wyse gekies. Die metode van sistematiese steekproefneming kom daarop neer dat vanuit die eerste k steekproefeenhede (leerders) een ewekansig gekies word en dan elke k-de opeenvolgende steekproefeenheid totdat die vereiste getal steekproefeenhede gekies is. Alfabetiese naamlyste of klasregisters van leerders in die betrokke grade is vir die seleksie van die leerders in 'n skool gebruik.

Daar is beplan om 20 skole vir elk van die drie steekproewe te kies. By elke skool moes 30 leerders per graad getoets word, ongeag of dit 'n groot of klein skool was. Laasgenoemde het 'n gelykmaking van die totale seleksiewaarskynlikheid van al die steekproefeenhede meegebring deurdat groot skole, wat 'n groter kans gehad het om geselekteer te word, se steekproefeenhede nou 'n kleiner waarskynlikheid gehad het om gekies te word as die steekproefeenhede van die kleiner skole.

Dit was noodsaaklik om vir Afrikaans-, Engels- en Afrikataalsprekende leerders afsonderlik itemontleding uit te voer om te sien of die items vir al die groepe toepaslik is. Die getal leerders wat in hul moedertaal onderrig ontvang, naamlik in Engels of Afrikaans, was in verhouding egter baie minder is as die getal leerders wat nie in hul moedertaal onderrig ontvang nie, naamlik Afrikataalsprekende leerders. Daar is derhalwe besluit om 'n aantal bykomende skole vir die Raad van Verteenwoordigers, die Raad van Afgevaardigdes en die Volksraad te kies. Daar is nagenoeg twee keer meer skole uit hierdie onderwysdepartemente gekies as wat vereis word. Die totale getal skole wat uiteindelik gekies is, was dus 26 (in die geval van Graad 8 en 9) en 27 (in die geval van Graad 10 en 11).

In Tabelle 5.1 en 5.2 word 'n uiteensetting van die skoolbevolkingsverdeling en die gerealiseerde steekproewe vir Graad 8 en 9, en Graad 10 en 11 gegee.

Omdat daar by sommige onderwysdepartemente doelbewus meer leerders in die steekproewe ingesluit is, wyk die verdeling van die getal leerders wat getoets is af van die verdeling van die skoolbevolking van die onderwysdepartemente⁵. As gevolg van die afwykings in die gerealiseerde steekproewe was dit nie moontlik om die leerders heeltemal in verhouding uit die verskillende onderwysdepartemente te kies nie. Die Departement van Onderwys en Opleiding is by die Graad 8- en 9-, en Graad 10- en 11-steekproewe met respektiewelik 10% en 3% onderverteenvoortwoordig, terwyl die onderwysdepartemente van die selfregerende gebiede en Bophuthatswana effens oorverteenvoortwoordig is. Die afwykings ten opsigte van die ander onderwysdepartemente is klein (nagenoeg 2%). Die steekproewe wat vir normbepaling gebruik is, kan dus as verteenwoordigend van die teikenpopulasie beskou word en die normtabelle as toepaslik vir hierdie populasie.

TABEL 5.1: FREKWENSIES IN TERME VAN MOEDERTAAL- EN GRAADGROEPVERDELING

Taalgroep (Graad)	Frekwensies	%
8/9 Afr	494	16,4
8/9 Eng	231	7,7
8/9 Afrikatale	1016	33,7
Totaal Graad 8/9	1741	57,8
10/11 Afr	393	13
10/11 Eng	418	13,9
10/11 Afrikatale	461	15,3
Totaal Graad 10/11	1272	42,2
	3013	100

⁵ Kyk: Kolom 3 van Tabela 5.1 en 5.2

TABEL 5.2: SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 8 EN 9
 (PER ONDERWYSDEPARTEMENT)

Onderwys- departemente	% in skoolbevolking	Getal leerders getoets			
		Oorspronklike steekproef		Proporsionele steekproef	
		N	%	N	%
Raad van Afgvaardigdes	2,8	59	3,6	53	4,3
Bophuthatswana	6,2	149	8,5	111	9,5
Onderwys en Opleiding	24,7	173	9,9	173	14,0
Selfregerende gebiede	37,0	498	28,6	498	40,1
Transkei en Ciskei	9,1	90	5,2	90	7,3
Venda	2,7	94	5,3	74	5,9
Raad van Verteenwoordigers	8,1	354	20,3	106	8,5
Volksraad	9,4	324	18,6	129	10,4
TOTAAL	100	1741	100	1241	100

TABEL 5.3: SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 10 EN 11 (PER ONDERWYSDEPARTEMENT)

Onderwys-departemente	% in skoolbevolking	Getal leerders getoets			
		Oorspronklike steekproef		Proporsionele steekproef	
		N	%	N	%
Raad van Afgevaardigdes	8,1	210	16,6	83	4,3
Bophuthatswana	7,4	60	4,7	60	9,5
Onderwys en Opleiding	16,0	110	8,6	110	14,0
Selfregerende gebiede	27,2	173	13,6	173	40,1
Transkei en Ciskei	3,7	55	4,3	50	7,3
Venda	2,3	52	4,1	41	5,9
Raad van Verteenwoordigers	3,2	88	6,9	35	8,5
Volksraad	32,1	524	4,2	262	10,4
TOTAAL	100	1272	100	814	100

TABEL 5.4: SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 8 EN 9 (PER MOEDERTAALVERDELING)

Taalgroep	% in skoolbevolking	Getal leerders getoets	Proporsionele steekproef	% in proporsionele steekproef
Leerders nie in hul moedertaal getoets nie	79,8	1004	953	76,8
Leerders in hul moedertaal getoets	20,2	737	288	23,2
Totaal	100	1741	1241	100

TABEL 5.5: SKOOLBEVOLKINGSVERDELING EN DIE GEREALISEERDE STEEKPROEWE VIR GRAAD 10 EN 11 (PER MOEDERTAALVERDELING)

Taalgroep	% in skoolbevolking	Getal leerders getoets	Proporsionele steekproef	% in proporsionele steekproef
Leerders nie in hul moedertaal getoets nie	56,6	450	434	53,3
Leerders in hul moedertaal getoets	43,4	822	380	46,7
Totaal	100	1272	814	100

Al die leerders wat getoets is, se data is vir itemontledingsdoeleindes gebruik. Vir die bepaling van die normtabelle vir die vraelys is die volledige proporsionele steekproef gebruik.

5.3.4 Dataversameling: Struktuur van die vraelys

Die SOW is nie gebaseer op een spesifieke teorie nie. Soos in Hoofstukke Twee en Drie verduidelik, was die teoretiese vertrekpunte van probleemgesentreerde leer egter een van die hoekstene by die samestelling van die itempoel. Die teoretiese agtergrondstudie wat uitgevoer is in Hoofstukke Twee en Drie, het die wesensaspekte van studie-oriëntasie in wiskunde (uit 'n multi-dimensionele perspektief) aan die lig gebring. Die volgende addisionele bronne het 'n invloed op die keuse van items en struktuur van die SOW gehad:

- (i) *Die Opsomming van Studiegewoontes en -houdings (OSGH)* (Du Toit, 1981).
- (ii) *Die Learning and Study Strategies Inventory (LASSI)* (Weinstein, et al., 1987).
- (iii) *Die Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)* (Pintrich, et al., 1991).
- (iv) Informele studie-oriëntasievraelyste in wiskunde (Oosthuizen & Maree, 1993; Schminke, et al., 1978).
- (v) *Die Learning Style Profile* (Keefe & Monk, 1989).

'n Analise van die vraelyste toon dat die inhoud van al die voorgenoemde vraelyste, in 'n bepaalde mate, versoenbaar is met etlike beginsels van die probleemgesentreerde benadering tot die leer van wiskunde.

Enkele addisionele aspekte wat in ag geneem is by die samestelling van die finale itempoel, sluit in:

- ★ die onderrig- en leersituasie in wiskunde, spesifiek in die Suid-Afrikaanse situasie;
- ★ die inhoud van die items en die woorde wat daarin gebruik is, moes op so 'n vlak wees dat dit vir alle toetslinge verstaanbaar is; en
- ★ sommige van die toetslinge het min of geen ervaring van die probleemgesentreerde leerbenadering gehad nie.

Daar is aanvanklik vermoed dat die vraelys sewe verskillende velde kon beslaan. Soos in paragraaf 5.1 van Hoofstuk Vyf verduidelik, het 'n literatuurstudie die volgende sewe potensieële velde aan die lig gebring:

- (a) Studiegewoontes in wiskunde;
- (b) Wiskunde-angs;
- (c) Studiehoudings jeens wiskunde;
- (d) Probleemoplossingsingesteldheid jeens wiskunde;
- (e) Studiemilieu in wiskunde;
- (f) Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde; en
- (f) Inligtingsverwerking in wiskunde. Saamgegroepeer sou hierdie sewe velde dan 'n leerder se Studie-oriëntasie in wiskunde konstitueer.

5.3.4.1 Beoordeling van die items deur deskundige persone

Die voorlopige vraelys het, in die geval van Graad 8- en 9-leerders, uit 150 stellings bestaan, maar in die geval van Graad 10- en 11-leerders uit 165 stellings. Die stellings het betrekking op hoe individue voel of handel ten opsigte van aspekte van hul prestasies in wiskunde. Toetslinge word voor verskeie hipotetiese situasies gestel waarin hulle dan tussen verskeie alternatiewe die een moet kies wat met hul gevoel of waarskynlike optrede ooreenstem. Elke stelling moet aan die hand van 'n 5-puntskaal, naamlik byna nooit, soms, dikwels, gewoonlik of byna altyd beantwoord word. Sommige stellings is gunstig ten opsigte van die aspekte gestel en ander nie.

Die vraelys is aan 'n komitee van deskundiges by die RGN vir die beoordeling van die stellings voorgelê. By die beoordeling van stellings is daar onder andere gelet op duidelikheid, eenduidigheid, ondubbelsinnigheid, gebruik van woorde met presiese betekenis en die ekwivalensie van die Afrikaanse en Engelse stellings.

Aandag is ook geskenk aan die plasing van die stellings in bepaalde velde. Stellings wat na die oordeel van die komitee nie verband gehou het met die veld waarin dit geplaas is nie, is gewysig of by 'n ander meer toepaslike veld ingedeel.

Hierna het die opsteller die vraelys aan verskeie wiskundiges verbonde aan universiteite (Dr GF du Toit: die Universiteit van die Oranje-Vrystaat; Prof PEJM Laridon: die Universiteit van die Witwatersrand; Dr Al Olivier: die Universiteit van Stellenbosch; Prof J Strauss: die Randse Afrikaanse Universiteit; Dr DCJ Wessels: die Universiteit van Suid-Afrika) vir kommentaar voorgelê. Die vraelys is na aanleiding van die kommentaar verder aangepas.

5.3.4.2 Uittoetsing van die vraelys op 'n groepie toetslinge

Die vraelys is eerstens op 'n groep van 60 Graad 8-leerders in 'n swart skool toegepas om moontlike onduidelike aanwysings en items aan die lig te bring. Toetslinge is versoek om die nommers van items wat hulle nie verstaan het nie, te omkring en om sinsnedes en woorde wat hulle nie verstaan het nie, te onderstreep. Op grond van die toetslinge se reaksies ten opsigte van die items is die formulering van 'n aantal items verder gewysig.

5.4 DATAVERWERKINGSPROSEDURES

5.4.1 Hipoteses

Die hoofhipotese wat in hierdie studie ondersoek word, fokus op die regverdiging van die teoretiese raamwerk vir die SOW. Die subhipoteses sentreer in die algemeen om die verwantskappe tussen die prestasies van:

- (i) die verskillende moedertaalgroepe (Afrikataalsprekendes, Engelssprekendes en Afrikaanssprekendes);
- (ii) die verskillende graadgroepe (graad 8 en 9, en graad 10 en 11); en
- (iii) die twee geslagsgroepe (seuns en meisies),

in die verskillende velde (afhanklike veranderlikes) van die SOW.

Prestasie in die verskillende velde van die SOW funksioneer dus as afhanklike veranderlikes, terwyl graad, moedertaal en geslag as onafhanklike veranderlikes funksioneer.

5.4.1.1 Hoofnavorsingshipotese en statistiese prosedures om die hipotese te toets

Die hoofnavorsingshipotese wat in hierdie studie ondersoek word, is die volgende:

Die teoretiese velde van die SOW word deur faktorgeldigheid bevestig.

Die toetsing van die hoofhipotese berus veral op:

- ★ faktorontleding; en
- ★ itemontleding.

5.4.1.2 Eerste subhipoteses en statistiese prosedures om die hipoteses te toets

(i) Die eerste groep subhipoteses wat ondersoek word, is die volgende:

- ★ *die prestasies in die verskillende velde van die SOW van die verskillende geslagsgroepe verskil statisties betekenisvol van mekaar;*
- ★ *die prestasies in die verskillende velde van die SOW van verskillende moedertaalgroepe verskil statisties betekenisvol van mekaar; en*
- ★ *die prestasies in die verskillende velde van die SOW van die gesamentlike graadgroepe verskil statisties betekenisvol van mekaar.*

(ii) Die tegnieke wat gebruik word om hierdie subhipoteses te toets, berus hoofsaaklik op variansie-analise (meervoudige, asook enkelveranderlike variansieontleding) en die uitvoer van *post-hoc*-vergelykings. In die onderhawige geval is die *Least Squares Means*-tegniek (LSM) gebruik (Hays, 1994; Howell, 1992; Kirk, 1982).

5.4.1.3 Tweede subhipoteses en statistiese prosedures om die hipoteses te toets

(i) Die tweede groep subhipoteses wat ondersoek word, is die volgende:

Daar is 'n betekenisvolle verband tussen prestasies in die velde van die SOW (Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs, Studiehoudings jeens wiskunde, asook Totaaltellings) enersyds en prestasies in die Prestasietoets in wiskunde (Standaard 7) en die Diagnostiese toetse in wiskundige taal andersyds.

(ii) Tegnieke van korrelasie (Pearson se korrelasiekoëffisiënt en regressie-analise) (Howell, 1992; Huysamen, 1996; Sincich, 1993) word gebruik om die voorgenoemde hipoteses te toets.

5.4.2 Veranderlikes

Die veranderlikes wat vir die doel van hierdie ondersoek gebruik is, is die volgende:

5.4.2.1 Afhanklike veranderlikes

Dit sluit die volgende in:

(i) Graad 8- en 9-leerders se prestasie in die onderskeie velde van die SOW, te wete:

- ★ Studiegewoontes in wiskunde;
- ★ Wiskunde-angs; en
- ★ Studiehoudings jeens wiskunde.

(ii) Graad 10- en 11-leerders se prestasie in die onderskeie velde van die SOW, te wete:

- ★ Studiegewoontes in wiskunde;
- ★ Wiskunde-angs;
- ★ Studiehoudings jeens wiskunde; en

★ Lokus van Beheer.

(iii) Prestasie in:

★ die *Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)*; en

★ die *Diagnostiese toetse in wiskundige taal*.

5.4.2.2 Onafhanklike veranderlikes

Dit sluit die volgende in:

★ graad-;

★ moedertaal-; en

★ geslagsgroepe.

5.4.3 Standaardisering van die SOW

In die onderhawige geval is verskillende stappe gevolg om die SOW psigometries te evalueer. Die vraelys moes in die eerste plek oor geldigheid beskik.

5.4.3.1 Geldigheid

Schepers (1992) beklemtoon dit dat elke psigometriese toets teoreties goed gefundeer behoort te wees ten einde te voldoen aan die eise van inhoudsgeldigheid. 'n Toepaslike itemformaat behoort gebruik te word, terwyl alle items taalkundig goed versorg behoort te wees. Etlke stappe is gedoen om die inhoudsgeldigheid van die SOW bepaal.

(i) Algemeen

Huysamen (1980) en Van den Berg (1995) wys daarop dat inligting oor sowel kriteriumverwante geldigheid, inhoudsgeldigheid as konstruktorgeldigheid nodig is om te besluit of 'n bepaalde meetinstrument geskik is vir die doel waarvoor dit gebruik word.

Die geldigheid van 'n meetinstrument kan omskryf word as die mate waarin dit aan die gestelde doel beantwoord, of die mate waarin toetstellings aan hul doel beantwoord (Huysamen, 1996; Van den Berg, 1995). Die evaluering van 'n meetinstrument se geldigheid geskied dus altyd met betrekking tot 'n spesifieke gebruik daarvan. Aangesien 'n meetinstrument gewoonlik vir verskillende doeleindes opgestel word, moet die geldighede vir elkeen van die moontlike doeleindes waarvoor dit gebruik word, bepaal word. Dit kan 'n hoë mate van geldigheid vir een funksie hê en 'n lae mate van geldigheid vir 'n ander funksie. Dit is dus nie korrek om na **die** geldigheid van 'n toets te verwys nie. Madge (1981a) wys daarop dat dit meer van pas is om te praat van die bepaling van die geldigheid van die afleidings (of gebruik) wat van die meetinstrument se tellings gemaak word, eerder as van die geldigheidsbepaling van die meetinstrument as sodanig, terwyl Huysamen (1996:33) ook sê dit is meer gepas om te verwys na die geldigheid van 'n toets vir "*n bepaalde toepassing daarvan.*"

(ii) Inhoudsgeldigheid

Hoewel inhoudsgeldigheid hoofsaaklik op prestasietoetse betrekking het, is dit ook van toepassing op sowel ander kognitiewe as nie-kognitiewe toetse. In die geval van nie-kognitiewe toetse, byvoorbeeld persoonlikheids-, belangstellings- en studie-oriëntasievraelyste, word toetslinge voor verskeie hipotetiese situasies gestel waaruit hulle een moet kies wat met hul optrede of voorkeure ooreenstem. Die inhoudsgeldigheid van so 'n meetinstrument sal bepaal word deur die mate waarin die situasies wat gestel word verteenwoordigend is van die universum van sulke situasies wat oorweeg kan word (Huysamen, 1978). Inhoudsgeldigheid het betrekking op die inhoud van 'n meetinstrument en word nie in terme van 'n kwantitatiewe indeks uitgedruk nie. Dit is gegrond op die logiese analise van die inhoud en doelstellings van die meetinstrument deur deskundiges.

Die volgende stappe is gevolg om die inhoudsgeldigheid van die SOM te verseker:

- ★ 'n omvattende literatuurstudie oor die onderwerp is onderneem;
- ★ die bewoording en plasing van die items in velde is deur verskeie deskundige persone nagegaan; en
- ★ die itemveldkorrelasies is geëvalueer.

Cronbach (1971:457) lig die verskynsel dat hoë item-toetskorrelasies nie noodwendig inhoudsgeldigheid verseker nie, soos volg toe:

"Low item correlations do not necessarily imply failure of the test content to fit the definition. Indeed, if the heterogeneous, consistently high intercorrelations imply inadequate sampling ... when the test constructor routinely discards the items whose intercorrelations with the total score for the pool are low, he risks making the tests less representative of the defined universe."

Items kan teoreties hoog korreleer met mekaar (in 'n bepaalde veld), maar 'n ander konstruk (wat 'toevallig' hoog korreleer met 'n bepaalde veld) meet. Dan kom inhoudsgeldigheid ter sprake, en behoort 'n deeglike analise van die individuele items se inhoud 'n aanduiding te gee daarvan of items steeds in bepaalde velde tuishoort of nie.

(iii) Tweedens is stappe gedoen om die konstrukgeldigheid van die SOW bepaal.

Konstrukgeldigheid het te maak met die mate waarin die meetinstrument die teoretiese konstruk(-te) meet wat dit veronderstel is om te meet. Vir die bepaling van die konstrukgeldigheid is dit dus noodsaaklik dat die konstruk(-te) wat die meetinstrument voorgee om te meet, geïdentifiseer en duidelik omskryf sal wees.

Wat die konstrukgeldigheid van hierdie vraelys betref, word daar hier hoofsaaklik gefokus op die interne struktuur van die vraelys, naamlik oor die onderlinge verband tussen die items (homogeniteitskoëffisiënte) en tussen velde (faktorontleding).

Huysamen (1980:106) sê die volgende in verband met faktorontleding:

"Wanneer 'n faktorontleding uitgevoer word om konstrukgeldigheid te ondersoek, word 'n bevestigende faktorontleding eerder as 'n eksploratiewe een vereis ... Konstrukgeldigheid wat deur middel van faktorontledingsmetodes ondersoek word, word gewoonlik na verwys as faktoriale geldigheid."

(a) Faktorontleding

Faktorontleding word gewoonlik gebruik as tegniek vir die bepaling van konstrugeldigheid. Met hierdie tegniek word 'n klein aantal teoretiese konstrukte of faktore geïdentifiseer wat vir die korrelasies tussen 'n groot aantal veranderlikes verantwoordelik is (Huysamen, 1980). Daar word van 'n faktor gepraat wanneer 'n groep veranderlikes om een of ander rede 'n aantal ooreenkomste toon. Korrelasietegnieke word gebruik om hierdie verwante veranderlikes te identifiseer. 'n Faktor kan dus beskou word as die eindproduk van 'n groep veranderlikes wat 'n bepaalde eienskap in gemeen het (Roos, 1995). Om uit te vind of 'n groep veranderlikes iets in gemeen het, is dit nodig om die aard van die korrelasies tussen elke paar veranderlikes te meet. Child (1970:8) beskryf faktorontleding as:

"the dual task of simplification based on a mathematical model, followed by an evaluation based on a psychological model, which would add meaning relevant to his (the behavioral scientist's) purposes."

Carson & O'Dell (1978:27-28) som die primêre doel met faktorontleding soos volg op:

"In short, the basic problem is that of deciding what the precise, smaller number of factors will be that will be required to account for the larger number of variables or factors ... there is no definitive way to solve this problem, but there are many approximations or guesses that are used to make the decision. Then, once one has determined how few factors one can get away with, the remaining problem is that of the relationship of the smaller number of factors to the larger number of descriptors. These two problems - (1) finding out how few factors are needed to account for the larger number of variables, and (2) finding the relationship of the larger number of variables to the smaller number of factors - are the two basic problems that must be solved in any factor analysis."

Die doel van faktorontleding is dus tweeledig (Schepers, 1992). Enersyds is die doel daarvan om die faktorstruktuur van toetse te bepaal, met ander woorde, om die

onderliggende konstrunkte van toetse te bepaal sodat meer inligting in verband met hierdie toetse verkry kan word. Andersyds is die doel van faktorontleding die beskrywing van toetslinge aan die hand van enkele faktortellings.

Child beklemtoon ook die volgende belangrike aspekte van faktorontleding (1990:2;3;7):

"When a group of variables has, for some reason, a great deal in common a factor may be said to exist. These related variables are discovered using the technique of correlation We are now more cautious in ascribing cause-effect relationships between variables The important difference between exploratory and confirmatory analysis is that in the former one is trying to discover structure in the variables used, whilst in the latter one chooses variables to confirm a predetermined structure ... (however) The distinction between testing and creating hypotheses in factor analysis is not very sharp."

Vir die faktorontledings om die konstrugeldigheid van die SOW te bepaal, is beide die SAS-rekenaarstelsel (SAS, 1990) en die BMDP4M-rekenaarprogram (Dixon, Brown, Engelman & Jennrich, 1993) gebruik.

Die eerste faktorontleding is met 'n SAS-rekenaarstelsel (SAS PROC FACTOR) met 'n *varimax*-rotasie uitgevoer op al 150 items (Graad 8 en 9) en 165 items (Graad 10 en 11) van die SOW. Hooffaktorontledings met *varimax*-rotasie is op al die items uitgevoer. 'n Scree-toets (-plot) het aangedui dat daar waarskynlik onderskeidelik drie of vier faktore (Graad 8 en 9) en vier of vyf faktore (Graad 10 en 11) teenwoordig is. Die getal faktore is met behulp van Kaiser se kriterium (Child, 1990) vasgestel. Volgens hierdie kriterium word slegs faktore met eiewaardes groter as een as gemeenskaplike faktore beskou. Die uitvoer van die *varimax*-rotasie was dus daarop afgespits om 'n screeplot te verskaf wat sou help om die aantal velde te onttrek, of te bepaal hoeveel velde daar is.

Vyf verdere opeenvolgende faktorontledings is hierna uitgevoer op die items verbonde aan die drie velde (in die geval van Graad 8 en 9) en vier velde (Graad 10 en 11) soos geïdentifiseer deur die eerste faktorontleding, deur gebruik te maak van die BMDP4M-rekenaarprogram met die *direct quartimin*-rotasiemetode (Cureton & D'Agostino, 1983).

Die rede hiervoor is dat hierdie rotasie ten beste geskik is vir die data-ontleding wat verwag word, in die sin dat dit waarskynlik daartoe bydra om die velde eenduidig te identifiseer (Browne, 1992).

Na afloop van elk van die opeenvolgende faktorontledings wat uitgevoer is, is bepaalde items met bepaalde velde geassosieer. Sekere items is vervolgens weggelaat en die oorblywende items is aan 'n volgende faktorontleding onderwerp. Hierdie proses van 'faktorverfyning' (verfyning van die geïdentifiseerde velde) is dus herhaal totdat die velde eenduidig geïdentifiseer kon word.

Daar is deurgaans probeer om vas te stel watter items van die SOW hoog laai op die velde (konstrukte) wat gemeet moet word. In die besluitneming of 'n item weggelaat moet word, is gekyk na die faktorladings (lading van die items op die velde), maar ook na die inhoud van die items. Die kriteria wat gebruik word vir die interpretasie van die faktormatriks, is Child (1990) se arbitrêre kriterium van 0,30 ten opsigte van faktorladings: "*this is quite a rigorous level.*" (Child, 1990:39). In 'n poging om soveel items moontlik te behou, is besluit om items met ladinge in die omgewing van 0,30 te behou en 'n klein variasie toe te laat. Items wat op meer as een konstrukte gelaai het, is weggelaat wanneer die lading min of meer dieselfde op die twee konstrunkte was. In gevalle waar 'n bepaalde item wel op twee of meer velde gelaai het, maar waar so 'n item beduidend sterker op een van die velde gelaai het, is die item by daardie veld ingesluit.

5.4.3.2 Itemontleding

Itemontleding is per veld uitgevoer op die finale 90⁶ items (Graad 10 en 11) en 77 items (Graad 8 en 9), met behulp van ITEMANTM ver 3.50 (ITEMANTM, 1993) (gecorrigeerde⁷ itemdiskriminasiewaardes word in Hoofstuk Ses verskaf). In die onderhawige studie word die siening van outeurs soos Huysamen (1996) en Owen (1995), wat daarop wys dat items

Kyk: Hoofstuk Ses, paragraaf 6.2.2.1

Die gebruik van gekorrigeerde diskriminasiewaardes kom neer op 'n 'suiwerder' metode, in die sin dat 'n bepaalde item uit 'n bepaalde toets gehaal word wanneer daardie item se **gecorrigeerde** diskriminasiewaarde bereken word. Dit verskaf dus 'n akkurate aanduiding van die item se korrelasie met 'n bepaalde toets (Owen, 1995).

met diskriminasiewaardes laer as 0,20 verkieslik nie in 'n toets ingesluit behoort te word nie, toegepas.

Itemontleding het per totale groep, asook op die ses groepe gevorm deur taal en graad, geskied. Itemveldkorrelasies is gebruik om te sien of items wel in bepaalde velde tuis hoort.

Die interkorrelasies van die verskillende velde is per taal bereken vir elk van die twee graadgroepe, asook vir die graadgroepe oor die geheel.

5.4.3.3 Betroubaarheid

Die betroubaarheid van 'n sielkundige toets kan oor die algemeen omskryf word as die mate waarin dit konstant meet, wat dit ook al meet (Owen, 1995). In die besonder verwys betroubaarheid na die konstantheid van die tellings behaal deur dieselfde individue by dieselfde of by verskillende toetsgeleenthede met dieselfde of met verskillende stelle ekwivalente items. Die betroubaarheid van 'n toets dui aan hoeveel vertrouwe daar in 'n bepaalde telling van die toets geplaas kan word. Dit is dus noodsaaklik dat die peil van betroubaarheid van 'n toets of vraelys bekend sal wees.

Owen (1995) beklemtoon dit dat die doel waarvoor 'n toets gebruik word, 'n deurslaggewende rol speel by die evaluering van die aanvaarbaarheid van 'n bepaalde toets se betroubaarheidskoeffisiënt. Volgens Nunnally (1978) en Owen (1995) kan 'n instrument met 'n betroubaarheidskoeffisiënt van ongeveer 0,60 to 0,65 nuttige inligting lewer, mits die toetsresultate met die nodige versigtigheid en kundigheid hanteer word. Dit is veral by persoonlikheidstoetse nie altyd moontlik om toetse op te stel wat so betroubaar is as wat toetsopstellers dit graag sou wou hê nie. Huysamen (1996:30) sê dat selfs koeffisiënte van 0,65 aanvaarbaar kan wees "*indien beslissings oor groepe vereis word.*"

In die geval van die SOW is daar 'n keuse van vyf antwoordmoontlikhede. In gevalle soos hierdie word betroubaarheid geskat met behulp van Cronbach se koeffisiënt alpha (α) (Howell, 1992; Sincich, 1993). Die betroubaarheid van die aangepaste velde is dan ook

in die onderhawige geval met Cronbach se alpha-koëffisiënt bepaal. Betroubaarheidskoëffisiënte is vir die vraelys oor die geheel vir Graad 8 en 9, en vir Graad 10 en 11 afsonderlik bepaal, asook vir die taalgroepe afsonderlik.

5.4.3.4 Itemsydigheid

Verskeie navorsers spreek die mening uit dat kultuur 'n kleiner rol by etlike toetse speel as wat dikwels vermoed word (Cronbach, 1990; Owen, 1987). Kline (1983:340) laat hom soos volg in hierdie verband uit:

"if the factor loadings of tests have been shown to be similar across cultures, then all the objections to tests which have been made by cross-cultural researchers are silenced. For identity rules out error and thus questions of conceptual or metric equivalence become irrelevant, as do all other potential sources of error in cross-cultural measurement ... Nevertheless, ... we do not mean that all cross-cultural testers have to do is to factor their tests in all their cultures."

In die geval van die SOW moes sydigheid in items ten opsigte van taal, geslag, ras en sosio-ekonomiese milieu beperk word. Etlke stappe is uitgevoer om die komplekse aangeleentheid van itemsydigheid te probeer hanteer. So is daar gebruik gemaak van terugvertaling, die komiteeëbenadering en eksperimentele voorttoetsing, soos voorgestel deur onder meer Brislin (1986) en Oakland (1977). Die doel hiervan was om die SOW sowel in Afrikaans as in Engels aan die verskillende moedertaalgroepe te bied, met behoud van dieselfde idees oor linguistiese grense heen.

Die kruiskulturele ekwivalensie van die SOW is verder verken deurdat die interne struktuur daarvan met behulp van ondersoekende faktorontledings, vergelyking van itemontledings, asook berekening van betroubaarhede en korrelasies ondersoek is (Cudeck & Claassen, 1983; Kline, 1983; Retief, 1988).

5.4.3.5 Normtabelle

Onverwerkte tellings kan na verskeie tipes afgeleide tellings of normpunte herlei word. Vir hierdie vraelys word van persentielrange as normpunte gebruik gemaak, omdat dit algemeen in die interpretasie van sielkundige toetse of vraelyste gebruik word en maklik interpreteerbaar is. Die normpunte is bepaal deur die verdelings van die onverwerkte tellings vir die verskillende velde en vir die totale vraelys in kumulatiewe proporsies om te sit en hierdie kumulatiewe proporsies te gebruik om die persentiele af te lees. Met behulp van die kumulatiewe persentasies is die persentielrange bepaal (Ghiselli, Campbell & Zedeck, 1981; Howell, 1992; Huysamen, 1996).

'n Persentielrang dui individue se relatiewe posisie of rang in die normgroep aan in terme van die persentasie individue wat laer tellings as hulle behaal het. As 'n Graad 9-toetsling se onverwerkte totaalstelling in die vraelys byvoorbeeld met 'n persentielrang van 74 ooreenkom, beteken dit dat hierdie leerder 'n hoër telling as 74 persent van die leerders in die normgroep behaal het. Anders gestel, 'n persentielrang van 74 dui aan dat 74 persent van die normgroep laer tellings as die onderhawige telling behaal het. Persentielrange strek van 1 tot 100.

Die belangrikste voordele van persentielrange is dat dit maklik interpreteerbaar is, dat dit met een oogopslag 'n aanduiding van die relatiewe posisie van 'n individu in die normgroep gee en dat dit nie afhanklik is van aannames ten opsigte van die verspreiding van die eienskap of tipiese gedrag in die bevolking nie. 'n Belangrike nadeel van die persentielrang is dat dit 'n rangordeskaal is en derhalwe nie vir die berekening van statistieke soos gemiddeldes en standaardafwykings geskik is nie.

Die persentielrange vir die SOW is gebaseer op die resultate van die proporsionele steekproef wat verkry is uit die toepassing van die vraelys soos in paragraaf 5.3 beskryf.

Omdat die steekproef vir die Graad 8- en 9-leerders alle Graad 8- en 9-leerders op hoërskool verteenwoordig en die steekproef vir die Graad 10- en 11-leerders slegs leerders in hierdie grade verteenwoordig wat wiskunde neem, is afsonderlike normtabelle vir die twee graadgroepe bepaal. Normtabelle word vir die verskillende velde

afsonderlik en vir die totale vraelys voorsien. Die normtabelle vir Graad 8- en 9-leerders verskyn in Tabel 6.14 en dié vir Graad 10- en 11-leerders in Tabel 6.15. Die eerste en laaste kolomme dui die persentielrange aan en die ander kolomme die onverwerkte tellings.

Die verskille wat tussen die gemiddeldes van verskillende subpopulasies gevind is, was in die reël baie klein en kon gewoonlik aan die hand van omgewingsveranderlikes verklaar word. Een stel normtabelle word dus verskaf vir leerders in Graad 8 en 9 enersyds en een stel vir leerders in Graad 10 en 11 andersyds.

5.4.4 Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW te bepaal

5.4.4.1 Beskrywende statistiek

Vir elk van die drie onafhanklike veranderlikes is die volgende met behulp van die standaard-SAS-prosedure bepaal:

- (i) rekenkundige gemiddeldes;
- (ii) standaardafwyking;
- (iii) skeefheid; en
- (iv) kurtose.

Hierdie beskrywende maatstawwe word in Hoofstuk Ses in tabelvorm weergegee

5.4.4.2 Variansie-analise

Variansie-analise is uitgevoer om die verskille tussen die onderskeie veranderlikes se rekenkundige gemiddeldes verder te ondersoek. Variansie-analise word gebruik om die verband tussen veranderlikes te ondersoek, terwyl die effek van steuringsveranderlikes statisties beheer word. Du Toit (1985:261) stel dit soos volg:

"Met die F-toets word al die gemiddeldes gesamentlik in een bewerking getoets vir die teenwoordigheid van moontlike beduidende verskille."

Met die uitvoer van die eenrigting variansie-analise is slegs dié veranderlikes gebruik wat gesamentlik betekenisvol tussen die verskillende taal-, geslags- en graadgroepe gediskrimineer het.

Variansie-analisetegnieke is in die onderhawige geval gebruik om vas te stel waar betekenisvolle verskille tussen taal-, geslags- en graadgroepe lê. Eerstens is 'n MANOVA (meervoudige variansieontleding) uitgevoer ten einde te bepaal of groepe betekenisvol van mekaar verskil ten opsigte van die drie velde (Graad 8 en 9) of vier velde (Graad 10 en 11) gesamentlik; dit wil sê, hoe verskil die groepe ten opsigte van studie-oriëntasie oor die geheel. Wilks se Lambda, Pillai se Spoor, Hotelling-Lawley se Spoor en Roy se Grootste Wortel is gebruik as kriteria (Howell, 1992; SAS, 1990). Waar die MANOVA statisties betekenisvolle verskille uitgewys het, is daar verder ondersoek ingestel in 'n poging om te bepaal ten opsigte van watter individuele velde (enkelveranderlikes) groepe betekenisvol verskil. Met behulp van LSM is bepaal watter groepe statisties betekenisvol van mekaar verskil ten opsigte van die afsonderlike velde.

Waar F-waardes betekenisvol was op die 5%-peil, is van *post-hoc*-vergelykings gebruik gemaak (in die onderhawige geval die LSM-tegniek) om vas te stel tussen watter groepe se gemiddeldes die verskille betekenisvol is.

Die ontledings is gedoen met behulp van die GLM-prosedure van die SAS-rekenaarstelsel en die 5 %-beduidendheidspeil word vir interpretasiedoeleindes gebruik.

5.4.4.3 *Post-hoc*-vergelykings

Hurlburt (1994:281) beskryf *post-hoc*-toetse as:

"hypothesis tests performed after a significant ANOVA to explore which means or combinations of means differ from each other."

Post-hoc-vergelykings (vergelyking van gemiddeldes) wat met behulp van LSM bepaal sal word, volg op 'n algemene F-toets van die verskille tussen die gemiddeldes van drie

of meer veranderlikes (Hays, 1994). Hays (1994:454) regverdig die gebruik van *Post-hoc*-vergelings soos volg:

"Even though tests for planned comparisons form a useful technique in experimentation, it is far more common for the experimenter to have no special questions to begin with. Initial concern is to establish only that some real effects or group differences do exist in the data. Given a significant overall F test, the task is then to explore the data to find the source of these effects and to try to explain their meaning. In particular, when comparisons are suggested by the data themselves, these are called "posterior" or "post-hoc" comparisons."

Wanneer 'n beduidende F-toetstelling dus verkry is, dit wil sê, wanneer die F-toets aangedui het dat daar beduidende verskille binne die versameling van gemiddeldes bestaan, moet die data ondersoek word om die bron van hierdie effekte te vind, asook om die betekenis daarvan te verduidelik. Wanneer vergelykings deur die data self gesuggereer word, heet dit *post-hoc*-vergelings.

5.4.4.4 Kriteriumverwante geldigheid: Pearsonkorrelasies

Kriteriumverwante geldigheid gee 'n aanduiding van die akkuraatheid waarmee die tellings wat deur middel van 'n meetinstrument verkry is, tellings in 'n kriterium voorspel (Madge, 1982). In hierdie kategorie kan tussen twee soorte geldigheid onderskei word, naamlik saamvallende en voorspellingsgeldigheid. Beide verwys na die verband tussen toetstellings en 'n spesifieke veranderlike en die akkuraatheid waarmee die tellings wat in die toets behaal is, die relatiewe posisie van die individu op die veranderlike voorspel. Die korrelasie tussen die toetstellings en die tellings wat op 'n relevante kriterium van die betrokke veranderlike behaal is, word bereken. Hierdie korrelasiekoëffisiënt of geldigheidskoëffisiënt kan as 'n statistiese indeks van die geldigheid van die toets beskou word. Nunnally (1978) beweer dat dit onrealisties is om buitengewoon hoë korrelasiekoëffisiënte te verwag. Koëffisiënte van 0,20 en hoër kan volgens Anastasi (1976) betekenisvol wees.

Die kriteria wat meetinstrumente voorspel, verskaf ook 'n aanduiding van die aard van die konstruk(-te) wat die instrument meet. Die gegewens van kriteriumverwante geldigheidstudies kan dus ook relevante inligting vir die evaluering van konstrukgeldigheid verskaf. In die volgende paragraaf word inligting oor die kriteriumverwante geldigheid van die vraelys gegee.

Die saamvallende geldigheid van die SOW verwys na die mate waarin die skaal tussen leerders onderskei wat ten opsigte van akademiese gedrag in wiskunde verskil. Vanweë praktiese oorwegings is die *Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)*, asook die *Diagnostiese toetse in wiskundige taal* op Graad 9-leerders toegepas en as kriterium gebruik vir die bepaling van saamvallende geldigheid⁸.

(i) *Diagnostiese toetse in wiskundige taal* (Barnard, 1990)

Die doel met hierdie toetse is om diagnostiese hulpmiddels in basiese wiskunde daar te stel aan die hand waarvan leemtes of gebreke ten opsigte van kennis en begrip van wiskundige terminologie bepaal kan word. Die basiese aanname is dat daar sekere terme is wat alle leerders moet ken en verstaan. Sonder hierdie verwysingsraamwerk kan vordering in wiskunde nie gemaak word nie.

(ii) *Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)* (De Kock, 1993)

Hierdie toets bestaan uit 30 veelkeusige tipe items (vrae) in wiskunde, afkomstig uit die Nasionale Itembank vir Wiskunde wat deur die RGN in stand gehou word. Hierdie items is dus gestandaardiseer op die breë bevolking van Suid-Afrika deurdat daar in die eksperimentele fase van 'n verteenwoordigende steekproef van die land se bevolking gebruik gemaak is. Hierdie toets het ten doel om die algemene peil van kennis en begrip van wiskunde in Graad 9 te toets en kan dus beskou word as 'n Prestasietoets in wiskunde op Graad 9-vlak. Daar is probeer om die toets só saam te stel dat die inhoud daarvan verteenwoordigend van die Kernsillabus van wiskunde: Graad 9, soos van toepassing in

⁸ Slegs die Afrika- en Afrikaanssprekende leerders se resultate word gerapporteer, aangesien die steekproef Engelse leerders vanweë omstandighede buite die beheer van die navorser te klein was om sinvolle afleidings moontlik te maak.

1993 (steeds in gebruik in 1997), sal wees in soverre dit moontlik is met 'n beperkte getal items (30). Daar is ook gepoog om items met 'n diskriminasiewaarde hoër as 0,20 te gebruik.

In Hoofstuk Ses word die Pearsonkorrelasies tussen prestasies in die velde Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs, Studiehoudings jeens wiskunde en die *Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)*, asook die *Diagnostiese toetse in wiskundige taal* verskaf. Pearson se produkmomentkorrelasiekoëffisiënt is met behulp van die SAS-rekenaarsel (PROC CORR) bereken.

5.4.4.5 Regressie-analise

By die berekening van 'n enkelvoudige korrelasiekoëffisiënt word een veranderlike met 'n tweede gekorreleer. Meervoudige regressie-analise is 'n uitbreiding hiervan (Hurlburt, 1994; Robson, 1995). Met behulp van hierdie tegniek word 'n meervoudige korrelasiekoëffisiënt tussen een maatstaf (afhanklike veranderlike) en twee of meer sielkundige voorspellers (onafhanklike veranderlikes) bereken. Met ander woorde, die gesamentlike en aparte bydraes van twee of meer onafhanklike veranderlikes op die afhanklike veranderlike word vasgestel. Meervoudige regressie 'verklaar' as 't ware die variasie in die afhanklike veranderlike deur die relatiewe bydraes van twee of meer onafhanklike veranderlikes daartoe vas te stel. In die onderhawige geval word die velde Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs en Studiehoudings jeens wiskunde as onafhanklike veranderlikes (voorspellers) gebruik en is prestasie in die *Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)*, asook prestasie in die *Diagnostiese toetse in wiskundige taal* die afhanklike veranderlikes.

5.5 SAMEVATTING

In 'n poging om die algemeen gestelde navorsingshipoteses te toets, naamlik om te toets of die teoretiese velde van die SOW deur faktorgeldigheid bevestig word; om die toepaslikheid van die SOW te bepaal; en om die gesamentlike en aparte bydraes van die verskillende graad-, moedertaal- en geslagsgroepe op prestasie in die velde van die finale vraelys te stel, word die volgende prosedure gevolg:

- (i) Eerstens word die steekproewe geselekteer.
- (ii) Tweedens word die wyse waarop die SOW se items gegenerer is, bespreek.
- (iii) Derdens word die navorsingshipoteses en die aard van die veranderlikes bespreek.
- (iv) Die stappe wat gedoen is om die geldigheid van die SOW te verseker, word hierna verduidelik.
- (v) 'n Bespreking van die aard van die itemontleding (met behulp van ITEMANTM, per totale groep, asook op die ses groepe gevorm deur taal en graadgroep) is volgende aan die beurt.
- (vi) Die betroubaarheid van die verskillende velde van die SOW word hierna bepaal.
- (vii) Die moontlikheid van itemsydigheid word vervolgens ondersoek.
- (viii) Normtabelle vir die verskillende velde afsonderlik, en vir die vraelys oor die geheel, word bereken. Die normpunte word bepaal deur die verdelings van die onverwerkte tellings vir die verskillende velde en vir die totale vraelys in kumulatiewe proporsies om te sit en hierdie kumulatiewe proporsies te gebruik om die persentiele af te lees. Met behulp van die kumulatiewe persentasies is die persentielrange bepaal.
- (xi) Die beskrywende statistiek (in Hoofstuk Ses weergegee) word verduidelik. Dit sluit in gemiddeldes, standaardafwykings, skeefheid en kurtose per:
 - ★ graad-;
 - ★ graad- en geslags-;
 - ★ geslags-;
 - ★ graad- en taal-; en
 - ★ taalgroep afsonderlik.
- (xi) Variansie-analises word hierna uitgevoer op die veranderlikes wat beduidend tussen die groepe verskil.
- (xii) Post-hoc-vergelykings (vergelyking van gemiddeldes) word bereken om die bron van verskille te vind en die betekenis daarvan te verduidelik.
- (xiii) Pearsonkorrelasies word nou bereken ten einde die kriteriumverwante geldigheid van die SOW te bepaal.
- (xiv) Regressie-analise word laastens uitgevoer om die gesamentlike en aparte bydraes van die onafhanklike veranderlikes op die veranderlikes vas te stel.

HOOFSTUK 6

RESULTATE EN BESPREKING

6.1 INLEIDING

Die resultate van die onderhawige studie word in hierdie hoofstuk weergegee en voorlopig geïnterpreteer. Die bespreking sal soos volg geskied:

- ★ In die eerste plek word die resultate van die finale faktorontleding weergegee, asook 'n kort beskrywing van, en rasionaal vir, elke veld van die SOW.
- ★ Daarna word die resultate van die finale itemontledings verskaf. Die interkorrelasies tussen die verskillende velde word gegee en bespreek.
- ★ Dan volg 'n bespreking van die betroubaarheid van die verskillende velde van die SOW.
- ★ Die moontlikheid van itemsydigheid word hierna kortliks ondersoek.
- ★ 'n Bespreking van die normtabelle volg hierop.
- ★ Die gemiddeldes, standaardafwykings, skeefheid en kurtose word nou weergegee.
- ★ Die resultate van die variansie-analises wat uitgevoer is, asook die resultate van die *post-hoc*-vergelykings, word daarna bespreek.
- ★ Aspekte van die SOW se kriteriumverwante geldigheid word ten slotte bespreek.

6.2 DATAVERWERKING: STANDAARDISERING VAN DIE SOW

6.2.1 Bepaling van die SOW se konstruktiewe geldigheid: Faktorontleding

Die resultate van die finale faktorontleding word op die volgende bladsye weergegee, waarna 'n kort bespreking van, en rasionaal vir, elke veld van die SOW volg.

TABEL 6.1: FINALE FAKTORONTLEDING OP DIE SOW: GRAAD 8 EN 9

GEROTEERDE FAKTORLADINGS: GRAAD 8 EN 9				
Itemnommer: Oorspronklike vraelys	Itemnommer in lys van gekorrigeerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.3)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings
81	67	0,291	0,077	0,480
111	73	0,250	0,066	0,453
121	68	0,267	0,077	0,474
32	75	0,286	0,052	0,413
52	74	0,173	0,124	0,489
92	1	0,389	0,023	0,000
102	2	0,444	-0,014	0,188
112	76	0,233	-0,051	0,269
122	77	0,198	0,058	0,314
33	39	0,078	0,468	-0,144
63	40	0,101	0,501	-0,036
73	41	0,088	0,475	-0,090
83	42	-0,015	0,535	0,001
93	43	-0,052	0,506	0,184
103	44	0,038	0,409	0,096
113	45	-0,077	0,553	0,144
123	46	0,053	0,478	0,030
133	47	0,073	0,466	-0,168

Itemnommer: Oorspronklike vraelys	Itemnommer in lys van gekorreerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.3)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings
143	48	-0,077	0,535	0,053
24	69	0,236	0,019	0,285
64	3	0,425	0,026	0,096
74	4	0,482	0,161	0,202
134	49	0,209	0,416	-0,247
144	5	0,428	0,015	0,150
5	6	0,477	0,143	0,069
15	70	0,165	0,092	0,417
25	71	0,086	-0,048	0,504
35	7	0,507	0,150	0,059
65	50	0,222	0,458	-0,019
85	8	0,429	0,008	-0,076
105	72	0,261	-0,028	0,390
125	51	0,108	0,473	-0,048
135	9	0,640	-0,013	-0,137
145	10	0,363	0,052	0,318
6	11	0,448	0,076	-0,002
16	52	0,043	0,409	-0,077
26	53	-0,018	0,398	0,049
56	12	0,505	-0,044	0,074
86	13	0,385	0,089	0,213

Itemnummer: Oorspronklike vraelys	Itemnummer in lys van gecorrigeerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.3)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings
126	14	0,367	0,003	0,223
136	15	0,451	-0,053	-0,031
7	16	0,383	0,137	0,163
17	17	0,481	0,199	0,087
47	18	0,462	0,031	-0,106
57	19	0,574	0,061	-0,012
67	20	0,519	-0,007	0,016
87	21	0,489	0,102	0,173
97	54	0,032	0,453	-0,096
107	22	0,441	0,121	0,125
127	23	0,518	-0,087	-0,209
147	24	0,465	0,097	-0,010
28	25	0,517	-0,028	-0,181
38	26	0,511	0,099	0,032
48	27	0,391	0,082	0,159
58	28	0,426	0,010	0,060
68	29	0,646	-0,031	-0,160
88	30	0,435	0,100	0,082
108	55	0,024	0,387	-0,157
118	56	-0,060	0,411	0,219
138	31	0,371	0,073	0,132

Itemnommer: Oorspronklike vraelys	Itemnommer in lys van gekorreerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.3)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings
148	32	0,458	-0,081	-0,089
9	57	0,188	0,369	-0,216
19	33	0,402	-0,093	-0,062
49	35	0,344	-0,088	0,106
69	36	0,598	-0,066	-0,133
79	58	0,199	0,409	-0,117
89	59	-0,113	0,437	0,166
109	37	0,295	-0,093	0,135
139	38	0,373	-0,083	0,107
149	34	0,391	-0,069	0,167
10	60	-0,068	0,425	0,123
20	61	0,107	0,500	-0,077
70	62	-0,173	0,376	0,054
90	63	-0,106	0,523	0,181
110	64	-0,050	0,432	0,062
130	65	-0,178	0,407	0,054
140	66	-0,154	0,512	0,150
EIEWAARDES		12,486	6,033	2,882
Persentasie variasie in die vektorruimte wat verklaar word		15,27	6,85	2,81

Die eiewaardes van die hoofkategorie is almal groter as 1 en dié faktore kan dus geïnterpreteer word.

TABEL 6.2: FINALE FAKTORONTLEDING OP DIE SOW: GRAAD 10 EN 11

GEROTEERDE FAKTORLADINGS: GRAAD 10 EN 11					
Itemnommer: Oorspronklike vraelys	Itemnommer in lys van gekorrigeerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.4)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings	Faktor 4: Lokus van Beheer
11	78	0,122	0,074	0,029	0,423
31	79	0,009	0,269	-0,023	0,402
51	80	0,052	-0,113	0,187	0,292
81	67	-0,011	0,019	0,687	-0,080
111	73	-0,095	0,002	0,725	-0,061
121	68	-0,134	0,021	0,807	-0,057
32	75	0,222	-0,001	0,481	-0,120
42	82	0,023	0,037	0,194	0,484
52	74	0,071	0,145	0,325	0,277
72	83	0,028	0,042	0,182	0,292
92	1	0,377	0,110	0,069	-0,081
102	2	0,411	-0,030	0,236	-0,076
112	76	0,108	-0,022	0,323	0,028
122	77	0,210	-0,017	0,258	0,094
33	39	0,036	0,484	0,044	-0,314
63	40	0,042	0,563	-0,012	-0,087
73	41	0,056	0,490	-0,015	-0,075
83	42	-0,018	0,552	0,042	-0,006

Itemnummer: Oorspronklike vraelys	Itemnummer in lys van gekorrigeerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.4)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings	Faktor 4: Lokus van Beheer
93	43	0,033	0,417	0,052	0,130
103	44	0,061	0,304	0,088	0,146
113	45	0,016	0,540	0,109	0,075
123	46	-0,019	0,479	0,063	-0,049
133	47	0,036	0,539	-0,054	-0,175
143	48	-0,013	0,543	0,054	0,084
24	69	0,091	0,073	0,434	-0,008
64	3	0,300	0,193	0,079	-0,043
74	4	0,502	0,161	0,065	0,102
84	84	0,051	-0,084	-0,072	0,311
104	81	0,154	0,049	0,207	0,314
124	85	0,008	-0,160	-0,011	0,444
134	49	0,218	0,400	0,007	-0,336
144	5	0,395	-0,012	0,146	-0,023
5	6	0,476	0,179	0,059	-0,027
15	70	0,019	0,096	0,524	0,146
25	71	-0,010	0,029	0,474	0,181
35	7	0,496	0,224	0,042	0,030
65	50	0,240	0,484	0,112	-0,058
85	8	0,302	0,191	0,011	-0,115
105	72	0,168	-0,058	0,585	-0,225
115	86	0,030	0,248	-0,024	0,401

Itemnommer: Oorspronklike vraelys	Itemnommer in lys van gekorrigeerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.4)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings	Faktor 4: Lokus van Beheer
125	51	0,171	0,456	0,044	-0,077
135	9	0,453	0,030	0,249	-0,383
145	10	0,296	-0,055	0,254	0,091
6	11	0,476	0,070	-0,043	0,021
16	52	-0,002	0,389	0,004	-0,050
26	53	0,056	0,381	-0,010	0,164
56	12	0,480	0,002	0,147	-0,090
76	87	-0,091	0,040	-0,018	0,341
86	13	0,406	0,067	0,047	0,209
126	14	0,420	0,069	0,039	0,190
136	15	0,454	-0,073	0,142	-0,220
7	16	0,383	0,158	0,062	0,140
17	17	0,514	0,155	-0,019	0,012
47	18	0,493	-0,097	-0,106	-0,030
57	19	0,640	0,057	0,008	-0,108
67	20	0,484	-0,041	0,035	-0,004
87	21	0,573	0,094	0,038	0,140
97	54	0,039	0,447	-0,043	-0,038
107	22	0,599	0,109	-0,075	0,133
127	23	0,377	0,020	0,133	-0,413
147	24	0,436	0,181	0,010	-0,039
28	25	0,481	-0,060	0,038	-0,189

Itemnummer: Oorspronklike vraelys	Itemnummer in lys van gekorrigeerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.4)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings	Faktor 4: Lokus van Beheer
38	26	0,514	0,102	-0,068	0,101
48	27	0,385	0,104	-0,005	0,161
58	28	0,510	-0,021	-0,021	0,081
68	29	0,587	-0,034	0,065	-0,311
88	30	0,571	0,037	0,031	0,077
108	55	-0,037	0,360	-0,073	-0,049
118	56	0,157	0,344	-0,002	0,211
138	31	0,449	0,051	0,080	0,211
148	32	0,467	-0,077	-0,092	-0,056
9	57	0,173	0,414	-0,024	-0,252
19	33	0,354	-0,042	0,124	-0,085
49	35	0,400	-0,027	0,009	0,108
69	36	0,509	-0,087	0,108	-0,158
79	58	0,060	0,410	0,199	-0,259
89	59	-0,001	0,356	0,012	0,156
99	88	0,149	-0,080	0,013	0,446
109	37	0,338	-0,009	0,133	0,068
139	38	0,408	-0,040	0,117	0,052
149	34	0,398	-0,123	0,082	0,080
10	60	-0,008	0,403	0,154	0,176
20	61	0,070	0,590	-0,005	-0,167
30	89	0,001	0,201	0,022	0,319

Itemnommer: Oorspronklike vraelys	Itemnommer in lys van gekorrigeerde diskriminasie- waardes (Kyk: Tabel 6.4)	Faktor 1: Gewoontes	Faktor 2: Angs	Faktor 3: Houdings	Faktor 4: Lokus van Beheer
70	62	-0,046	0,417	0,045	0,038
90	63	-0,071	0,391	-0,021	0,338
100	90	-0,230	0,140	-0,094	0,261
110	64	0,004	0,415	0,020	0,108
130	65	-0,047	0,336	-0,095	0,210
140	66	-0,077	0,473	0,027	0,207
EIEWAARDES		14,391	5,997	4,087	2,865
Persentasie variasie in die vektorruimte wat verklaar word		15,19	5,87	3,69	2,34

Die eiewaardes van die hoofkategorie is almal groter as 1 en dié faktore kan dus geïnterpreteer word.

★ Interpretasie van die faktormatriks

Dit blyk duidelik uit Tabelle 6.1 en 6.2 dat al 90 gekose items tot die vier velde behoort.

Die eerste faktorontleding is uitgevoer op al 150 items (Graad 8 en 9) en 165 items (Graad 10 en 11) van die SOW. Die tweede faktorontleding is uitgevoer op 141 items (Graad 10 en 11) en 127 items (Graad 8 en 9), terwyl die derde faktorontleding op 126 items (Graad 10 en 11) en 116 items (Graad 8 en 9) uitgevoer is. 'n Vierde faktorontleding is daarna op 100 items (Graad 10 en 11) en 85 items (Graad 8 en 9) uitgevoer. Die hoofprobleem was in hierdie stadium dat enkele items wat op logiese gronde in 'n bepaalde veld hoort, wel in die geval van een graadgroep op die 'regte' veld gelaai het, maar in die geval van die ander graadgroep ietwat swakker in die bepaalde veld gelaai het as by 'n ander graadgroep. Etlieke items is derhalwe weer weggelaai en die vyfde faktorontleding is toe uitgevoer op 92 items (Graad 10 en 11) en 79 items (Graad 8 en 9). Hierna is die finale

faktorontleding uitgevoer op 90 items (Graad 10 en 11) en 77 items (Graad 8 en 9).

Daar is aanvanklik ondersoek ingestel na die moontlikheid van vier of vyf velde by Graad 8 en 9 (vyf of ses in die geval van Graad 10 en 11). **Die ses faktorontledings het egter aangetoon dat drie velde onderskei kan word in die geval van Graad 8 en 9, en vier velde in die geval van Graad 10 en 11.** In die geval van Graad 8 en 9 kon die velde **Studiegewoontes in wiskunde** (38 items), **Wiskunde-angs** (28 items), en **Studiehoudings jeens wiskunde** (11 items) onderskei word. In die geval van Graad 10 en 11 kon 'n vierde veld onderskei word, te wete **Lokus van Beheer (met betrekking tot wiskunde)** (13 items). Bepaalde aspekte van **Studiemilieu** het uiteindelik ook in hierdie veld geblyk tuis te hoort.

Aspekte van **Probleemoplossingsingesteldheid**, asook **Inligtingsverwerking**, het geblyk tuis te hoort in die veld **Studiegewoontes** in die finale vraelys. **Wiskunde-angs** het duidelik na vore getree, terwyl sekere aspekte van **Studiemilieu** uiteindelik in die veld **Studiehoudings** in die finale weergawe van die SOW geblyk het tuis te hoort.

Die finale weergawe van die SOW bestaan dus uit 77 items (Graad 8 en 9) en 90 items (Graad 10 en 11) ¹.

- ★ *Die hoofnavorsingshipotese wat in hierdie geval ondersoek is, is die volgende:*
- ★ *Die teoretiese velde van die SOW word deur faktorgeldigheid bevestig.*

Dit blyk dat daar vir hierdie hipotese beperkte steun gevind is, in die sin dat daar aanvanklik ondersoek ingestel is na die moontlikheid van vier of vyf velde by Graad 8 en 9 (vyf en ses in die geval van Graad 10 en 11), maar dat die ses faktorontledings aangetoon het dat slegs drie velde onderskei kan word in die geval van Graad 8 en 9, en 4 velde in die geval van Graad 10 en 11.

¹ Die finale weergawe van die SOW word by wyse van 'n bylae aangeheg. Die oorspronklike vraelys is by navraag beskikbaar.

6.2.1.1 Kort beskrywing van, en rasionaal vir, elke veld van die SOW

(i) Studiegewoontes in wiskunde (SG/SH)

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 38 vrae en sluit in:

(a) Aan die dag lê van aangeleerde, konsekwente, effektiewe studiemetodes en -gewoontes (soos die beplanning van tyd en voorbereiding, die uitwerk van vorige toetse en vraestelle, die uitwerk van méér as net bekende probleme, asook die opvolg van probleme in wiskunde). Dit sluit verder 'n bereidwilligheid in om nie alleen **insig te verkry** in sekere aspekte van wiskunde nie, maar om ook stellings, reëls en definisies deeglik te **memoriseer, nadat insig in die onderliggende struktuur van die stellings, reëls en definisies verkry is**, asook die gerigte uitvoering van opdragte in wiskunde.

(b) Die mate waarin leerders opdragte en take in wiskunde stiptelik afhandel, huiswerk op datum hou, bybly in wiskunde en dit vermy om tyd te verkwis.

(c) **Uitvoering van** die bereidwilligheid om konsekwent wiskunde te doen, ten spyte daarvan dat ander, (vir die leerder) meer aanloklike of 'lekkerder' aktiwiteite in die plek daarvan gedoen sou kon word. Hierdie veld gee dus 'n aanduiding van die mate waarin Studiehoudings jeens wiskunde manifesteer in bepaalde Studiegewoontes in wiskunde.

(d) Probleemoplossingsgedrag in wiskunde

Metakognitiewe leerstrategieë in wiskunde sluit **beplanning, selfmonitering, selfevaluering, selfregulering** en **besluitneming** tydens die proses van probleemoplossing in wiskunde in. Dit kan beskryf word as 'denke oor die denke' in wiskunde (**soos wanneer leerders probeer om agter te kom watter onderafdelings van wiskunde hulle nie verstaan nie**). Hieronder ressorteer strategieë soos die soek na patrone en verbande in wiskunde, die deurlopende toets, skat en benader van antwoorde, die uitvoer van Pólya se vier stappe tydens probleemoplossing, die laat vaar van strategieë wanneer hulle nie sukses lewer nie ten gunste van die uitprobeer van alternatiewe strategieë, en die konsekwente soek na 'n geheelstruktuur tussen (selfs oënskynlik uiteenlopende) aspekte van die vak.

Aan die dag lê van hierdie strategieë help leerders om te **veralgemeen** in wiskunde (**inferensie**). Maker (1993:76) kom byvoorbeeld tot die volgende gevolgtrekking:

"Effective problem solving processes will enable educators to prepare all children to meet the challenges they face as adults."

Hierdie leerstrategieë gedy in 'n leeromgewing waar voorkeur gegee word aan 'n probleemgesentreerde oplossingsbenadering en die koöperatiewe aanpak van wiskunde probleme, en waar sosialisering (sosiale interaksie) in die wiskunde klas toereikend voltrek. Leerders behoort aktief deel te neem aan die verwerking van die taal van wiskunde en daar behoort in die klaskamer ge-enkultureer te word sodat sekere uitdrukkingswyses, terme en verduidelikings in die betrokke klaskamer aanvaarbaar raak, dit wil sê, deel van die klaskamer kultuur word. Anders gestel: waar leerders die insig verwerf dat dit vormend is om relevante konsepte met maats en onderwysers te bespreek, dit aan maats, ouers en ander persone te verduidelik en genoeg insig het om te soek na toepassingsmoontlikhede vir wiskunde in die werklike lewe.

(e) Algemene en spesifieke leer-, samevatting- en leesstrategieë, kritiese denke en verstaanstrategieë (soos die optimale gebruik van sketse, tabelle, diagramme) in wiskunde. Hierdie veld verskaf 'n maatstaf van die mate waarin leerders wiskunde werklik verstaan. Wanneer begripsvorming in wiskunde ontoereikend plaasgevind het, blyk dit dikwels uit handelinge soos ontoepaslike bewysvoering, oordrewe tegniese foute (foutiewe berekeninge), foutiewe toeken van waardes aan onbekendes, foutiewe aannames en foutiewe toeken van eienskappe. In sulke gevalle sukkel leerders om te onderskei tussen dit wat 'gegee' en 'gevra' word in wiskunde-opdragte. Dit maak probleemoplossing moeilik of onmoontlik, omdat oordrag van leer nie toereikend plaasgevind het nie. Leerders slaag nie daarin om in te sien watter begrippe met mekaar verband hou nie, verstaan en ken werk in sulke gevalle nie behoorlik nie, is dikwels agterlosig en sal waarskynlik in sulke omstandighede stellings en formules gebruik sonder om na te dink of dit in die spesifieke situasie toepaslik is.

(ii) Wiskunde-angs² (WA/MA)

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 28 vrae. Paniek, angstigheid en kommer manifesteer onder meer in die vorm van doellose, herhalende gedrag (soos die kou van naels, oormatige sweet, speel met objekte, oordrewe behoefte om die toilet te besoek, die doodtrek van regte antwoorde en 'n onvermoë om duidelik te praat). Leerders se motivering in wiskunde word negatief beïnvloed wanneer hulle gevoelsmatig ontwig word. Wanneer leerders nie die beperkte, tegniese taal van wiskunde toereikend bemeester het nie, dra dit by tot Wiskunde-angs (Visser, 1988). Gevoelsmatige labiliteit in die wiskundeklas (soos wanneer leerders te bang is om hul probleme met onderwysers te bespreek of selfs om vrae te vra) inhibeer leerders se waaghouding in wiskunde en rem hul kognitiewe funksionering. Selfvertroue kan in 'n sekere sin beskou word as die teenoorgestelde van hierdie veld; met ander woorde, 'n teenpool op hierdie skaal.

(iii) Studiehoudings jeens wiskunde (SH/SA)

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 11 vrae en verwys na gevoelens (subjektiewe, maar ook objektiewe belewings), ingesteldhede en houdings (jeens wiskunde en aspekte van wiskunde) wat konsekwent opduik en leerders se motivering en verwagting jeens, asook belangstelling in, wiskunde beïnvloed. Dit sluit in: leerders se 'wiskundige wêreldbeskouing' oor die **self**, die **aard** van wiskunde en die **aard van die leer** van wiskunde. Leerders se Studiehoudings kan beskou word as die dryfkrag agter hul Studiegewoontes in wiskunde. Houdings sluit verskeie faktore in, soos genieting van die vak, selfvertroue, nuttigheid van die vak en die uitdaging wat dit bied.

(iv) Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde (LB)

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld beslaan 13 vrae. Wiskundeleerders kom uit verskillende omgewings en het verskillende agtergronde. Leerders uit nie-stimulerende omgewings het dikwels agterstande, sukkel en is stadiger leerders as gevolg van

² Hoewel dit meer korrek is om van 'n leerder se fobie vir, of negatiewe houding teenoor Wiskunde te praat, het die term 'Wiskunde-angs' dermate inslag in die volksmond gevind dat dit in hierdie studie gebruik word.

beperkter ervarings. Frustrasie, beperkende huislike omstandighede, nie-stimulerende leer- en studie-omgewings, fisieke probleme (soos 'n onvermoë om goed te sien of te hoor), leesprobleme, name en leefstyle in woordprobleme wat nie uit die leerder se ervaringsveld kom nie en taalprobleme. Dit sluit die tipiese probleme wat meegebring word deur tweedetaalonderrig, taalagtergrond wat beperkend is, ontoereikende begrip van die tegniese taal van wiskunde en milieubenadeeldheid in.

(v) Studie-oriëntasie in wiskunde (SOW)

Oor die geheel gesien, gee die SOW 'n samevatting van die voorgenoemde aspekte en verskaf dit 'n maatstaf van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde. Die afneem van hierdie vraelys behoort te alle tye opgevolg te word deur 'n taakgerigte onderhoud. Wachsmuth & Lorenz (1987:43) sê die volgende in hierdie verband:

"The diagnosis of student errors is relevant only with respect to the remediation the teacher can give."

6.2.2 Itemontleding

6.2.2.1 Inleiding

Ten einde die meriete van die finale items van die SOW te bepaal, is itemontleding per veld op die finale 90 items (Graad 10 en 11) en 77 items (Graad 8 en 9) uitgevoer. Tabelle 6.3 en 6.4 gee 'n aanduiding van die gekorrigeerde diskriminasiewaardes van die verskillende items. Soos in Hoofstuk Vyf gesê is, word gekorrigeerde diskriminasiewaardes $\geq 0,30$ (vir die totale groep) as goeie waardes beskou, terwyl gekorrigeerde diskriminasiewaardes $\geq 0,20$ (in die geval van ontledings van die items vir taalgroepe afsonderlik) vir die doel van hierdie studie as goeie waardes beskou word.

Die resultate van die finale itemontledings word vervolgens verskaf.

TABEL 6.3: GEKORRIGEERDE DISKRIMINASIEWAARDES VAN DIE ITEMS VIR DIE VERSKILLENDE
 TAALGROEPE TEN OPSIGTE VAN DIE FINALE WEERGAWE VAN DIE SOW: GRAAD 8 EN 9

GEKORRIGEERDE DISKRIMINASIEWAARDES VAN DIE ITEMS IN DIE SOW: GRAAD 8 EN 9					
Nommer	Oorspronklike vraelysnommer	Afrika- tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
1	92	0,34	0,39	0,52	0,40
2	102	0,47	0,52	0,51	0,49
3	64	0,38	0,59	0,58	0,46
4	74	0,55	0,66	0,68	0,59
5	144	0,49	0,56	0,49	0,50
6	5	0,48	0,61	0,58	0,53
7	35	0,50	0,64	0,62	0,56
8	85	0,41	0,34	0,40	0,41
9	135	0,52	0,55	0,59	0,56
10	145	0,52	0,52	0,51	0,49
11	6	0,36	0,53	0,62	0,47
12	56	0,48	0,51	0,56	0,52
13	86	0,49	0,57	0,61	0,51
14	126	0,47	0,42	0,58	0,47
15	136	0,36	0,52	0,51	0,44
16	7	0,44	0,57	0,57	0,48
17	17	0,50	0,66	0,64	0,56
18	47	0,41	0,53	0,47	0,45

Nommer	Oorspronklike vraelysnummer	Afrika- tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
19	57	0,49	0,65	0,62	0,56
20	67	0,47	0,48	0,60	0,52
21	87	0,51	0,72	0,67	0,57
22	107	0,47	0,60	0,63	0,53
23	127	0,37	0,46	0,42	0,42
24	147	0,44	0,56	0,59	0,50
25	28	0,40	0,37	0,53	0,46
26	38	0,50	0,57	0,58	0,54
27	48	0,50	0,46	0,53	0,48
28	58	0,39	0,53	0,56	0,46
29	68	0,50	0,59	0,63	0,57
30	88	0,40	0,62	0,63	0,49
31	138	0,39	0,64	0,59	0,46
32	148	0,39	0,48	0,41	0,42
33	19	0,32	0,41	0,45	0,38
34	149	0,41	0,46	0,52	0,45
35	49	0,37	0,45	0,48	0,40
36	69	0,48	0,54	0,55	0,53
37	109	0,31	0,66	0,34	0,36
38	139	0,36	0,51	0,49	0,41
39	33	0,38	0,66	0,60	0,47
40	63	0,38	0,68	0,66	0,51
41	73	0,40	0,62	0,61	0,48

Nommer	Oorspronklike vraelysnommer	Afrika- tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
42	83	0,40	0,66	0,66	0,52
43	93	0,48	0,57	0,57	0,52
44	103	0,44	0,46	0,52	0,46
45	113	0,50	0,63	0,70	0,57
46	123	0,48	0,57	0,56	0,51
47	133	0,38	0,64	0,61	0,47
48	143	0,50	0,56	0,61	0,54
49	134	0,47	0,49	0,51	0,44
50	65	0,47	0,52	0,59	0,51
51	125	0,43	0,58	0,63	0,49
52	16	0,40	0,41	0,48	0,42
53	26	0,33	0,35	0,56	0,42
54	97	0,43	0,44	0,55	0,46
55	108	0,36	0,36	0,50	0,39
56	118	0,42	0,39	0,52	0,45
57	9	0,35	0,58	0,53	0,40
58	79	0,51	0,63	0,39	0,46
59	89	0,43	0,48	0,48	0,46
60	10	0,43	0,41	0,45	0,44
61	20	0,47	0,53	0,63	0,52
62	70	0,32	0,46	0,40	0,37
63	90	0,54	0,42	0,57	0,55
64	110	0,41	0,47	0,56	0,46

Nommer	Oorspronklike vraelysnummer	Afrika- tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
65	130	0,34	0,45	0,44	0,40
66	140	0,45	0,49	0,61	0,51
67	81	0,63	0,81	0,68	0,67
68	121	0,65	0,76	0,73	0,69
69	24	0,49	0,62	0,54	0,51
70	15	0,53	0,68	0,62	0,58
71	25	0,51	0,70	0,56	0,57
72	105	0,55	0,68	0,56	0,55
73	111	0,65	0,69	0,68	0,67
74	52	0,58	0,52	0,55	0,58
75	32	0,59	0,67	0,60	0,59
76	112	0,42	0,47	0,48	0,44
77	122	0,46	0,48	0,46	0,47

TABEL 6.4: GEKORRIGEERDE DISKRIMINASIEWAARDES VAN DIE ITEMS VIR DIE VERSKILLENDE
 TAALGROEPE TEN OPSIGTE VAN DIE FINALE WEERGAWE VAN DIE SOW: GRAAD 10 EN 11

GEKORRIGEERDE DISKRIMINASIEWAARDES VAN DIE ITEMS IN DIE SOW: GRAAD 10 EN 11					
Nommer	Oorspronklike vraelysnommer	Afrika- tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
1	92	0,45	0,45	0,55	0,49
2	102	0,39	0,54	0,53	0,53
3	64	0,35	0,45	0,53	0,43
4	74	0,53	0,58	0,64	0,58
5	144	0,41	0,52	0,52	0,50
6	5	0,39	0,59	0,59	0,56
7	35	0,52	0,59	0,59	0,58
8	85	0,45	0,33	0,42	0,42
9	135	0,52	0,63	0,48	0,61
10	145	0,43	0,27	0,55	0,43
11	6	0,40	0,51	0,51	0,49
12	56	0,44	0,58	0,62	0,57
13	86	0,42	0,55	0,54	0,47
14	126	0,45	0,46	0,61	0,48
15	136	0,44	0,53	0,41	0,53
16	7	0,46	0,53	0,56	0,48
17	17	0,50	0,56	0,61	0,56
18	47	0,37	0,46	0,38	0,43
19	57	0,62	0,61	0,62	0,66

Nommer	Oorspronklike vraelysnummer	Afrika- tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
20	67	0,39	0,51	0,55	0,50
21	87	0,49	0,64	0,69	0,61
22	107	0,53	0,63	0,59	0,57
23	127	0,40	0,52	0,29	0,49
24	147	0,47	0,53	0,55	0,54
25	28	0,45	0,48	0,38	0,50
26	38	0,46	0,50	0,55	0,50
27	48	0,45	0,41	0,53	0,41
28	58	0,37	0,57	0,56	0,51
29	68	0,48	0,60	0,58	0,61
30	88	0,58	0,62	0,65	0,61
31	138	0,38	0,61	0,64	0,51
32	148	0,41	0,47	0,33	0,43
33	19	0,28	0,45	0,50	0,43
34	149	0,36	0,44	0,45	0,42
35	49	0,36	0,52	0,52	0,42
36	69	0,40	0,53	0,54	0,55
37	109	0,32	0,57	0,42	0,42
38	139	0,34	0,57	0,56	0,49
39	33	0,31	0,59	0,58	0,48
40	63	0,41	0,68	0,66	0,58
41	73	0,37	0,54	0,69	0,52
42	83	0,49	0,59	0,61	0,56

Nommer	Oorspronklike vraelysnummer	Afrika-tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
43	93	0,47	0,51	0,45	0,47
44	103	0,39	0,39	0,37	0,39
45	113	0,50	0,66	0,65	0,59
46	123	0,44	0,57	0,52	0,51
47	133	0,47	0,59	0,63	0,54
48	143	0,56	0,58	0,61	0,57
49	134	0,48	0,52	0,52	0,48
50	65	0,52	0,66	0,64	0,60
51	125	0,46	0,54	0,61	0,53
52	16	0,40	0,44	0,42	0,42
53	26	0,31	0,51	0,52	0,44
54	97	0,44	0,22	0,65	0,45
55	108	0,38	0,40	0,34	0,36
56	118	0,43	0,48	0,46	0,44
57	9	0,35	0,52	0,60	0,47
58	79	0,51	0,60	0,34	0,47
59	89	0,47	0,31	0,44	0,40
60	10	0,37	0,44	0,56	0,46
61	20	0,51	0,61	0,69	0,60
62	70	0,38	0,49	0,51	0,45
63	90	0,55	0,32	0,38	0,41
64	110	0,44	0,48	0,49	0,46
65	130	0,33	0,40	0,43	0,36

Nommer	Oorspronklike vraelysnommer	Afrika-tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
66	140	0,46	0,48	0,60	0,50
67	81	0,51	0,72	0,75	0,68
68	121	0,57	0,76	0,76	0,71
69	24	0,52	0,67	0,56	0,58
70	15	0,57	0,71	0,71	0,63
71	25	0,49	0,72	0,69	0,59
72	105	0,52	0,72	0,71	0,67
73	111	0,52	0,68	0,69	0,65
74	52	0,45	0,55	0,55	0,46
75	32	0,53	0,72	0,62	0,65
76	112	0,38	0,49	0,50	0,46
77	122	0,41	0,47	0,37	0,42
78	11	0,45	0,40	0,48	0,50
79	31	0,50	0,32	0,52	0,51
80	51	0,24	0,49	0,50	0,39
81	104	0,48	0,39	0,51	0,40
82	42	0,52	0,55	0,44	0,58
83	72	0,32	0,45	0,37	0,42
84	84	0,31	0,33	0,32	0,38
85	124	0,33	0,36	0,38	0,47
86	115	0,51	0,38	0,40	0,50
87	76	0,29	0,30	0,41	0,44
88	99	0,25	0,51	0,61	0,49

Nommer	Oorspronklike vraelysnommer	Afrika-tale	Engels	Afrikaans	Totale Groep
89	30	0,39	0,42	0,40	0,45
90	100	0,21	0,30	0,23	0,38

Uit die tabelle blyk dit dat die gekorrigeerde diskriminasiewaardes vir die verskillende moedertaalgroepe deurgaans $\geq 0,20$ is. Die gekorrigeerde diskriminasiewaardes van die totale groep is deurgaans $\geq 0,30$.

6.2.2.2 Interkorrelasies tussen die velde

Die interkorrelasies van die velde vir Graad 8- en 9-leerders en vir Graad 10- en 11-leerders word in Tabelle 6.5 tot 6.12 aangedui.

TABEL 6.5: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8- EN 9-LEERDERS GESAMENTLIK (N = 1740)³

Velde	1	2	3
1			
2	0,266		
3	0,612	0,286	

TABEL 6.6: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9 (AFRIKATALE; N = 1016)

Velde	1	2	3
1			
2	0,247		
3	0,703	0,228	

³ Aangesien leerders in enkele gevalle versuim het om hul graad-, taal- of geslagsgroep aan te dui, mag dit soms voorkom of die waarde van **N** foutief of inkonsekwent is.

TABEL 6.7: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9 (ENGELS; N = 231)

Velde	1	2	3
1			
2	0,342		
3	0,559	0,262	

TABEL 6.8: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9 (AFRIKAANS; N = 493)

Velde	1	2	3
1			
2	0,377		
3	0,663	0,360	

Aangesien die items van elke veld opgestel is om 'n bepaalde faset of aspek van studie-oriëntasie in wiskunde te meet, behoort die korrelasies tussen die verskillende velde oor die algemeen laag te wees. Uit tabelle 6.5 tot 6.8 blyk dit dat daar 'n matige tot hoë verband tussen Velde 1 en 3 voorkom. Die interkorrelasies van die velde vir Graad 8- en 9-leerders varieer van 0,228 tot 0,703.

TABEL 6.9: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10- EN 11-LEERDERS GESAMENTLIK (N = 1262)

Velde	1	2	3	4
1				
2	0,410			
3	0,571	0,299		
4	0,107	0,245	0,212	

TABEL 6.10: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10 EN 11 (AFRIKATALE; N = 451)

Velde	1	2	3	4
1				
2	0,404			
3	0,404	0,285		
4	0,251	0,296	0,396	

TABEL 6.11: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10 EN 11 (ENGELS; N = 418)

Velde	1	2	3	4
1				
2	0,400			
3	0,632	0,305		
4	0,456	0,301	0,480	

TABEL 6.12: INTERKORRELASIES VAN DIE VELDE VIR GRAAD 10 EN 11 (AFRIKAANS; N = 393)

Velde	1	2	3	4
1				
2	0,508			
3	0,522	0,323		
4	0,461	0,322	0,350	

Ook uit die interkorrelasiematriks in Tabelle 6.9 tot 6.12 kan gesien word dat sekere velde redelik hoog met mekaar korreleer. Interkorrelasies tussen die vier skale varieer tussen 0,107 en 0,632. Dat die interkorrelasies betreklik hoog is, dui daarop dat die skale nie heeltemal onafhanklik is nie. Andersins dui die hoë korrelasiekoëffisiënte daarop dat die velde 'n gemeenskaplike onderliggende faktor meet. 'n Deeglike ondersoek van die uitslae het egter aangetoon dat daar nie items is wat hoër korreleer met enige ander

veld as met die veld waarin dit opgeneem is nie. Wanneer daar vanuit die teoretiese model gewerk word, behoort in gedagte gehou te word dat sekere velde hoog met mekaar korreleer.

Die interkorrelasies van die velde vir die Graad 10- en 11-leerders toon dieselfde tendens as dié vir die Graad 8- en 9-leerders. Die interkorrelasies vir Velde 1 en 3 korreleer weereens hoog.

(i) Interkorrelasie van Velde 1 (Studiegewoontes) en 3 (Studiehoudings):

Die hoë korrelasie tussen velde 1 en 3 kan onder meer daaraan toegeskryf word dat leerders se Studiehoudings jeens wiskunde 'n neerslag vind in hul Studiegewoontes in wiskunde, terwyl toereikende Studiegewoontes aanduidend is van positiewe Studiehoudings jeens die vak (Corno, 1992; Du Toit, 1970). Visser het byvoorbeeld aangetoon dat daar 'n betekenisvolle verband bestaan tussen die wiskundeprestasie van meisies in Graad 9 en 11 en hul motivering (Visser, 1989). Visser (1989:213) gaan verder en stel dit dat meisies aan die einde van Graad 9 eerder op grond van affektiewe, sosiale en houdingsverwante oorwegings besluit oor die neem of nie-neem van wiskunde in Graad 10:

"Students generally do not take into account their intellectual capabilities when they make this decision."

6.2.3 Betroubaarheid

Die betroubaarheid van die aangepaste velde is met Cronbach se alpha-koëffisiënt bepaal. Betroubaarheidskoëffisiënte is vir die vraelys oor die geheel vir Graad 8 en 9, en Graad 10 en 11, afsonderlik bepaal. Die betroubaarheidskoëffisiënte vir graadgroepe afsonderlik verskyn in Tabel 6.13 en dié vir die afsonderlike taalgroepe in Tabel 6.14.

6.2.3.1 Graadgroepe afsonderlik

TABEL 6.13: BETROUBAARHEIDSKOËFFISIËNTE VIR DIE VRAELYS OOR DIE GEHEEL VIR GRAAD 8 EN 9, ASOOK GRAAD 10 EN 11, AFSONDERLIK

Velde	r_{tt} Graad 8 en 9 (N = 1740)	r_{tt} Graad 10 en 11 (N = 1262)
1	0,918	0,924
2	0,889	0,890
3	0,816	0,829
4		0,692
Totaal	0,931	0,934

6.2.3.2 Taalgroepe afsonderlik

TABEL 6.14: BETROUBAARHEIDSKOËFFISIËNTE VIR DIE VERSKILLENDE VELDE VIR GRAAD 8 EN 9, ASOOK GRAAD 10 EN 11, GESAMENTLIK, VOLGENS TAALGROEPE

Velde	Graad 8 en 9 (N = 1740)			Graad 10 en 11 (N = 1262)		
	Afrikatale (N = 1016)	Engels (N = 231)	Afrikaans (N = 493)	Afrikatale (N = 451)	Engels (N = 418)	Afrikaans (N = 393)
1	0,900	0,934	0,940	0,887	0,931	0,933
2	0,866	0,901	0,923	0,851	0,905	0,921
3	0,793	0,861	0,832	0,712	0,879	0,857
4				0,623	0,783	0,676
Totaal	0,919	0,943	0,952	0,907	0,947	0,951

Die meeste betroubaarheidskoëffisiënte is in die orde van 0,70 tot 0,90. Vir die vraelys oor die geheel varieer die betroubaarheidskoëffisiënte van 0,623 tot 0,952. Die betroubaarheidskoëffisiënte kan as hoogs bevredigend beskou word vir die doel waarvoor die vraelys gebruik sal word.

6.2.4 Itemsydigheid

In die onderhawige studie is die standpunt ingeneem dat die blote feit dat gemiddelde toetstellings in 'n toets vir twee of meer groepe verskil, nie noodwendig dui op sydigheid van die toets ten opsigte van die veranderlikes waarmee die groepe gevorm word nie. Sydigheid ten opsigte van taal, geslag en opvoedkundige vlak is beperk deur oordeelkundige itemseleksie. Die aangeleentheid van kulturele sydigheid is egter te kompleks om deur itemseleksie vermy te word.

'n Analise van die SOW se toetsbetroubaarheid openbaar bevredigende ooreenstemming in toetsbetroubaarheid, asook faktorale soortgelykheid (hier is nie werklik sprake van itemmoeilikeidswaardes nie), om welke rede dit wil voorkom of konstruksydigheid nie in hierdie geval 'n betekenisvolle probleem is nie.

In die onderhawige geval is een stel normtabelle vir alle leerders in Graad 8 en 9 verskaf en een stel normtabelle vir leerders in Graad 10 en 11, ongeag etniese groep, taal of geslag. **Uit 'n noukeurige analise van die diskriminasiewaardes van die finale items wil dit voorkom of nie een van die gekose items een bevolkingsgroep noemenswaardig bo 'n ander groep bevoordeel nie, of geeneen van die waargenome groepverskille in toetsgemiddeldes betekenisvol anders is as wat sielkundiges sou verwag nie, en of geeneen van die gekose items deur een bevolkingsgroep radikaal anders as deur 'n ander bevolkingsgroep verstaan word nie. Hierdie items lewer waardevolle informasie op oor die situasie soos dit tans in bepaalde skole daar uitsien.**

6.2.5 Normtabelle

6.2.5.1 Inleiding

Die verskille wat tussen die gemiddeldes (Kyk: paragraaf 6.3) van verskillende subpopulasies gevind is, was in die reël relatief klein en kon gewoonlik aan die hand van omgewingsveranderlikes verklaar word. Een stel normtabelle word verskaf vir leerders in Graad 8 en 9 enersyds en vir leerders in Graad 10 en 11 andersyds. Die normtabelle word in tabelle 6.15 en 6.16 gegee.

6.2.5.2 Gebruik van die normtabelle

Normtabelle word vir die verskillende velde afsonderlik en vir die totale vraelys voorsien. Die normtabelle vir Graad 8- en 9-leerders verskyn in Tabel 6.15 en dié vir Graad 10- en 11-leerders in Tabel 6.16. Die eerste en laaste kolomme dui die persentielrange aan en die ander kolomme die onverwerkte tellings.

Slegs ongeveer elke vyfde persentielnorm word in die tabelle verstrekk. Die gebruik van meer persentiepunte is met opset vermy omdat dit die voorkoms van oordrewe presiesheid aan die persentielrangorde en aan die persentiele op die skale sou gee. In gevalle waar 'n leerder se onverwerkte tellings nie direk met behulp van inspeksie van die normtabelle in 'n persentielrang omgeskakel kan word nie, word daar gebruik gemaak van interpolasie om die persentielrang te bereken, soos in die volgende voorbeeld verduidelik word: gestel 'n leerder in Graad 9 behaal 'n onverwerkte telling van 94 in Veld 1 (Studiegewoontes in wiskunde). Die persentielrang vir 93 is 65. Sy/haar persentielrang is dus: $65 + (\frac{1}{3} \times 5 \approx 2) = 65 + 2 = 67$.

TABEL 6.15: PERSENTIELRANGE VIR GRAAD 8- EN 9-LEERDERS GESAMENTLIK

Persentielrang	Onverwerkte punte				Persentielrang
	Veld 1 Gewoontes	Veld 2 Angs	Veld 3 Houdings	Totaal	
99,9	151	111	44	302	99,9
99	136	105	43	272	99
97	127	103	42	260	97
95	124	100	41	251	95
90	115	96	39	237	90
85	109	93	37	229	85
80	104	90	36	218	80
75	101	87	34	211	75
70	96	84	32	203	70
65	93	81	31	196	65
60	89	78	30	191	60
55	86	76	28	184	55
50	83	73	27	178	50
45	79	71	25	173	45
40	76	68	24	168	40
35	72	65	23	163	35
30	69	62	22	158	30
25	65	60	20	153	25
20	60	57	19	148	20
15	55	53	17	141	15
10	48	49	14	132	10
5	38	41	11	117	5
3	29	37	9	104	3
1	19	27	5	86	1

TABEL 6.16: PERSENTIELRANGE VIR GRAAD 10- EN 11-LEERDERS GESAMENTLIK

Persentielrang	Onverwerkte punte					Persentielrang
	Veld 1 Gewoontes	Veld 2 Angs	Veld 3 Houdings	Veld 4 Lokus van Beheer	Totaal	
99,9	150	112	44	52	340	99,9
99	137	108	43	51	323	99
97	129	105	42	50	308	97
95	125	103	41	49	299	95
90	116	99	40	48	285	90
85	109	97	38	47	275	85
80	104	94	37	46	265	80
75	100	92	36	45	259	75
70	96	90	35	44	253	70
65	93	88	33	43	247	65
60	89	86	32	42	242	60
55	85	84	31	41	236	55
50	82	81	30	40	232	50
45	79	79	28	39	226	45
40	75	76	27	38	220	40
35	72	74	26	37	215	35
30	69	71	24	36	208	30
25	65	68	23	35	202	25
20	61	65	21	33	193	20
15	56	62	18	31	185	15
10	49	56	16	29	174	10
5	39	49	13	26	155	5
3	34	44	11	23	145	3
1	20	36	6	19	121	1

6.3 DATAVERWERKING: VERGELYKENDE STUDIES OM DIE TOEPASLIKHEID VAN DIE SOW TE BEPAAL

6.3.1 Gemiddeldes, standaardafwykings, skeefheid en kurtose

6.3.1.1 Gemiddeldes en standaardafwykings vir Graad 8 en 9, en Graad 10 en 11, afsonderlik

TABEL 6.17: GEMIDDELTES (\bar{x}) EN STANDAARDAFWYKINGS (s) VIR GRAAD 8 EN 9, EN GRAAD 10 EN 11, AFSONDERLIK

Veld	Graad 8 en 9 (N = 1741)		Graad 10 en 11 (N = 1262)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	81,92	25,87	82,15	25,46
2 ⁴	72,53	18,23	79,29	16,62
3	26,94	9,21	28,85	8,88
4			39,42	7,41
Totaal	181,39	41,21	229,70	43,11

4 'n Hoë telling in die veld Wiskunde-angs dui by die SOW op die **afwesigheid** van angs, terwyl 'n lae telling op die **aanwesigheid** daarvan dui.

6.3.1.2 Gemiddeldes en standaardafwykings vir geslagte afsonderlik

TABEL 6.18: GEMIDDELDDES (\bar{x}) EN STANDAARDAFWYKINGS (s) VIR GESLAGS- EN GRAADGROEPE AFSONDERLIK

Veld ⁵	Graad 8 en 9			
	Meisies (N = 931)		Seuns (N = 798)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	82,39	25,90	81,31	25,79
2	71,36	18,53	73,85	17,73
3	26,32	9,36	27,67	8,966
Totaal	180,07	41,89	182,84	40,35
	Graad 10 en 11			
	Meisies (N = 648)		Seuns (N = 607)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	84,50	24,09	79,56	26,60
2	79,67	16,10	78,88	17,16
3	28,15	8,91	29,59	8,78
4	40,10	7,29	38,71	7,47
Totaal	232,42	41,10	226,74	44,87

⁵ Veld 1: Studiegewoontes in wiskunde (SG/SH);
 Veld 2: Wiskunde-angs (WA/MA);
 Veld 3: Studiehoudings jeens wiskunde (SH/SA); en
 Veld 4: Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde (LB).

TABEL 6.19: GEMIDDELDDES (\bar{x}) VIR GESLAGSGROEPE AFSONDERLIK

Velde	Seuns (N = 1405)		Meisies (N = 1579)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	80,56	26,15	83,26	25,18
2	76,03	17,66	74,77	18,04
3	28,50	8,93	27,07	9,22
4	38,71	7,47	40,10	7,23
Totaal	201,87	47,61	201,57	48,89

6.3.1.3 Gemiddeldes en standaardafwykings vir taalgroepe afsonderlik

TABEL 6.20: GEMIDDELDDES (\bar{x}) VIR TAAL- EN GRAADGROEPE AFSONDERLIK

Velde	Graad 8 en 9		
	Afrikatale (N = 1016)	Engels (N = 231)	Afrikaans (N = 494)
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
1	85,83	73,16	77,95
2	70,69	79,08	73,27
3	25,38	28,94	29,20
Totaal	181,91	181,19	180,41
Velde	Graad 10 en 11		
	Afrikatale (N = 451)	Engels (N = 418)	Afrikaans (N = 393)
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
1	93,88	74,46	76,86
2	79,47	80,66	77,62
3	31,32	27,64	27,29
4	33,83	42,19	42,88
Totaal	238,51	224,95	224,65

TABEL 6.21: GEMIDDELDES (\bar{x}) VIR TAALGROEPE AFSONDERLIK

Velde	Afrika	Engels	Afrikaans
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
1	88,31	74,00	77,46
2	73,39	80,10	75,20
3	27,21	28,10	28,35
4	33,84	42,19	42,88
Totaal	199,31	209,37	200,03

6.3.1.4 Skeefheid en kurtose

TABEL 6.22: SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR GRAAD 8 EN 9, EN GRAAD 10 EN 11, AFSONDERLIK

Graadgroep	Veranderlike	N	Skeefheid	Kurtose
8 en 9	Gewoontes ⁶	1741	-0,17	-0,24
	Angs		-0,30	-0,30
	Houdings		-0,24	-0,60
	Totaal		0,04	-0,27
10 en 11	Gewoontes	1262	-0,09	-0,23
	Angs		-0,60	0,17
	Houdings		-0,45	-0,47
	Lokus		-0,72	0,14
	Totaal		-0,23	0,10

⁶ Ter wille van bondigheid word die name vir die velde in die tabelle soos volg afgekort: Gewoontes, Angs, Houdings en Lokus.

TABEL 6.23: SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR GRAAD 8 EN 9, GESLAGTE AFSONDERLIK

Geslagsgroep	Veranderlike	N	Skeefheid	Kurtose
Seuns	Gewoontes	798	-0,23	-0,08
	Angs		-0,45	-0,01
	Houdings		-0,36	-0,43
	Totaal		-0,10	-0,26
Meisies	Gewoontes	931	-0,11	-0,38
	Angs		-0,18	-0,45
	Houdings		-0,13	-0,69
	Totaal		0,18	-0,24

TABEL 6.24: SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR GRAAD 10 EN 11, GESLAGTE AFSONDERLIK

Geslagsgroep	Veranderlike	N	Skeefheid	Kurtose
Seuns	Gewoontes	607	-0,04	-0,26
	Angs		-0,68	0,28
	Houdings		-0,67	-0,04
	Lokus		-0,69	0,19
	Totaal		-0,27	0,19
Meisies	Gewoontes	648	-0,09	-0,26
	Angs		-0,51	0,02
	Houdings		-0,24	-0,74
	Lokus		-0,77	0,15
	Totaal		-0,15	-0,12

TABEL 6.25: SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE TOTALE GROEP, GESLAGTE AFSONDERLIK

Geslagsgroep	Veranderlike	N	Skeefheid	Kurtose
Seuns	Gewoontes	1405	-0,15	-0,17
	Angs		-0,54	0,06
	Houdings		-0,49	-0,32
	Lokus		-0,69	0,19
	Totaal		0,01	-0,20
Meisies	Gewoontes	1579	-0,11	-0,32
	Angs		-0,34	-0,34
	Houdings		-0,19	-0,71
	Lokus		0,18	-0,24
	Totaal		0,05	-0,45

TABEL 6.26: SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE GRAAD 8- EN 9-GROEP, TALE AFSONDERLIK

Taalgroep	Veranderlike	N	Skeefheid	Kurtose
Afrika	Gewoontes	1016	-0,20	0,03
	Angs		-0,12	-0,23
	Houdings		-0,08	-0,54
	Totaal		0,20	-0,22
Engels	Gewoontes	231	0,01	-0,57
	Angs		-0,63	-0,11
	Houdings		-0,51	-0,52
	Lokus		-0,06	-0,59
Afrikaans	Gewoontes	494	-0,08	-0,45
	Angs		-0,51	-0,30
	Houdings		-0,46	-0,41
	Lokus		-0,12	-0,36

TABEL 6.27: SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE GRAAD 10- EN 11-GROEP, TALE AFSONDERLIK

Taalgroep	Veranderlike	N	Skeefheid	Kurtose
Afrika	Gewoontes	451	-0,19	-0,13
	Angs		-0,39	-0,35
	Houdings		-0,37	-0,38
	Lokus		-0,21	-0,29
	Totaal		-0,10	-0,37
Engels	Gewoontes	418	0,09	-0,10
	Angs		-0,69	0,45
	Houdings		-0,34	-0,77
	Lokus		-0,97	0,92
	Totaal		-0,11	0,00
Afrikaans	Gewoontes	393	-0,05	-0,10
	Angs		-0,66	0,21
	Houdings		-0,36	-0,65
	Lokus		-1,54	5,04
	Totaal		-0,132	-0,33

TABEL 6.28: SKEEFHEID EN KURTOSE TEN OPSIGTE VAN DIE VERSPREIDING VAN DIE VERANDERLIKES VIR DIE TOTALE GROEP, TALE AFSONDERLIK

Taalgroep	Veranderlike	N	Skeefheid	Kurtose
Afrika	Gewoontes	1467	-0,22	0,01
	Angs		-0,22	-0,31
	Houdings		-0,24	-0,51
	Lokus		-0,21	-0,29
	Totaal		0,20	-0,43
Engels	Gewoontes	649	0,06	-0,27
	Angs		-0,67	0,23
	Houdings		-0,40	-0,70
	Lokus		-0,97	0,92
	Totaal		-0,04	-0,24
Afrikaans	Gewoontes	887	-0,06	-0,31
	Angs		-0,59	-0,09
	Houdings		-0,42	-0,53
	Lokus		-1,54	5,04
	Totaal		-0,14	-0,24

Daar word aanvaar dat vir 'n normaalverdeling die skeefheidskoëffisiënt = 0 en die kurtosekoëffisiënt = 3 (Spiegel, 1961; Stuart & Ord, 1987). Uit die data blyk dit dat sekere van die veranderlikes nie aan die vereistes van 'n normaalverdeling voldoen nie. By sekere van die statistiese prosedures wat gevolg word, sou normaalverdeling 'n vereiste wees. In sodanige gevalle behoort die resultate dus met omsigtigheid geïnterpreteer te word (Crowther, 1997; Sincich, 1993).

In die voorafgaande paragrafe is die rekenkundige gemiddeldes sonder kommentaar weergegee. In die volgende paragrafe word variansie-analises uitgevoer om die verskille tussen die onderskeie veranderlikes se gemiddeldes verder te ondersoek. *Post-hoc*-vergelykings (in die onderhawige geval die *Least Squares Means*-tegniek, wat in Hoofstuk Vyf bespreek is) word gebruik om vas te stel tussen watter groepe se gemiddeldes die verskille statisties betekenisvol is.

6.3.2 Variansie-analises en post-hoc-vergelykings

Die resultate van die variansie-analise en *post-hoc*-vergelykings verskyn in die volgende tabelle, waarna die resultate bespreek word. Die variansie-analise word gedoen op die volgende afhanklike veranderlikes: Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs, Studiehoudings jeens wiskunde, asook Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde. Graad, Taal en Geslag funksioneer as onafhanklike veranderlikes.

TABEL 6.29: MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP GRAAD 8 EN 9 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTAAL AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES

Statistiek	Waarde	F-waarde	Grade van vryheid in teller	Grade van vryheid in noemer	P-waarde
TAALEFFEK					
Wilks se Lambda	0,78934201	72,0696	6	3444	0,0001* ⁷
Pillai se spoor	0,21271678	68,3553	6	3446	0,0001*
Hotelling- Lawley se spoor	0,26426972	75,8014	6	3442	0,0001*
Roy se grootste wortel	0,25400112	145,8813	3	1723	0,0001*

7

*: Dui daarop dat die resultate betekenisvol is op die 5%-peil van betekenis.

Statistiek	Waarde	F-waarde	Grade van vryheid in teller	Grade van vryheid in noemer	P-waarde
GESLAGSEFFEK					
Wilks se Lambda	0,98235435	10,3105	3	1722	0,0001*
Pillai se spoor	0,01764565	10,3105	3	1722	0,0001*
Hotelling- Lawley se spoor	0,01796261	10,3105	3	1722	0,0001*
Roy se grootste wortel	0,01796261	10,3105	3	1722	0,0001*

TABEL 6.30: VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP GRAAD 8 EN 9 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES

Variasie- bronne	Grade van vryheid	Som van kwadrate ¹	Gemiddelde som van kwadrate	F- waarde	P- waarde
GEWOONTES					
Taal en geslag	3	41397,45	13799,15	21,39	0,0001*
Fout	1724	1112210,59	645,13		
Gekorrigeerde Totaal	1727	1153608,04			
Taal	2	40895,26	20447,63	31,70	0,0001*
Geslag	1	392,19	392,19	0,61	0,4357
ANGS					
Taal en geslag	3	15992,74	5330,91	16,52	0,0001*
Fout	1724	556331,11	322,70		
Gekorrigeerde Totaal	1724	572323,85			
Taal	2	13313,93	6656,96	20,63	0,0001*
Geslag	1	2460,06	2460,06	7,62	0,0058*

HOUDINGS					
Taal en geslag	3	6607,97	2202,66	27,23	0,0001*
Fout	1724	139436,70	80,88		
Gekorrigeerde Totaal	1724	146044,67			
Taal	2	5829,19	2914,59	36,04	0,0001*
Geslag	1	752,63	752,63	9,31	0,0023*
TOTALE					
Taal en geslag	3	4164,65	1388,22	0,82	0,4840
Fout	1724	2926759,93	1697,66		
Gekorrigeerde totaal	1724	2930924,58			
Taal	2	886,59	443,30	0,26	0,7702
Geslag	1	3275,20	3275,20	1,93	0,1650

TABEL 6.31: POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN TAAL EN GESLAG (GRAAD 8 EN 9) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES

Onafhanklike veranderlikes: Taal en geslag	Veranderlike: Kleinste gemiddelde kwadrate	Oorskrydingswaarskynlikhede tov taal en geslag		
		Afrika	Engels	Afrikaans
TAAL	Gewoontes			
Afrika	85,80			
Engels	73,15	0,0001*		
Afrikaans	77,87	0,0001*	0,0201*	
TAAL	Angs			
Afrika	70,78			
Engels	79,11	0,0001*		
Afrikaans	73,26	0,0123*	0,0001*	

Onafhanklike veranderlikes: Taal en geslag	Veranderlike: Kleinste gemiddelde kwadrate	Oorskrydingswaarskynlikhede tov taal en geslag		
		Afrika	Engels	Afrikaans
TAAL	Houdings			
Afrika	25,44			
Engels	28,95	0,0001*		
Afrikaans	29,26	0,0001*	0,6682	
TAAL	Totaal			
Afrika	182,02			
Engels	181,22	0,7883		
Afrikaans	180,40	0,4738	0,8035	
GESLAG	Gewoontes	Manlik	Vroulik	
Manlik	78,46			
Vroulik	79,42	0,4357		
GESLAG	Angs			
Manlik	75,58			
Vroulik	73,19	0,0058*		
GESLAG	Houdings			
Manlik	28,55			
Vroulik	27,22	0,0023*		
GESLAG	Totaal			
Manlik	182,59			
Vroulik	179,83	0,1650		

Die resultate (saamgevat in Tabel 6.31) dui onder meer op die volgende:

- ★ By die Graad 8- en 9-groep verskil die gemiddeldes van die Afrikataalsprekendes by al drie velde statisties betekenisvol van die gemiddeldes van die Afrikaans- en Engelssprekendes. Die gemiddeldes van die Afrikaanssprekendes verskil by die velde Studiegewoontes en Wiskunde-angs statisties betekenisvol van die gemiddeldes van die Engelssprekendes. Die Afrikataalsprekendes se Studiegewoontes in wiskunde is dus meer adekwaat as dié van die Afrikaans- en Engelssprekendes, terwyl Afrikataalsprekendes hoër angsvlakke ervaar en minder

adekwate Studiehoudings jeens wiskunde openbaar as die ander twee moedertaalgroepe.

Dit wil voorkom of Afrikataalsprekendes in Graad 8 en 9 in die algemeen positief ingestel is teenoor wiskunde en meer adekwate Studiegewoontes openbaar as hul Engels- en Afrikaanssprekende eweknieë. Dit is in ooreenstemming met die volgende bevinding van Møller (1994:44):

"township youth take their education and after-class assignments very seriously."

Haar studie bevestig die vermoede dat hierdie leerders 'spontaan' ander maatreëls tref (soos om namiddae by hul skool saam met vriende te werk) in 'n poging om die nadelige uitwerking van milieubenadeeldheid te bowe te kom, maar dat hierdie maatreëls nie werklik die gewenste effek het nie (1994:44):

"the compensation strategies of most pupils from poor quality home environments are not working well."

In samehang hiermee toon Afrikataalsprekendes konsekwent hoër wiskunde-angsvlakke asook minder toereikende Studiehoudings jeens wiskunde.

- ★ Wat geslag betref, is daar statisties betekenisvolle verskille ten opsigte van die velde Angs en Houdings. Seuns in Graad 8 en 9 openbaar laer angsvlakke in wiskunde en openbaar meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as meisies. Hierdie bevinding korreleer met dié van Visser (1989:213), wat bevind dat:

"the attitudes of females become more negative in the period between Std 5 and Std 7. They become more anxious about their mathematics studies ... Their interest in the subject wanes."

Onaanvaarbaar groot getalle meisies laat vaar wiskunde aan die einde van Graad 9, om 'n verskeidenheid van redes (Costello, 1991; Maker, 1993). Diegene wat wel die vak volg, se Studie-oriëntasie in wiskunde is klaarblyklik meer

toereikend as die studie-oriëntasie van diegene wat nie die vak volg nie. By die Graad 10- en 11-groep word 'n teenoorgestelde tendens as in Graad 8 en 9 dan ook waargeneem.

TABEL 6.32: MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP GRAAD 10 EN 11 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS, LOKUS VAN BEHEER EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES

Statistiek	Waarde	F-waarde	Grade van vryheid in teller	Grade van vryheid in noemer	P-waarde
TAALEFFEK					
Wilks se Lambda	0,49181532	132,8909	8	2496	0,0001*
Pillai se spoor	0,51688402	108,8229	8	2498	0,0001*
Hotelling-Lawley se spoor	1,01559536	158,3059	8	2494	0,0001*
Roy se grootste wortel	0,99786937	311,5847	4	1249	0,0001*
GESLAGSEFFEK					
Wilks se Lambda	0,93170150	22,8712	4	1248	0,0001*
Pillai se spoor	0,06829850	22,8712	4	1248	0,0001*
Hotelling-Lawley se spoor	0,07330513	22,8712	4	1248	0,0001*
Roy se grootste wortel	0,07330513	22,8712	4	1248	0,0001*

TABEL 6.33: VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP GRAAD 10 EN 11 MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS, LOKUS VAN BEHEER EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN TAAL EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES

Variasie-bronne	Grade van vryheid	Som van kwadrate	Gemiddelde som van kwadrate	F-waarde	P-waarde
GEWOONTES					
Taal en geslag	3	102564,34	34188,11	60,31	0,0001*
Fout	1251	709162,49	566,88		
Gekorrigeerde Totaal	1254	811726,83			
Taal	2	94930,94	47465,47	83,73	0,0001*
Geslag	1	5236,11	5236,11	9,24	0,0024*
ANGS					
Taal en geslag	3	2005,17	668,39	2,43	0,0638
Fout	1251	344308,09	275,23		
Gekorrigeerde totale	1254	346313,26			
Taal	2	1810,48	905,24	3,29	0,0376
Geslag	1	138,35	138,35	0,50	0,4785
HOUDINGS					
Taal en geslag	3	4975,30	1658,43	22,13	0,0001*
Fout	1251	93761,94	74,95		
Gekorrigeerde totaal	1254	98737,24			
Taal	2	4323,73	2161,87	28,84	0,0001*
Geslag	1	855,16	855,16	11,41	0,0008*

Variasië-bronne	Grade van vryheid	Som van kwadrate	Gemiddelde som van kwadrate	F-waarde	P-waarde
LOKUS VAN BEHEER					
Taal en geslag	3	23081,19	7693,73	210,54	0,0001*
Fout	1251	45715,44	36,54		
Gekorrigeerde totaal	1254	68796,63			
Taal	2	22478,01	11239,01	307,55	0,0001*
Geslag	1	1094,17	1094,17	29,94	0,0001*
TOTAAL					
Taal en geslag	3	61044,36	20348,12	11,25	0,0001*
Fout	1251	2261853,00	1808,04		
Gekorrigeerde totaal	1254	2322897,36			
Taal	2	50972,93	25486,47	14,10	0,0001*
Geslag	1	7736,67	7736,67	4,28	0,0388*

TABEL 6.34: POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN TAAL EN GESLAG (GRAAD 10 EN 11) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS, LOKUS VAN BEHEER EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES

Onafhanklike veranderlikes: Taal en geslag	Veranderlike: Kleinste gemiddelde kwadrate	Oorskrydingswaarskynlikhede tov taal en geslag		
		Afrika	Engels	Afrikaans
TAAL	Gewoontes			
Afrika	93,67			
Engels	74,36	0,0001*		
Afrikaans	76,95	0,0001*	0,1225	
TAAL	Angs			
Afrika	79,43			
Engels	80,64	0,2844		
Afrikaans	77,65	0,1232	0,0108*	

Onafhanklike veranderlikes: Taal en geslag	Veranderlike: Kleinste gemiddelde kwadrate	Oorskrydingswaarskynlikhede tov taal en geslag		
		Afrika	Engels	Afrikaans
TAAL	Houdings			
Afrika	31,37			
Engels	27,68	0,0001*		
Afrikaans	27,30	0,0001*	0,5287	
TAAL	Lokus van Beheer			
Afrika	33,71			
Engels	42,15	0,0001*		
Afrikaans	42,95	0,0001*	0,0588	
TAAL	Totaal			
Afrika	238,17			
Engels	224,83	0,0001*		
Afrikaans	224,86	0,0001*	0,9926	
GESLAG	Gewoontes	Manlik	Vroulik	
Manlik	79,61			
Vroulik	83,71	0,0024*		
GESLAG	Angs			
Manlik	78,91			
Vroulik	79,57	0,4785		
GESLAG	Houdings			
Manlik	29,61			
Vroulik	27,95	0,0008*		
GESLAG	Lokus van Beheer			
Manlik	38,67			
Vroulik	40,54	0,0001*		
GESLAG	Totaal			
Manlik	226,80			
Vroulik	231,78	0,0388*		

Die resultate (saamgevat in Tabel 6.34) dui onder meer op die volgende:

- ★ Ook in die geval van Graad 10- en 11-leerders openbaar Afrikataalsprekende leerders meer adekwate Studiegewoontes as hul Afrikaanse en Engelse eweknieë.
- ★ Afrikaanssprekende leerders se gemiddeld vir Angs verskil statisties betekenisvol van dié van Engelssprekende leerders. Engelssprekende leerders openbaar betekenisvol laer angsvlakke as Afrikaanssprekende leerders, wie die hoogste angsvlakke van die drie groepe openbaar.
- ★ Wat Studiehoudings betref, blyk dit dat Afrikataalsprekende leerders in Graad 10 en 11 betekenisvol meer toereikende Studiehoudings as hul Afrikaanse en Engelse medeleerders openbaar.
- ★ Die mees betekenisvolle bevinding uit die *post-hoc*-vergelykings is egter die verskynsel dat Afrikataalsprekende leerders in Graad 10 en 11 soveel swakker presteer in die veld Lokus van Beheer as Afrikaans- en Engelssprekende leerders. 'n Verskeidenheid van faktore dra waarskynlik by hiertoe, insluitende taalprobleme, onderwysers wat ondergekwalfiseerd is en minder optimale SES onder Afrikataalsprekendes in die algemeen. Møller (1994:43) sluit soos volg by hierdie siening aan:

"The most striking finding to emerge from the study is that the poor quality home environment provides little support for homework activities ... Furthermore, poor school and home environments tend to go hand in hand."

Hierdie bevindings is in ooreenstemming met die bevindings van navorsers soos Haladyna, Shaugnessy & Shaugnessy (1983), Hanna, Kündiger & Larouche (1991), Kaisner-Messmer (1993) en Wong (1992), wat die positiewe korrelasie tussen ongunstige agtergrondsfaktore, eksterne Lokus van Kontrole en ontoereikende prestasie in wiskunde uitwys.

- ★ Meisies in Graad 10 en 11 se gemiddeld verskil statisties betekenisvol van dié van seuns in hierdie grade (afgesien van die veld ang). Meisies wat wiskunde ná Graad 9 volg, is klaarblyklik meer daartoe geneig om te voel dat hulle beheer oor die situasie in die wiskundeklas uitoefen.

TABEL 6.35: MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GRAADGROEPE AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES

Statistiek	Waarde	F-waarde	Grade van vryheid in teller	Grade van vryheid in noemer	P-waarde
Wilks se Lambda	0,05652058	12506,98	4	2997	0,0001*
Pillai se spoor	0,94347942	12506,98	4	2997	0,0001*
Hotelling-Lawley se spoor	16,6926719	12506,98	4	2997	0,0001*
Roy se grootste wortel	16,6926719	12506,98	4	2997	0,0001*

TABEL 6.36: EENRIGTING VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE GESAMENTLIK MET GEWOONTES, ANGS EN HOUDINGS AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GRAADGROEPE AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES

Variasiebronne	Grade van vryheid	Som van kwadrate	Gemiddelde som van kwadrate	F-waarde	P-waarde
GEWOONTES					
Graadgroepe	1	38,28	38,28	0,06	0,8097
Fout	3000	1981227,13	660,41		
Gekorrigeerde Totaal	3001	1981265,41			
ANGS					
Graadgroepe	1	33358,88	33358,88	108,10	0,0001*
Fout	3000	925807,52	308,60		
Gekorrigeerde totaal	3001	959166,40			
HOUDINGS					
Graadgroepe	1	2678,54	2678,54	32,53	0,0001*
Fout	3000	246985,75	82,83		
Gekorrigeerde totaal	3001	249664,29			

TABEL 6.37: POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN DIE TOTALE GRAADGROEPE MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES

Onafhanklike veranderlikes: Graadgroepe	Veranderlike: Kleinste gemiddelde kwadrate	Oorskrydingswaarskynlikhede tov graadgroepe	
		8 en 9	10 en 11
Graadgroep	Gewoontes		
8 en 9	81,92		
10 en 11	82,15	0,8097	
Graadgroep	Angs		
8 en 9	72,53		
10 en 11	79,29	0,0001*	
Graadgroep	Houdings		
8 en 9	26,94		
10 en 11	28,85	0,0001*	

Die resultate (saamgevat in Tabel 6.37) dui onder meer op die volgende:

- ★ Leerders in Graad 10 en 11 openbaar laer angsvlakke as hul medeleerders in Graad 8 en 9. Dit is verstaanbaar, aangesien talle leerders wie 'bang' is vir die vak of wie ontoereikend presteer in wiskunde, aan die einde van Graad 9 die vak laat vaar.
- ★ Leerders in Graad 10 en 11 openbaar meer toereikende Studiehoudings as hul eweknieë in Graad 8 en 9.

TABEL 6.38: MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (MANLIK) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE

Statistiek	Waarde	F-waarde	Grade van vryheid in teller	Grade van vryheid in noemer	P-waarde
Wilks se Lambda	0,95655532	2121,01	3	1401	0,0001*
Pillai se spoor	0,04344468	2121,01	3	1401	0,0001*
Hotelling-Lawley se spoor	0,04541785	2121,01	3	1401	0,0001*
Roy se grootste wortel	0,04541785	2121,01	3	1401	0,0001*

TABEL 6.39: EENRIGTING VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (MANLIK) GESAMENTLIK MET GEWOONTES, ANGS EN HOUDINGS AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES

Variasiebronne	Grade van vryheid	Som van kwadrate	Gemiddelde som van kwadrate	F-waarde	P-waarde
GEWOONTES					
Graadgroepe	1	1057,64	1057,64	1,55	0,2137
Fout	1403	958665,11	683,30		
Gekorrigeerde Totaal	1404	959722,75			
ANGS					
Graadgroepe	1	8727,20	8727,20	28,55	0,0001*
Fout	1403	428903,77	305,71		
Gekorrigeerde totaal	1404	437630,97			
HOUDINGS					
Graadgroepe	1	1276,10	1276,10	16,18	0,0001*
Fout	1403	110623,15	78,85		
Gekorrigeerde totaal	1404	111899,25			

TABEL 6.40: POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN GESLAGTE (TOTALE MANLIKE GROEP) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES

Onafhanklike veranderlikes: Taal en geslag	Veranderlike: Kleinste gemiddelde kwadrate	Oorskrydingswaarskynlikhede tov taal en geslag	
		Graad 8 en 9	Graad 10 en 11
TOTALE GROEP (MANLIK)	Gewoontes		
Graad 8 en 9	81,31		
Graad 10 en 11	79,56	0,2137	
TOTALE GROEP (MANLIK)	Angs	Graad 8 en 9	Graad 10 en 11
Graad 8 en 9	73,85		
Graad 10 en 11	78,88	0,0001*	
TOTALE GROEP (MANLIK)	Houdings	Graad 8 en 9	Graad 10 en 11
Graad 8 en 9	27,67		
Graad 10 en 11	29,59	0,0001*	

Die resultate (saamgevat in die Tabel 6.40) dui onder meer op die volgende:

- ★ Die manlike groep Graad 8- en 9-leerders openbaar statisties betekenisvol hoër angsvlakke en minder adekwate Studiehoudings jeens wiskunde as hul medeleerders in Graad 10 en 11.

TABEL 6.41: MEERVOUDIGE VARIANSIE-ANALISE (MANOVA) UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (VROULIK) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE

Statistiek	Waarde	F-waarde	Grade van vryheid in teller	Grade van vryheid in noemer	P-waarde
Wilks se Lambda	0,94382933	31,2248	3	1574	0,0001*
Pillai se spoor	0,05617067	31,2248	3	1574	0,0001*
Hotelling-Lawley se spoor	0,05951359	31,2248	3	1574	0,0001*
Roy se grootste wortel	0,05951359	31,2248	3	1574	0,0001*

TABEL 6.42: EENRIGTING VARIANSIE-ANALISE UITGEVOER OP DIE TWEE GRAADGROEPE (VROULIK) GESAMENTLIK MET GEWOONTES AS AFHANKLIKE VERANDERLIKE EN GESLAG AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKE

Variasiëbronne	Grade van vryheid	Som van kwadrate	Gemiddelde som van kwadrate	F-waarde	P-waarde
GEWOONTES					
Graadgroepe	1	1687,86	1687,86	2,66	0,1028
Fout	1576	998534,17	633,59		
Gekorrigeerde Totaal	1577	1000222,03			
ANGS					
Graadgroepe	1	26416,58	26416,58	85,51	0,0001*
Fout	1576	486859,83	308,92		
Gekorrigeerde totaal	1577	513276,41			
HOUDINGS					
Graadgroepe	1	1277,07	1277,07	15,16	0,0001*
Fout	1576	132728,40	84,21		
Gekorrigeerde totaal	1577	134005,47			

TABEL 6.43: POST-HOC-VERGELYKING MET BEHULP VAN KLEINSTE GEMIDDELDE KWADRATE TUSSEN GESLAGTE (TOTALE VROULIKE GROEP) MET GEWOONTES, ANGS, HOUDINGS EN TOTALE AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES

Onafhanklike veranderlikes: Taal en geslag	Veranderlike: Kleinste gemiddelde kwadrate	Oorskrydingswaarskynlikhede tov taal en geslag	
TOTALE GROEP (VROULIK)	Gewoontes	Graad 8 en 9	Graad 10 en 11
Graad 8 en 9	82,39		
Graad 10 en 11	84,49	0,1028	
TOTALE GROEP (VROULIK)	Angs	Graad 8 en 9	Graad 10 en 11
Graad 8 en 9	71,36		
Graad 10 en 11	79,67	0,0001*	
TOTALE GROEP (VROULIK)	Houdings	Graad 8 en 9	Graad 10 en 11
Graad 8 en 9	26,32		
Graad 10 en 11	28,15	0,0001*	

Die resultate (saamgevat in die Tabel 6.43) dui onder meer op die volgende:

- ★ Die vroulike groep Graad 8- en 9-leerders openbaar statisties betekenisvol hoër angsvlakke en minder toereikende Studiehoudings teenoor wiskunde as hul medeleerders in Graad 10 en 11.
- ★ Die eerste groep subhipoteses wat in hierdie afdeling ondersoek is, is die volgende:
 - Die prestasies in die verskillende velde van die SOW van die gesamentlike graadgroepe verskil statisties betekenisvol van mekaar.
 - Die prestasies in die verskillende velde van die SOW van verskillende moedertaalgroepe verskil statisties betekenisvol van mekaar.
- ★ Die prestasies in die verskillende velde van die SOW van die verskillende geslagsgroepe verskil statisties betekenisvol van mekaar.

Uit die resultate blyk dit dat hierdie hipoteses gesteun word. Die variansie-analise het aangedui dat daar feitlik deurgaans statisties betekenisvolle verskille tussen die gemiddelde prestasies vir beide graadgroepe (8 en 9 enersyds en 10 en 11 andersyds) en taal- en geslagsgroepe bestaan. Post-hoc-vergelykings het verder aangetoon presies wáár die verskille tussen die studiegroepe lê, soos toepaslik aangedui.

6.3.3 Kriteriaumverwante geldigheid

In Tabelle 6.44 tot 6.48 word Pearsonkorrelasies (in paragraaf 5.4.4.4 bespreek) verskaf, terwyl die resultate van die meervoudige regressie-analise in Tabel 6.49 verskaf word.

6.3.3.1 Saamvallende geldigheid: Pearsonkorrelasies

TABEL 6.44: PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS (GESAMENTLIK; N = 1072)

Velde - Toetse	Gewoontes	Angs	Houdings	Totaal
Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7) (N = 472)	0,13*	0,46*	0,32*	0,36*
Diagnostiese toetse in wiskundige taal (N = 470)	0,10	0,45*	0,33*	0,33*

TABEL 6.45: PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS (MANLIK; N = 469)

Velde - Toetse	Gewoontes	Angs	Houdings	Totaal
Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7) (N = 208)	0,01	0,40*	0,25*	0,25*
Diagnostiese toetse in wiskundige taal (N = 209)	0,06	0,37*	0,27*	0,19*

TABEL 6.46: PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS (VROULIK; N = 594)

Velde → Toetse ↓	Gewoontes	Angs	Houdings	Totaal
<i>Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)</i> (N = 262)	0,22*	0,50*	0,37*	0,43*
<i>Diagnostiese toetse in wiskundige taal</i> (N = 259)	0,19*	0,51*	0,37*	0,42*

TABEL 6.47: PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS (AFRIKAANS; N = 355)

Velde → Toetse ↓	Gewoontes	Angs	Houdings	Totaal
<i>Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)</i> (N = 201)	0,28*	0,50*	0,28*	0,42*
<i>Diagnostiese toetse in wiskundige taal</i> (N = 198)	0,32*	0,48*	0,30*	0,44*

TABEL 6.48: PEARSONKORRELASIES VAN VELDE MET GESTANDAARDISEERDE WISKUNDETOETSE VIR GRAAD 9-LEERDERS (AFRIKA; N = 717)

Velde → Toetse ↓	Gewoontes	Angs	Houdings	Totaal
<i>Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)</i> (N = 271)	0,21*	0,36*	0,34*	0,39*
<i>Diagnostiese toetse in wiskundige taal</i> (N = 272)	0,24*	0,43*	0,37*	0,45*

Uit Tabelle 6.44 tot 6.48 blyk dit dat, behalwe vir enkele gevalle, die korrelasies betekenisvol was op die 5%-peil. Dit beteken dat die meeste tellings van die individuele

velde, asook die totaaltellings, betekenisvol positief korreleer met die kriteriumtoetse, te wete die *Prestasietoets in wiskunde (Standaard 7)* en die *Diagnostiese toetse in wiskundige taal*.

6.3.3.2 Voorspellende geldigheid: Meervoudige regressie-analise

TABEL 6.49: MEERVOUDIGE REGRESSIE-ANALISE MET GEWOONTES (X_1), ANGS (X_2), EN HOUDINGS (X_3) AS ONAFHANKLIKE VERANDERLIKES EN PRESTASIE IN DIE *PRESTASIE TOETS IN WISKUNDE (STANDERD 7)* (WISK 7) EN *DIAGNOSTIESE TOETSE IN WISKUNDIGE TAAL (DIAG)* AS AFHANKLIKE VERANDERLIKES (Y)

AFHANKLIKE VERANDERLIKE	GROEP	R	R ²	VOORSPELLINGS- OF REGRESSIEVERGELYKINGS MET REGRESSIEKOEFFISIËNTE
Wisk 7	Totaal	0,5054	0,2554	$y = 1,17 - 0,04x_1^* + 0,12x_2^* + 0,19x_3^*$
Diag	Totaal	0,5263	0,2770	$y = 5,47 - 0,20x_1^* + 0,44x_2^* + 0,80x_3^*$
Wisk 7	Afrika	0,4623	0,2137	$y = 1,92 - 0,00x_1 + 0,07x_2^* + 0,13x_3^*$
	Afrikaans	0,4983	0,2483	$y = 3,59^* - 0,01x_1 + 0,14x_2^* + 0,02x_3$
Diag	Afrika	0,5290	0,2798	$y = -4,43 - 0,01x_1 + 0,33x_2^* + 0,54x_3^*$
	Afrikaans	0,4896	0,2397	$y = 26,02^* + 0,04x_1 + 0,35x_2^* + 0,11x_3$
Wisk 7	Manlik	0,4753	0,2259	$y = 2,79 - 0,05x_1^* + 0,11x_2^* + 0,20x_3^*$
	Vroulik	0,5355	0,2868	$y = 0,29 - 0,03x_1 + 0,13x_2^* + 0,19x_3^*$
Diag	Manlik	0,5198	0,2702	$y = 14,46^* - 0,30x_1^* + 0,38x_2^* + 0,93x_3^*$
	Vroulik	0,5494	0,3018	$y = 0,01 - 0,12x_1^* + 0,47x_2^* + 0,72x_3^*$

Uit Tabel 6.49 blyk dit dat die velde Studiegewoontes, Wiskunde-angs en Studiehoudings feitlik deurgaans betekenisvolle voorspellers was (op 'n 5%-peil) vir prestasie in die *Prestasietoets in wiskunde (Standaard 7)*, asook vir prestasie in die *Diagnostiese toetse in wiskundige taal*.

- ★ Die tweede groep subhipoteses wat in hierdie afdeling ondersoek is, is die volgende:

- *Daar is 'n betekenisvolle verband tussen prestasie in die velde van die SOW (Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs, Studiehoudings jeens wiskunde en Totaaltellings) enersyds en die Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7) en die Diagnostiese toetse in wiskundige taal andersyds.*

Vir hierdie hipoteses is daar beperkte steun gevind. Die meeste tellings van die individuele velde, asook die totaaltellings, korreleer betekenisvol positief met die kriteriumtoetse, te wete die Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7) en die Diagnostiese toetse in wiskundige taal.

6.4 SAMEVATTING

Die resultate van die ondersoek kan opsommend soos volg saamgevat word:

(i) Evaluering van die SOW

- ★ Die SOW beskik oor inhoudsgeldigheid.
- ★ Etlke stappe is gedoen om die konstrugeldigheid van die SOW vir die drie bevolkingsgroepe **gesamentlik** te verseker. Dit sluit in: 'n omvattende literatuurstudie, die dra van sorg dat die belangrikste fasette van die SOW in die verskillende velde verreken is, nagaan van die items en plasing daarvan in velde deur verskeie deskundiges, asook faktor- en itemontleding.
- ★ Die betroubaarheidskoëffisiënte vir die SOW kan in die meeste gevalle as hoogs bevredigend beskou word vir die doel waarvoor die vraelys gebruik sal word.

(ii) Variansie-analise en *post-hoc*-vergelykings

- ★ Statisties betekenisvolle verskille is aan die hand van meervoudige variansie-ontleding (MANOVA) gevind tussen die gemiddeldes van die twee graadgroepe, ten opsigte van die verskillende velde oor die geheel. Vervolgens is eenveranderlike variansie-ontledings (ANOVA) gedoen. Waar F-waardes betekenisvol was op die 1%-peil, is die LSM-tegniek (*Least Squares Means*)

uitgevoer om vas te stel tussen watter groepe se gemiddeldes die verskille betekenisvol is.

★ Die variansie-analise het aangedui dat daar feitlik deurgaans statisties betekenisvolle verskille tussen die gemiddelde prestasies van beide graadgroepe (8 en 9 enersyds en 10 en 11 andersyds) en taal- en geslagsgroepe bestaan. *Post-hoc*-vergelykings het verder aangetoon presies wáár die verskille tussen die studiegroepe lê. Daar is onder meer bevind dat:

- Die Afrikataalsprekendes (Graad 8 en 9) se Studiegewoontes in wiskunde meer toereikend is as dié van die Afrikaans- en Engelssprekendes.
- Afrikataalsprekendes (Graad 8 en 9) konsekwent hoër wiskunde-angsvlakke, asook minder toereikende Studiehoudings teenoor wiskunde toon.
- Wat geslag aanbetref, is daar in Graad 8 en 9 statisties betekenisvolle verskille ten opsigte van die velde Angs en Houdings. Seuns in Graad 8 en 9 openbaar laer angsvlakke in wiskunde en meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as meisies.
- Ook in die geval van Graad 10 en 11 leerders openbaar Afrikataalsprekende leerders meer adekwate Studiegewoontes as hul Afrikaanse en Engelse eweknieë.
- Afrikaanssprekende leerders se gemiddeld vir Angs verskil statisties betekenisvol van dié van Engelssprekende leerders.
- Engelssprekende leerders openbaar beduidend laer angsvlakke as Afrikaanssprekende leerders, wie die hoogste angsvlakke van die drie groepe openbaar.
- Wat Studiehoudings aanbetref, blyk dit dat Afrikataalsprekende leerders in Graad 10 en 11 beduidend meer toereikende Studiehoudings as hul Afrikaanse en Engelse medeleerders openbaar.
- Die mees betekenisvolle bevinding uit die *post-hoc*-vergelykings is egter die verskynsel dat Afrikataalsprekende leerders in Graad 10 en 11 soveel swakker presteer in die veld Lokus van Beheer as Afrikaans- en Engelssprekende leerders.
- Meisies in Graad 10 en 11 se gemiddeld vir die velde Studiegewoontes in wiskunde, asook Studiehoudings jeens wiskunde verskil statisties

betekenisvol van dié van seuns in hierdie grade. Dit wil voorkom of meisies in hierdie grade meer toereikende Studiegewoontes het, terwyl hul Studiehoudings in wiskunde steeds minder toereikend is as dié van seuns.

- Leerders in Graad 10 en 11 openbaar betekenisvol laer angsvlakke as hul medeleerders in Graad 8 en 9.
 - Leerders in Graad 10 en 11 openbaar meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as hul eweknieë in Graad 8 en 9.
 - Seuns sowel as meisies in Graad 10 en 11 se angsvlakke is statisties betekenisvol laer as dié van hul medeleerders in Graad 8 en 9, terwyl sowel seuns as meisies in Graad 10 en 11 meer adekwate Studiehoudings as hul eweknieë in Graad 8 en 9 openbaar.
- ★ Die meeste tellings van die individuele velde, asook die totaal tellings, korreleer betekenisvol positief met die kriteriumtoetse, te wete die *Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)* en die *Diagnostiese toets in wiskundige taal*. Hierdie tendens is bevestig deur Pearsonkorrelasies en die uitvoer van die statistiese tegniek meervoudige regressie-analise. Die SOW beskik dus klaarblyklik oor kriteriumverwante geldigheid.

In Hoofstuk Sewe sal daar perspektief gebring word op die resultate en sal enkele aanbevelings gemaak word.

1. Tipe 3 som van kwadrate word in die variansie-analises gebruik om die partiële effek van die veranderlikes afsonderlik te gee. Tipe 1 som van kwadrate gee die marginale effek weer.

HOOFSUK 7

SAMEVATTING EN AANBEVELINGS

7.1 INLEIDING

7.1.1 Die behoefte aan voorligting in verband met leerders se studie-oriëntasie in wiskunde

In Hoofstukke Een en Vier van die onderhawige studie is daarop gewys dat die druipeyfer in wiskunde op skool hoog is; nie alleen in Suid-Afrika nie, maar ook internasionaal (Maree, 1995b). Baie resente navorsing deur die RGN suggereer tewens dat Suid-Afrika selfs verder agter is as wat in selfs die mees negatiewe beramings geskat is (Howie, 1996). Edwards (Kommer ..., 1997) wys daarop dat slegs 4% van alle studente in Suid-Afrika in ingenieurswese studeer, terwyl die syfer in Oosterse lande 30% is. Edwards (Kommer..., 1997) gaan verder:

"Ons weet dat die standaard van onderrig in wetenskap en wiskunde in swart skole hopeloos is. Dit word oorkom met oorbruggingsprogramme vir matrieks."

Dit is boonop 'n bekende verskynsel dat leerders met 'n oënskynlik hoë algemene verstandsvermoë of aanleg vir wiskunde soms onderpresteer in die vak. Hierteenoor is dit bekend dat enkele leerders met 'n oënskynlik lae algemene verstandelike vermoë of aanleg vir wiskunde goed presteer in die vak. Dit is in hierdie verband belangrik om daarop te let dat daar gewoonlik, om verskeie redes, min aandag aan leerders se **studie-oriëntasie in wiskunde** gegee word; ten spyte daarvan dat navorsing aandui dat prestasie in skoolwiskunde een van die beste voorspellers van tersiêre sukses is (Visser, 1989). Pollock & Wilkinson (1988:80) beoordeel hierdie potensiële verband soos volg:

"The evidence suggests that academic achievement of students differs significantly on strategies and motives but not on abilities."

7.1.2 Opsomming van die resultate uit die literatuurstudie

'n Ondersoek na die vernaamste leerteoretiese benaderings tot die leerproses in wiskunde wat in Hoofstukke Twee, Drie en Vier uitgevoer is, bring samevattend onder andere die volgende fasette of aspekte van 'n studie-oriëntasie in wiskunde aan die lig:

- ★ die vorming van basiese konsepte in wiskunde is 'n voorvereiste vir die leer van meer gevorderde werk in wiskunde;
- ★ leerders se Studiehoudings teenoor wiskunde sluit aspekte soos motivering en verwagtinge ten opsigte van die vak in, en beïnvloed onder andere hul belangstelling in wiskunde;
- ★ wanneer leerinhoud in wiskunde nie aansluit by leerders se kennis- en denkvlak nie, lei dit tot frustrasie, wat motivering om in wiskunde te presteer, inhibeer;
- ★ leerders se affektiewe ingesteldheid beïnvloed hul ingesteldheid jeens die vak;
- ★ leerders se studiegewoontes in wiskunde is onder meer belangrik in terme van die inoefening van belangrike insigte in die vak;
- ★ leerders se probleemoplossingsingesteldheid (wat aspekte soos probleemsentrerings, koöperatiewe leer, die implementering van metakognitiewe leerstrategieë kan insluit) oefen 'n potensieel betekenisvolle invloed uit op hul uiteindelijke prestasie in wiskunde;
- ★ leerders se studiemilieu (sosiale, fisieke én beleefde milieu) vorm 'n integrale deel van hul studie-oriëntasie. Leerders kom immers uit verskillende huise, het verskillende agtergronde en hulle verskil ten opsigte van etniese en kulturele agtergronde. Motivering verskil van kultuur tot kultuur, soos ook leerders se belangstellings en die premie wat hul ouers op prestasie in wiskunde plaas. Leerders uit minder stimulerende omgewings het dikwels agterstande, openbaar 'n minder mate van waaghouding en is dikwels stadiger leerders as leerders uit minder beperkte omgewings;
- ★ die wyse waarop leerders hul onderwysers beleef, oefen na alle waarskynlikheid 'n betekenisvolle invloed uit op hul ingesteldheid jeens die vak;

- ★ die wyse waarop leerders inligting in wiskunde verwerk (insluitende kritiese denke, algemene én spesifieke verstaan-, leer-, samevatting- en leesstrategieë) medebepaal hul vermoë om probleme in wiskunde op te los en verskaf dikwels 'n maatstaf van die mate waarin leerders wiskunde werklik verstaan; en
- ★ holisties gesien, beïnvloed leerders se totale studie-oriëntasie in wiskunde hul probleemoplossingsvermoë en hul uiteindelijke prestasie in die vak waarskynlik betekenisvol.

7.1.3 Probleemsentrering

In Hoofstuk Twee is die beginsels van 'n probleemgesentreerde benadering tot 'n studie-oriëntasie in wiskunde onder meer verduidelik. Vertroue in die meriete van hierdie benadering vorm een van die uitgangspunte van die SOW. Hierdie benadering het veral die optimalisering van probleemoplossingsgedrag in wiskunde ten doel (Cockcroft, 1982; NCSM, 1977). Die fokus verskuif dus -

- ★ van die leerder as iemand wat iets **doen**, na die leerder as iemand wat **aktief dink**;
- ★ van wiskunde as gefokus op konsepte en vaardighede na 'n fokus op konsepte, vaardighede en **prosesse**; en
- ★ na sosiale interaksie, saamwerk in groepe, 'n ondersoekende ingesteldheid en leerderbetrokkenheid in die wiskundeklaskamer.

Nadruk word gelê op:

- ★ 'n funksionele kennis van die **taal** en **struktuur** van wiskunde, insluitende die vermoë om te kan skat, benader en die redelikheid van die resultate van probleemoplossing te kan peil;
- ★ 'n intelligente bemeestering van rekenkundige vaardighede en vermoëns. Hiermee word bedoel dat leerders ook insig moet hê in die redes waarom hulle sekere meganiese bewerkings uitvoer;
- ★ 'n waardering vir die gebruik en belangrikheid van wiskunde in die moderne samelewing; en

- ★ 'n gesonde, positiewe houding teenoor leer en ontdekking ten opsigte van wiskunde.

7.1.4 Wat is studie-oriëntasie in wiskunde?

In Hoofstuk Drie van hierdie studie is daarop gewys dat studie-oriëntasie verwys na die patrone in leerders se studie-benadering op skool en universiteit. Dit omvat 'n kombinasie van style en motiewe en sluit onder meer benaderings, houdings, instellings, motiewe, gewoontes en probleemoplossingsgedrag in (Entwistle & Ramsden, 1983). Hier is sprake van aangeleerde gedrag wat weer op een of ander wyse gemeet behoort te kan word met die oog op die optimalisering van leerders se studie-oriëntasie.

7.1.5 Die aandeel van studie-oriëntasie aan prestasie in wiskunde

Die gebruik van 'n gestandaardiseerde vraelys om leerders se studie-oriëntasie in wiskunde te meet, bied potensieel aan sielkundiges¹ die geleentheid om meer inligting te bekom oor leerders as bloot informasie oor hul kognitiewe prestasie in wiskunde. Verskeie navorsers het reeds aangetoon dat daar 'n statisties betekenisvolle verband bestaan tussen aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde, insluitende angs, motivering, houdings jeens wiskunde, die gebruik van effektiewe (metakognitiewe) leerstrategieë in wiskunde, effektiewe tydsbestuur, konsentrasie, die wil om in wiskunde te presteer, ouerverwagting, asook die sosiale, fisieke én beleefde milieu van wiskundeleer enersyds en prestasie in wiskunde andersyds.

7.1.6 Tegnieke vir die meting van studie-oriëntasie in wiskunde

Verskeie metodes word gebruik vir die evaluering van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde. Dit sluit observasie, die onderhoudmetode, die nagaan van skrifte, toetsing en eksaminering in. Die vraelysmetode word selde gebruik. Die primêre doelwit met hierdie studie is dan om 'n studie-oriëntasievraelys in wiskunde te ontwerp.

¹ Vir die doel van Hoofstuk Sewe sluit die term 'sielkundiges' verder-aan sowel sielkundiges as voorligters en wiskunde-onderwysers in.

7.1.7 Oorwegings by die ontwerp van die SOW

Die volgende oorwegings is in ag geneem by die ontwerp van die SOW:

- (i) Die inhoud moet vir die toetsling sinvol wees.
- (ii) Die vraelys moet diagnostiese waarde hê.
- (iii) Sydigheid in items ten opsigte van taal, geslag, ras en sosio-ekonomiese milieu moet beperk word.
- (iv) Puntetoekenning moet objektief kan plaasvind.
- (v) Daar moet gemeenskaplike normtabelle wees vir leerders van alle bevolkingsgroepe.

7.1.8 Rasionaal (beskrywing van die velde van die SOW)

In die geval van Graad 8 en 9 kon drie velde (Studiegewoontes in wiskunde, Wiskunde-angs en Studiehoudings jeens wiskunde) uiteindelik onderskei word, terwyl 'n vierde veld (Lokus van beheer) in die geval van Graad 10 en 11 geïdentifiseer kon word. Die vier velde word vervolgens beskryf.

- (i) Studiegewoontes in wiskunde (SG/SH)

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 38 vrae. Dit sluit in:

- (a) Aan die dag lê van aangeleerde, konsekwente, effektiewe Studiegewoontes en -metodes (soos die beplanning van tyd en voorbereiding, die uitwerk van vorige toetse en vraestelle, die uitwerk van méér as net bekende probleme, asook die opvolg van probleme in wiskunde).
- (b) Die mate waarin leerders opdragte en take in wiskunde stiptelik afhandel, huiswerk op datum hou, bybly in wiskunde en dit vermy om tyd te verkwis.

(c) Die bereidwilligheid om konsekwent wiskunde te doen, ten spyte daarvan dat ander aktiwiteite (wat vir die leerder 'lekkerder' is) in die plek daarvan gedoen sou kon word.

(d) Probleemoplossingsgedrag in wiskunde. **Metakognitiewe leerstrategieë** in wiskunde sluit **beplanning, selfmonitering, selfevaluering, selfregulering** en **besluitneming** tydens die proses van probleemoplossing in wiskunde in. Hierdie aspek kan beskryf word as '**denke oor die denke**' in wiskunde (**soos byvoorbeeld wanneer leerders probeer om agter te kom watter onderafdelings van wiskunde hulle nie verstaan nie**). Aan die dag lê van hierdie strategieë help leerders om te **veralgemeen** in wiskunde (**inferensie**). Hierdie leerstrategieë gedy in 'n leeromgewing waar voorkeur gegee word aan 'n probleemgesentreerde oplossingsbenadering en die koöperatiewe aanpak van wiskunde probleme en waar sosialisering (sosiale interaksie) in die wiskundeklas toereikend voltrek. Leerders behoort aktief deel te neem aan die verwerwing van die taal van wiskunde, en daar behoort in die klaskamer ge-enkultureer te word sodat sekere uitdrukkingswyses, terme en/of verduidelikings in die betrokke klaskamer aanvaarbaar raak; dit wil sê, deel van die klaskamerkultuur word.

(e) Algemene en spesifieke leer-, samevatting- en leesstrategieë, kritiese denke en verstaanstrategieë (soos die optimale gebruik van sketse, tabelle, diagramme). Hierdie veld verskaf 'n maatstaf van die mate waarin leerders wiskunde werklik verstaan. Wanneer begripsvorming in wiskunde ontoereikend plaasgevind het, blyk dit dikwels uit handeling soos ontoepaslike bewysvoering, oordrewe tegniese foute (foutiewe berekeninge), foutiewe toeken van waardes aan onbekendes, foutiewe aannames en foutiewe toeken van eienskappe.

(ii) Wiskunde-angs (WA/MA)

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 28 vrae. Paniek, angstigheid en kommer manifesteer onder meer in die vorm van doellose, herhalende gedrag (soos die kou van naels, oormatige sweet, speel met objekte, oordrewe behoefte om die toilet te besoek, doodtrek van regte antwoorde en 'n onvermoë om duidelik te praat). Leerders se motivering in wiskunde word negatief beïnvloed wanneer hulle gevoelsmatig ontwrig

word. Wanneer leerders nie die beperkte, tegniese taal van wiskunde toereikend bemeester het nie, lewer dit 'n bydrae tot die styging van leerders se Wiskunde-angsvlakke.

(iii) Studiehoudings jeens wiskunde (SH/SA)

Beskrywing en rasionaal: hierdie veld bestaan uit 11 vrae en verwys na gevoelens (subjektiewe, maar ook objektiewe belewinge), ingesteldhede en houdings (jeens wiskunde en aspekte van wiskunde) wat konsekwent manifesteer en leerders se motivering en verwagting jeens, asook belangstelling in, wiskunde beïnvloed. Dit sluit in: leerders se 'wiskundige wêreldbeskouing' oor die **self**, die **aard** van wiskunde en die **aard van die leer** van wiskunde.

(iv) Lokus van Beheer met betrekking tot wiskunde (LB)

Hierdie veld beslaan 13 vrae en sluit in: wiskundeleerders kom uit verskillende omgewings en het verskillende agtergronde. Leerders uit nie-stimulerende omgewings het dikwels agterstande, sukkel en is stadiger leerders as gevolg van beperkter ervarings. Frustrasie, beperkende huislike omstandighede, nie-stimulerende leer- en studie-omgewings, fisieke probleme soos 'n onvermoë om goed te sien of hoor, leesprobleme, name en leefstyle in woordprobleme wat nie uit die leerder se ervaringsveld kom nie en taalprobleme (insluitend die tipiese probleme wat meegebring word deur tweedetaalonderrig, taalagtergrond wat beperkend is en milieubenadeeldheid) is beperkend, verwar leerders en ondermyn prestasie in wiskunde.

(v) Studie-oriëntasie in wiskunde (SOW)

Oor die geheel gesien, gee die SOW 'n samevatting van die voorgenoemde aspekte en verskaf dit 'n maatstaf van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde. Die totale vraelys bestaan dus uit 77 vrae in die geval van Graad 8 en 9 en 90 vrae in die geval van Graad 10 en 11.

Die afneem van hierdie vraelys behoort te alle tye opgevolg te word deur 'n taakgerigte onderhoud. Dit behoort verder in gedagte gehou te word dat leerders se studieprobleme in wiskunde nooit lineêr gesien behoort te word as bloot leerprobleme nie, maar eerder as onderrig- én leerprobleme. Dit word hiermee beklemtoon dat studie-oriëntasie- en prestasieprobleme in wiskunde nie in isolasie beskou moet word nie, maar te alle tye beoordeel moet word binne die konteks van die méns wat hierdie probleme ervaar. So word 'n goeie begrip van studie-oriëntasie- en prestasieprobleme in wiskunde altyd gekombineer met die humanitêre begrip vir leerders as unieke individue, op persoonlike, omstandigheds-, asook verhoudingsvlakke, ten opsigte van hul psigobiologiese samestelling, hul psigofisiologiese konstitusie en hul intrapsigiese funksionering.

7.2 BEVINDINGS EN IMPLIKASIES VAN HIERDIE ONDERSOEK

In Hoofstuk Vyf is die navorsingsontwerp en -prosedure uiteengesit. In Hoofstuk Ses is die resultate van die studie weergegee. Die dataverwerkingsprosedures het veral betrekking op drie primêre doelwitte met die studie. Hierdie doelwitte word vervolgens bespreek.

7.2.1 Standaardisering van die SOW

In die onderhawige geval is etlike stappe gevolg om die SOW psigometries te evalueer. Dit sluit in: die uitvoer van 'n omvattende literatuurstudie; die dra van sorg dat die belangrikste fasette van die SOW in die verskillende velde verreken is; nagaan van die items en plasing daarvan in velde deur verskeie deskundiges; faktorontleding; en itemontleding. Daar is bevind dat die SOW oor inhouds-, asook konstrukteldigheid beskik vir die drie bevolkingsgroepe **gesamentlik**. Verder kan die betroubaarheidskoëffisiënte vir die SOW in die meeste gevalle as hoogs bevredigend beskou word vir die doel waarvoor die vraelys gebruik sal word.

7.2.2 Vergelykende studies om die toepaslikheid van die SOW te bepaal

Variansie-analisetegnieke is gebruik om vas te stel waar betekenisvolle verskille tussen groepe (insluitend graad-, moedertaal- en geslagsgroepe) lê. Eerstens is 'n MANOVA uitgevoer ten einde te bepaal of groepe betekenisvol van mekaar verskil ten opsigte van

die drie velde (Graad 8 en 9) of vier velde (Graad 10 en 11) gesamentlik; dit wil sê, hoe verskil die groepe ten opsigte van studie-oriëntasie oor die geheel. Waar die MANOVA betekenisvolle verskille uitgewys het, is verder ondersoek ingestel in 'n poging om te bepaal ten opsigte van watter individuele velde (enkelveranderlikes) groepe betekenisvol verskil. Met behulp van LSM is bepaal watter groepe betekenisvol verskil ten opsigte van die afsonderlike velde.

Enkele van die bevindings word vervolgens krities beoordeel, teen die verwysingsraamwerk van 'n oorsig oor die wyse waarop hierdie resultate by vorige resultate, asook by ter sake teoretiese beskouinge aansluit.

7.2.2.1 Vergelykings tussen die taalgroepe

Dit wil voorkom of Afrikataalsprekendes wat wiskunde in Graad 8 en 9, maar ook in Graad 10 en 11 neem in die algemeen positief ingestel is teenoor wiskunde en meer adekwate Studiegewoontes openbaar as hul Engels- en Afrikaanssprekende eweknieë. Dit is in ooreenstemming met die bevindings van Møller (1994) in hierdie verband. Haar studie bevestig die vermoede dat hierdie leerders 'spontaan' ander maatreëls tref (soos om namiddae by hul skool saam met vriende te werk) in 'n poging om die nadelige uitwerking van milieubenadeeldheid te bowe te kom.

Afrikaanssprekende leerders in Graad 8 en 9 se Wiskunde-angs is statisties betekenisvol hoër as dié van Engelssprekende leerders, terwyl Afrikataalsprekendes die hoogste angsvlakke ervaar en minder toereikende Studiehoudings teenoor wiskunde openbaar as leerders van die ander twee moedertaalgroepe. Die verskynsel dat Afrikataalsprekende leerders soveel swakker presteer in wiskunde (Blankley, 1994; Christie, 1991; Maree 1995b), moet hiermee saamgelees word. Hierdie groot agterstand wat Afrikataalsprekende leerders ten opsigte van hul Engels- en Afrikaanssprekende eweknieë openbaar, hou waarskynlik direk verband met dit dat toestande in tradisioneel swart skole steeds baie minder optimaal is as toestande in tradisioneel wit skole (Jansen, 1996). Die milieubenadeeldheid van swart leerders lewer klaarblyklik 'n bydrae daartoe dat hulle op kognitiewe vlak later as hul wit eweknieë ontwikkel. Hierdie siening sluit nou aan by die siening van Piaget (aangehaal deur Lavatelli, 1974) soos bespreek in Hoofstukke

Twee en Vier. Dit wil voorkom of die neerdrukkende faktore in tradisioneel swart gebiede (insluitend swart skole) hierdie leerders se kognitiewe ontwikkeling in wiskunde dermate rem dat Afrikataalsprekende leerders 'n agterstand van 'n jaar of meer het wat wiskundig-kognitiewe ontwikkeling betref, in vergelyking met leerders van die ander taalgroepe. Dit word beklemtoon dat hierdie agterstand na alle waarskynlikheid nie die resultaat van 'genetiese verskille' tussen die verskillende moedertaalgroepe is nie, maar dat dit eerder toegeskryf behoort te word aan die negatiewe uitwerking van milieubenadeeldheid, soos in Hoofstukke Drie en Vier verduidelik.

Brodie (1994:5) verwys daarna dat "*many [authors] speak of the alienation and anxiety that most pupils experience while learning mathematics at school.*" Hierdie outeurs skryf die verskynsel onder meer toe aan die bestaan van rassisme en seksisme in skole, asook aan onderwyserpersepsies - soos dat swart leerders en meisies hardwerkend en "*not naturally bright*" is (Brodie, 1994:13).

Dat Afrikataalsprekende leerders in Graad 8 en 9 aansienlik hoër angsvlakke openbaar as hul eweknieë uit die ander taalgroepe, kan waarskynlik ook onder meer toegeskryf word aan taalprobleme. Stumpf (Kommer ..., 1997) stel dit soos volg:

"Afrikaanse leerders het baie goed gevaar. Die rede is eenvoudig: Afrikaans is hierdie leerders se eerste taal, terwyl Engels die meeste leerders in Engelstalige skole se tweede tale is. Baie van die (Afrikataalsprekende) leerders in Engelstalige skole het nie eens die konteks van die vroeë behoorlik begryp nie."

In Hoofstukke Drie en Vier van hierdie studie is aangetoon in watter mate nie-toereikende begrip of bemeestering van die beperkte, tegniese taal van wiskunde, asook nie-moedertaalonderrig, tot leerprobleme in wiskunde kan lei.

Engelssprekende leerders in Graad 10 en 11 openbaar eweneens beduidend laer angsvlakke as Afrikaanssprekende leerders. Dié bevinding sluit aan by die bevinding van Van Eeden (1991) wat, soos in Hoofstuk Vier beskryf is, bevind het dat Engelssprekende leerders beter presteer in die **SSAIS-R (die Senior Suid-Afrikaanse Individuele Skaal -**

Hersien) as hul Afrikaanssprekende eweknieë. Claassen (1987) noem die hoër sosio-ekonomiese status van die Engelssprekende groep as moontlike rede vir hierdie tipe verskynsel. Soos in Hoofstuk Vier verduidelik is, dra faktore soos dit dat Engelssprekende ouers meer betekenis heg aan die ontwikkeling van persoonlikheidseienskappe soos kreatiwiteit, 'n ontdekkende ingesteldheid, onafhanklikheid en ekstroversie, moontlik by tot hierdie verskynsel.

Afrikataalsprekendes in Graad 8 en 9 toon statisties betekenisvol hoër angsvlakke as hul eweknieë in ander taalgroepe. Die situasie verander marginaal in Graad 10 en 11, waar Afrikaanssprekende leerders se angsvlakke statisties betekenisvol verskil van dié van Engelssprekende groep. Die verskynsel dat Afrikaanssprekende leerders in Graad 10 en 11 se angsvlakke ietwat hoër is as dié van Afrikataalsprekende leerders (hoewel nie statisties betekenisvol nie), moet saamgelees word met dit dat 'n besonder groot persentasie Afrikataalsprekende leerders wiskunde aan die einde van Graad 9 laat vaar (Blankley, 1994; Christie, 1991; Maree 1995b). Die omvang van die probleem blyk onder meer uit die volgende tabel:

TABEL 7.1: VERSPREIDING VAN SUID-AFRIKAANSE WISKUNDELEERDERS IN GRAAD 12 PER MOEDERTAALSPREKENDE GROEP (1993) (STRAUSS, 1997)

	AFRIKATAALSPREKENDES				AFRIKAANS- EN ENGELSSPREKENDES			
	Seuns		Meisies		Seuns		Meisies	
Graad/totaal	N	%	N	%	N	%	N	%
Hoër-	36043	21,30	37573	16,60	11041	32,70	9613	28,83
Standaard-	15071	8,91	18607	8,22	13039	38,61	9905	29,71
Totale (Graad 12)	169197	100	226321	100	33768	100	33342	100

Uit die gegewens in Tabel 7.1 blyk dit duidelik dat seuns met Afrikaans en Engels as moedertaal persentasiegewys in 'n veel groter mate wiskunde neem as meisies uit hierdie taalgroepe. Dit blyk verder dat 'n aansienlik laer persentasie Afrikataalsprekende seuns as Afrikaans- en Engelssprekende seuns wiskunde tot in Graad 12 neem, terwyl die situasie nog minder gunstig is wat Afrikataalsprekende meisies betref (Strauss, 1997).

Afrikataalsprekende leerders beleef hulle as uitgelewer aan 'n situasie waaraan hulle niks kan verander nie - hulle beste pogings ten spyt, is omstandighede eenvoudig té neerdrukkend en ondersteunende strukture feitlik nie-bestaande. Hulle kan eenvoudig nie die mas in wiskunde opkom nie en laat vaar dus eerder wiskunde; in die meeste gevalle sonder dat die werklike probleme toepaslik hanteer word. Dit geskied boonop gewoonlik sonder inagneming van hierdie leerders se ware potensiaal, sonder inagneming van hul potensieële beroepstoekoms en sonder dat daar 'n poging aangewend word om toereikende voorligting aan hierdie leerders te bied oor die potensieële nadelige gevolge aan 'n potensieel kortsigtige besluit verbonde (Molepo, 1997).

Die mees betekenisvolle bevinding wat uit die *post-hoc*-vergelykings blyk, is egter die verskynsel dat Afrikataalsprekende leerders in Graad 10 en 11 soveel swakker presteer in die veld Lokus van Beheer as Afrikaans- en Engelssprekende leerders. 'n Verskeidenheid van faktore dra waarskynlik by tot die toedrag van sake, insluitende taalprobleme, onderwysers wat ondergekwalfiseer is, die tekort aan vroulike onderwysers in wiskunde en minder optimale SES onder Afrikataalsprekendes in die algemeen. Die uitslag van die TIMMS-verslag (Howie, 1996) bevestig die vermoede dat daar 'n sterk verband bestaan tussen neerdrukkende huislike omstandighede, milieubenadeeldheid en 'n ontoereikende studie-oriëntasie, asook onderprestasie in wiskunde. Hierdie bevindings is verder in ooreenstemming met die bevindings van navorsers soos Wong (1992), Haladyna *et al.* (1983), Hanna *et al.* (1991) en Kaisner-Messmer (1993) wat die positiewe korrelasie tussen ongunstige agtergrondsfaktore, eksterne Lokus van Beheer en ontoereikende prestasie in wiskunde uitwys.

Navorsing deur Schoenfeld (1988; 1994) bevestig dat veral swakker presteerders in wiskunde dikwels die beskouing huldig dat geluk 'n belangrike faktor is wat prestasie in wiskunde beïnvloed. Die resultate van onlangse navorsing deur die RGN (Howie, 1997) stem ooreen met hierdie bevinding. Verreweg die grootste persentasie Suid-Afrikaanse leerders (wat die swakste gevaar het in die TIMMS-studie) is daarvan oortuig dat faktore buite hul beheer, soos 'geluk', bepalend is vir goeie prestasie in wiskunde. Daarteenoor reken leerders in 'n land soos Singapoer (wat die beste presteer het in die TIMMS-studie) weer dat faktore binne hul beheer (soos harde werk) daarvoor verantwoordelik is dat

hulle so puik in wiskunde presteer. Herskovitz & Gefferth (1992) laat hulle soos volg uit oor die sielkundige implikasies van die belewing van 'n eksterne of interne Lokus van Beheer:

"Internal locus of control, or responsibility for one's achievement, is a prerequisite for a person to be able to attribute personal successes and/or failures first of all to his/her own efforts, abilities or the lack of them (versus chance, luck, other person); without which (call it task commitment or achievement motivation) it is inconceivable for a person to maintain achievement."

Om hierdie aanhaling binne die huidige Suid-Afrikaanse konteks te kan interpreteer, moet dit gelees word teen die verwysingsraamwerk wat tot dusver in hierdie hoofstuk geskets is. Dit impliseer onder meer dat pogings om die huidige onbevredigende toestand (wat prestasie in wiskunde in Suid-Afrika betref) te oorbrug of op te hef, alleen met sukses bekroon kan word indien die leersituasie of -milieu van alle leerders, maar die situasie van Afrikataalsprekende leerders in die besonder, ingrypend verbeter.

7.2.2.2 Vergelykings tussen die geslagsgroepe

Wanneer vergelykings getref word tussen geslagsgroepe, moet in gedagte gehou word dat minder seuns (46%) as meisies (54%) huidig ingeskryf is by skole in Suid-Afrika (Arnott, *et al.*, 1997). Wat geslag betref, is daar in die onderhawige studie statisties betekenisvolle verskille gevind ten opsigte van die velde Wiskunde-angs en Studiehoudings. Seuns in Graad 8 en 9 openbaar laer angsvlakke in wiskunde en openbaar meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as meisies. Hierdie bevinding korreleer met dié van Visser (1989:213), wat bevind dat:

"the attitudes of females become more negative in the period between Std 5 and Std 7. They become more anxious about their mathematics studies ... Their interest in the subject wanes."

Arnott *et al.* (1997:12) sluit hierby aan en sê

Afrikataalsprekende leerders beleef hulle as uitgelewer aan 'n situasie waaraan hulle niks kan verander nie - hulle beste pogings ten spyte, is omstandighede eenvoudig té neerdrukkend en ondersteunende strukture feitlik nie-bestaande. Hulle kan eenvoudig nie die mas in wiskunde opkom nie en laat vaar dus eerder wiskunde; in die meeste gevalle sonder dat die werklike probleme toepaslik hanteer word. Dit geskied boonop gewoonlik sonder inagneming van hierdie leerders se ware potensiaal, sonder inagneming van hul potensiele beroepstoekoms en sonder dat daar 'n poging aangewend word om toereikende voorligting aan hierdie leerders te bied oor die potensiele nadelige gevolge aan 'n potensieel kortsigtige besluit verbonde (Molepo, 1997).

Die mees betekenisvolle bevinding wat uit die *post-hoc*-vergelykings blyk, is egter die verskynsel dat Afrikataalsprekende leerders in Graad 10 en 11 soveel swakker presteer in die veld Lokus van Beheer as Afrikaans- en Engelssprekende leerders. 'n Verskeidenheid van faktore dra waarskynlik by tot die toedrag van sake, insluitende taalprobleme, onderwysers wat ondergekwalfiseer is, die tekort aan vroulike onderwysers in wiskunde en minder optimale SES onder Afrikataalsprekendes in die algemeen. Die uitslag van die TIMMS-verslag (Howie, 1996) bevestig die vermoede dat daar 'n sterk verband bestaan tussen neerdrukkende huislike omstandighede, milieubenadeeldheid en 'n ontoereikende studie-oriëntasie, asook onderprestasie in wiskunde. Hierdie bevindings is verder in ooreenstemming met die bevindings van navorsers soos Wong (1992), Haladyna *et al.* (1983), Hanna *et al.* (1991) en Kaisner-Messmer (1993) wat die positiewe korrelasie tussen ongunstige agtergrondsfaktore, eksterne Lokus van Beheer en ontoereikende prestasie in wiskunde uitwys.

Navorsing deur Schoenfeld (1988; 1994) bevestig dat veral swakker presteerders in wiskunde dikwels die beskouing huldig dat geluk 'n belangrike faktor is wat prestasie in wiskunde beïnvloed. Die resultate van onlangse navorsing deur die RGN (Howie, 1997) stem ooreen met hierdie bevinding. Verreweg die grootste persentasie Suid-Afrikaanse leerders (wat die swakste gevaar het in die TIMMS-studie) is daarvan oortuig dat faktore buite hul beheer, soos 'geluk', bepalend is vir goeie prestasie in wiskunde. Daarteenoor reken leerders in 'n land soos Singapoer (wat die beste presteer het in die TIMMS-studie) weer dat faktore binne hul beheer (soos harde werk) daarvoor verantwoordelik is dat

make this decision. They are strongly influenced by social, attitudinal and emotional considerations, particularly their perception of the usefulness of mathematics, and self-confidence and motivation in the subject."

Leder (1987) en Macleod (1995) sluit by hierdie siening aan, maar gaan verder en toon aan dat geslagsverskille wat prestasie in wiskunde betref, aan die hand van verskillende modelle verklaar word. Hierdie modelle sluit erflikheidsfaktore, vrees vir sukses, mislukking-georiënteerdheid, omgewingsfaktore, verskille in waardes, eksterne Lokus van Kontrole, sosiologiese faktore, asook leerder-onderwyser-interaksiepatrone in. Macleod (1995) beredeneer die geslagsverwante verskille in prestasie in wiskunde by uitstek vanuit 'n post-strukturele raamwerk en bevestig die bestaan van etlike heersende persepsies, soos dat seuns oor meer natuurlike talent vir wiskunde beskik en dat die intrinsieke, absolute aard van wiskunde ("n mens kan dit doen of jy kan nie") die vak meer geskik maak vir seuns as vir meisies. Dit geskied ten spyte daarvan dat die persepsies van geslagsverwante verskille eerder linguistiese as intrinsieke waarde het.

Hierdie tipe navorsingsresultate bring weer die behoefte aan toereikende voorligting ten opsigte van hierdie sake in skoolverband na vore. Navorsers soos Fennema & Hart (1994) wys daarop dat hierdie sake reggestel kan en behoort te word. Sielkundiges sal leerders op 'n meer professionele wyse moet help om te besluit of hulle wiskunde ná Graad 9 gaan neem of nie. Hierdie besluit sal op verantwoordelike wyse geneem moet word, met inagneming van leerders se totale situasie, insluitende hul kognitiewe, belangstellings-, persoonlikheids-, skolastiese én normatiewe profiel. Kortom, leerders se totale toekomstige beroepskeuseprofiel sal op holistiese wyse in ag geneem moet word wanneer besluite in hierdie verband geneem word. Kortsigtige keuses kan leerders se loopbaankeuses immers ernstig belemmer en hierdie leerders verhoed om hul persoonsmoontlikhede toereikend in 'n toekomstige beroep te verwerklik. Arnott et al. (1997:37) verwys soos volg na meisies se posisie met betrekking tot die volg van wiskunde:

"Girls need to see the career options that will be open to them with qualifications in these subjects."

Dit blyk verder dat meisies in Graad 10 en 11 meer as seuns in hierdie grade daartoe geneig is om te voel dat hulle beheer oor die situasie in die wiskundeklas uitoefen. Dit kan moontlik daarmee verband hou dat soveel meisies wiskunde aan die einde van Graad 9 laat vaar, dalk onder meer op grond van hul hoë angsvlakke in wiskunde. Diegene wat oorbly, sluit moontlik persone in met laer angsvlakke in wiskunde. Die studiemilieu van hierdie meisies is klaarblyklik meer optimaal of ondersteunend as die studiemilieu van diegene wat wiskunde aan die einde van Graad 9 laat vaar. Visser (1989:213) sluit soos volg by hierdie bevinding aan:

"In the case of Std 7 females the encouragement of both parents also correlated highly with the intention to continue with mathematics."

Die bevinding van die RGN (HSRC, 1997) dat vroue se posisie in die natuurwetenskappe in die tydperk 1985 tot 1994 relatief swak gebly het in vergelyking met hul manlike eweknieë, bevestig die siening wat in hierdie studie uitgespreek word dat daar indringend aandag gegee sal moet word aan die optimalisering van meisies se studie-oriëntasie in wiskunde. Daar sal veral ook gewerk moet word aan die verwydering van die oorsaaklike faktore vir die verskynsel hierbo genoem, naamlik dat relatief min meisies wiskunde tot in Graad 12 (asook daarná) neem.

7.2.2.3 Vergelykings tussen die graadgroepe

Leerders in Graad 10 en 11 openbaar laer angsvlakke as hul medeleerders in Graad 8 en 9. Dit is verstaanbaar, aangesien talle leerders wat 'bang' is vir die vak of swak in wiskunde presteer, aan die einde van Graad 9 die vak laat vaar. Ander moontlike verklarings vir die verskynsel is dit dat leerders in Graad 10 en 11 op 'n meer formele denkvlak begin funksioneer en derhalwe 'n meer gedistansieerde houding teenoor wiskundeverwante probleme kan inneem, hoe gering ook al.

Dit is insiggewend dat die veld Lokus van Beheer eers by leerders in Graad 10 en 11 geïdentifiseer kon word. Een van die redes vir die verskynsel is waarskynlik dit dat leerders in Graad 8 en 9 verplig word om wiskunde op skool te neem. Eers in Graad 10, 11 en 12 kan leerders self besluit (weliswaar met die begeleiding van betekenisvolle ander) of

hulle die vak wil neem of laat vaar. Met ander woorde, leerders ervaar in Graad 10, 11 en 12 vir die eerste keer die idee dat hulle hoegenaamd beheer kan uitoefen oor die situasie in wiskunde. Piaget (1964, 1973, 1976) verklaar dat adolessensie die tydperk is waartydens kinders by uitstek beweeg na 'n fase wanneer hulle meer in staat word om formele denkoperasies uit te voer. Sy siening dat leerders reeds op die ouderdom 12/13 die formeel-operasionele denkstadium betree, is egter reeds deur etlike navorsers as oeroptimisties beskou (Copeland, 1982). Dit wil eerder voorkom of leerders in die algemeen eers later hierdie denkstadium betree, afhangende van etlike faktore, insluitende hul sosio-ekonomiese status, kulturele milieu en die mate waarin hul ouers hulle ondersteun. Negatiewe omstandighede en milieubenadeeldheid in die algemeen het boonop, soos reeds in hierdie studie uitgewys is, 'n onderdrukkende effek op leerders se beweging na 'n meer formele, intellektuele denkvlak.

Barker (1995) verklaar dat meisies vroeër as seuns adolessensie betree (hy is van mening dat seuns adolessensie tussen die ouderdomme 13 en 17 betree, terwyl meisies die betrokke fase tussen die ouderdomme 11 en 13 betree). Thompson & Rudolph (1992) is weer van mening dat jeugdiges die adolessensiefase rofweg tussen die ouderdomme 12 en 18 jaar betree. In hierdie fase ontwikkel jeugdiges onder meer 'n buigsamer kognitiewe styl, kritiese denkvermoë en styl van sosiale interaksie (Barker, 1995; Erikson, 1965; Thompson & Rudolph, 1992). **Beoordeel na die resultate van die onderhawige studie, wil dit voorkom of Suid-Afrikaanse leerders oor die algemeen tussen Grade 10 en 12 'n stadium in hul ontwikkeling betree waar hulle daadwerklik blyke begin gee van die belewing van 'n eksterne of interne Lokus van Beheer op akademiese gebied (by uitstek ten aansien van die situasie in wiskunde).** Veral Afrikataalsprekende leerders gee duidelik blyke daarvan dat hulle reken hulle het nie beheer oor hul omstandighede nie; dat hulle voel hulle is 'uitgelewer' aan negatiewe omstandighede buite hul beheer en nie self verantwoordelik is vir hul swak prestasie in wiskunde nie; en dat hulle nie in staat is om in wiskunde te presteer nie, ten spyte daarvan dat hulle oënskynlik werklik probeer om die vak te bemeester.

Leerders in Graad 10 en 11 openbaar meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde, asook 'n meer adekwate studie-oriëntasie oor die geheel in wiskunde, as hul eweknieë in Graad 8 en 9. Dit kan onder meer daaraan toegeskryf word dat talle leerders wie se

studie-oriëntasie in wiskunde ontoereikend is, die vak aan die einde van Graad 9 laat vaar, maar sekerlik ook aan die kognitiewe ryping wat in ieder geval tydens die adolessensiefase intree. Diegene wat wel die vak neem, lê oënskynlik meer adekwate Studiegewoontes in wiskunde aan die dag en openbaar meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as diegene wat die vak laat vaar het. Net so laat vaar leerders die vak onder meer omdat hulle Wiskunde-angs openbaar en is die Wiskunde-angsvlakke van diegene wat wel die vak neem, heel verstaanbaar laer in Graad 10 en 11. Aan die ander kant moet die volgende ook in gedagte gehou word: Groter rypheid, asook 'n eie keuse (interne Lokus van Beheer), sal na alle waarskynlikheid angs onder beheer bring en dus die owerste angsvlakke verlaag.

7.2.3 Bepaling van die SOW se kriteriumverwante geldigheid by wyse van Pearsonkorrelasies en regressie-analise

Deur middel van Pearsonkorrelasies, asook die uitvoer van die statistiese tegniek meervoudige regressie-analise, is statisties betekenisvolle korrelasie byna deurgaans gevind tussen die velde Studiegewoontes, Wiskunde-angs en Studiehoudings, asook Totaaltelling in die SOW, en prestasie in die kriteriumtoetse wat gebruik is; te wete, die *Prestasietoets in wiskunde (Standerd 7)*, asook die *Diagnostiese toetse in wiskundige taal*. Dit dui waarskynlik daarop dat leerders se prestasie in wiskunde betekenisvol verbeter kan word wanneer aspekte van hul studie-oriëntasie in wiskunde (soos motivering, houdings en die afwesigheid van angs in die wiskundeklas) verbeter (Van Aardt & Van Wyk, 1994). Die SOW beskik dus klaarblyklik oor kriteriumverwante geldigheid.

7.3 AANBEVELINGS

Die navorsingsresultate van hierdie studie het segswaarde vir die proses van leerontwikkeling; op skool, maar ook aan tersiêre instansies. Uitvoering van die volgende aanbevelings kan moontlik bydra tot die optimalisering van leerders en studente se leerproses in wiskunde.

7.3.1 **Optimalisering van Studiegewoontes in wiskunde**

Die bevinding dat Afrikataalsprekende leerders in beide graadgroepe se Studiegewoontes meer optimaal is as dié van die ander twee moedertaalgroepe, is duidelik nie in ooreenstemming met die huidige prestasiesyfer (slaagsyfer) in wiskunde in alle grade nie (Afrikataalsprekende leerders se slaagsyfer in wiskunde is steeds beduidend laer as dié van ander moedertaalsprekers).

Dit wil voorkom of faktore soos 'n gebrek aan fasiliteite en handboeke, gebrekkige opvolg van werk, ontoereikende opvolg van Afrikataalsprekende leerders se werk, dit dat Afrikataalsprekendes dikwels so min as 100 uit 195 potensiële skooldae kan benut; kortom, wat Saunders (1996:18) noem:

"a serious inadequacy ... in the quantity and quality of teaching,"

op 'n betekenisvolle wyse 'n bydrae daartoe lewer dat selfs hierdie leerders se toegewyde pogings om wiskunde (as 't ware op hul eie) te bemeester, nie met sukses bekroon kan word nie. Gesien teen hierdie agtergrond, en met inagneming van die ontwrigting wat steeds in verreweg die meeste swart skole ervaar word (Matrieks, 1996), word dus aanbeveel dat hierdie sake ernstig aandag geniet in 'n poging om nie bloot leerders se Studiegewoontes in wiskunde te optimaliseer nie, maar veral om **omstandighede te skep** (Kyk: paragraaf 7.3.5) waarin effektiewe Studiegewoontes in wiskunde meer deurlopend as tans kan realiseer en waarin die voorgenoemde struikelblokke (wat prestasie in wiskunde kennelik ernstig inhibeer, ten spyte van leerders se beste bedoelings) uit die weg geruim word.

In die geval van die ander twee taalgroepe is dit duidelik dat daar steeds ruimte vir verbetering in hul Studiegewoontes in wiskunde bestaan.

7.3.2 **Hantering van leerders se Wiskunde-angsvlakke**

Dit word aanbeveel dat daar (onder meer met behulp van die SOW) deurlopend ondersoek ingestel word na die faktore wat potensieel angswekkend kan wees in die wiskundeklas, en dat hierdie faktore daadwerklik hanteer word.

Die ontleding van individuele antwoorde (veral daardie antwoorde ten opsigte waarvan 'n leerder se response betekenisvol verskil van antwoorde wat gewoonlik deur goeie presteerders in wiskunde gegee word) kan byvoorbeeld hier van groot nut wees. Sielkundiges kan hierdeur in staat gestel word om aspekte van die verskillende velde van die SOW ten aansien waarvan leerders se prestasie ongunstig of ontoereikend is, te gebruik by terapie aan hierdie leerders. Dit sluit in: selfbeeldterapie, terapie in tegnieke om Wiskunde-angs te hanteer, terapie in die hantering van emosionele probleme wat gepaard gaan met wiskundeprobleme, en die hantering van leerders se belewing van eksterne Lokus van Beheer (insluitende fasilitering van interne Lokus van Beheer).

7.3.3 **Fasilitering van meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde**

Afrikataalsprekende leerders in Graad 8 en 9 se Studiehoudings jeens wiskunde verskil statisties betekenisvol van die Studiehoudings van beide die ander taalgroepe (in die sin dat dit minder toereikend is). Gesien teen die agtergrond en binne die konteks van die omstandighede wat in die vorige paragrafe geskep is, is dít nie moeilik om te verstaan nie. Die situasie is weer eens omgekeerd in Graad 10 en 11. Dit is waarskynlik ook onder meer daaraan toe te skryf dat talle Afrikataalsprekendes wiskunde ná Graad 9 laat vaar en dat die groep wat wel oorbly, meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde openbaar. Die verskynsel dat meisies in Graad 8 en 9 minder toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as seuns openbaar, maar dat die situasie in Graad 10 en 11 omgekeerd is, is reeds bespreek. Klaarblyklik laat vaar baie meisies wiskunde aan die einde van Graad 9, terwyl diegene wat wel die vak neem, oorwegend meer toereikende Studiehoudings jeens wiskunde as hul manlike eweknieë openbaar.

Maatreëls behoort getref te word om Afrikataalsprekendes van beide geslagte, asook Afrikaans- en Engelssprekende meisies, se Studiehoudings jeens wiskunde te optimaliseer, onder meer in 'n poging om groter getalle van hierdie leerders te ooreed om wiskunde ook in Graad 10 en 11 te neem, afgesien daarvan dat daar in elk geval deurlopend gewerk behoort te word aan die optimalisering van die Studiehoudings van alle leerders. Die motiverende en raadgewende rol van sielkundiges is hier van deurslaggewende belang, terwyl besluitnemers deurlopend en op innoverende wyse pogings sal moet aanwend om tipiese derde-wêreldprobleme soos oorvol klaskamers, te min skole, swak opgeleide onderwysers (in sekere gebiede), ongemotiveerde onderwysers, ontoereikende oerbetrokkenheid en die relatiewe laer SES van Afrikataalsprekendes te hanteer.

7.3.4 Lokus van Beheer

Die verskille in die verskillende moedertaalsprekende groepe se response ten opsigte van die items vervat in die veld Lokus van Beheer dui vanuit 'n kruis-kulturele navorsingsperspektief klaarblyklik nie noodwendig op ernstige 'tekortkominge' in die items self nie, of 'n té hoë graad van sydigheid (*bias*) ten opsigte van hierdie items nie. Retief (1992:203) is waarskynlik die naaste aan die waarheid wanneer hy dit soos volg verduidelik:

"an item that emerges from a traditional item analysis as 'biased' may simply imply that it was endorsed (or interpreted) differently. It is as a consequence obvious that:

- culturally related patterns causing such differences can be identified, if possible;*
- the reasons for such consistent differences can be identified, if the reasons for observed differential item endorsements are analysed."*

Enkele verdere "*cultural reasons for endorsing certain items differently*" (Retief, 1992:203) vir die differensiële wyse waarop items in hierdie veld deur verskillende bevolkingsgroepe beantwoord is, word vervolgens bespreek.

Talle leerders (Afrikataalsprekend, maar sekerlik ook leerders van ander moedertaalgroepe) kom uit nie-stimulerende omgewings en beleef hul onderwysers in wiskunde as ontoeganklik (en ontoereikend opgelei). Hierdie leerders het dikwels die gevoel dat hulle weinig beheer oor die situasie in die wiskundeklas én daarbuite het. Dit is nie verbasend nie, gesien teen die agtergrond van die verskynsel van derde-wêreldprobleme in hierdie leerders se klaskamers, soos dit dat hulle soms slegs 50% van alle skooldae onderwysers by die skool vind en dan boonop dikwels vir nie meer as twee tot drie ure per dag skoolgaan nie. Wanneer tot soveel as 200 leerders boonop ingeprop word in 'n klas wat veronderstel is om maksimaal 35 tot 40 leerders te huisves (Saunders, 1996), bestaan daar 'n sterk moontlikheid dat hulle nie optimaal in wiskunde sal presteer nie. Die beleving van 'n Eksterne Lokus van Beheer is 'n logiese uitvloeisel van sulke haglike omstandighede en hierdie aspek verbeeld in 'n groot mate leerders se uitdrukking van angstigheid en gevoel van hulpeloosheid in hul wiskundeklas. Soos herhaaldelik in hierdie studie uitgewys, dra die probleem van leerders wat tweedetaalonderrig in wiskunde ontvang, potensieel by tot die omvang van die probleem. Visser (1988:39) maak die volgende opmerking in hierdie verband:

"The nature of Mathematics itself, and specifically the 'language' in which it is presented, are undoubtedly the most probable factors causing mathematics anxiety."

Leerders se fisieke en beleefde nie-stimulerende en nie-ondersteunende studie-omgewings verskaf juis 'n maatstaf van leerders se **hulpeloosheid, angstigheid en gebrek aan beheer in wiskunde**, asook van redes waarom leerders hierdie bepaalde affektiewe disposisie jeens wiskunde openbaar. Waar faktore soos nie-begrip van die taal van wiskunde en (beleefde) milieubenadeeldheid Wiskunde-angs in die hand werk en prestasie in wiskunde ondermyn, behoort faktore soos selfvertroue in wiskunde (wat beskou kan word as die teenpool van Wiskunde-angs) onder andere uit die aan die dag lê van meer toereikende Studiegewoontes in wiskunde en bevredigende probleemoplossingsgedrag in wiskunde te blyk (Visser, 1989).

Die prognose vir 'n verbetering in die huidige toestand waar soveel leerders ontoereikend presteer in wiskunde, is waarskynlik goed indien hierdie faktore (wat wel reggestel kan en

behoort te word) inderdaad reggestel word. Die aspekte hierbo uitgelig, sal egter so spoedig en effektief moontlik hanteer moet word, anders loop die Suid-Afrikaanse samelewing die gevaar om te ontaard in wat Saunders (1996:19) noem:

"one lost generation after another."

7.3.5 **Stappe om Afrikataalsprekende leerders se milieubenadeeldheid te oorkom**

Dringende stappe behoort onmiddellik gedoen te word ten einde ten minste te probeer om leerders van alle taalgroepe, maar by uitstek Afrikataalsprekende leerders, se graad van milieubenadeeldheid te oorbrug. Dit sluit die volgende stappe in (Pretorius, 1996):

- (i) Toepaslike (her-)opleiding van onderwysers in alle skole om hulle gereed te maak vir leerplan-, leerprogram- of kurrikulumveranderinge wat aan 't kom is. Arnott *et al.* (1997) lig die situasie soos dit tans daar uitsien in Suid-Afrikaanse skole soos volg toe:

"More than 50% mathematics teachers and 68% science teachers have no formal training in these subjects."

- (ii) Die ontwerp en implementering van programme om die bestuur van skole te verbeter.
- (iii) Die skep van rustiger skoolomgewings sodat leerders se skoolbywoning en vlak van onderrig verbeter kan word.
- (iv) Die bou van nuwe skole om oorbevolkte skole se nood te verlig.
- (v) Die voorsiening van noodsaaklike, basiese geriewe (insluitende lopende water, elektrisiteit en toilette) aan skole - daar is herhaaldelik in hierdie studie gewys op die potensiële verband tussen leerders se prestasie in wiskunde en skole se geriewe.
- (vi) Afgesien van die nood aan beter basiese fasiliteite, behoort maatreëls getref te word om die tekort aan handboeke wat leerders by talle skole ervaar, uit te wis.

- (vii) Onmiddellike aandag behoort gegee te word aan die situasie waar hoofsaaklik Afrikataalsprekende leerders in wiskunde onderrig word deur onderwysers wat kwalik beter gekwalifiseer is as die leerders self. Leerders in skole wat tradisioneel 'wit' was, ontvang op hul beurt hul wiskunde-onderrig van onderwysers wat oorwegend relatief puik gekwalifiseer is in wiskunde.
- (viii) Slegs ongeveer 21% leerders ontvang in hul moedertaal wiskunde-onderrig. Dit bevorder kommunikasiegapings en swak konseptualisering in wiskunde. Daar behoort gewerk te word aan die ontwikkeling van al elf amptelike tale sodat wiskunde-onderrig ten minste tot aan die einde van graad 7 in leerders se moedertaal kan geskied, waarna onderrig moontlik in een amptelike taal (waarskynlik Engels) behoort te geskied. **Daar behoort terselfdertyd sorg gedra te word dat leerders wat hul wiskunde-onderrig in hierdie stadium in Engels ontvang, dié taal toereikend verstaan.**
- (ix) Plaaslike Afrikataalsprekende kundiges behoort bemagtig te word om wiskundekurrikulums en onderrig- en leerstrategieë te help ontwikkel wat nóú aansluiting vind by Afrikataalsprekende leerders se natuurlike denkpatrone en wat ingebed is in **hul eie taal en kultuur**. Dit impliseer ook dat die toereikende opleiding van Afrikataalsprekende opvoeders/opvoedkundiges ten aansien van sowel onderrig- en leermetodes in wiskunde as wiskundekurrikulumontwerp van kardinale belang is (Berry, 1985).
- (x) Die ontoereikende (en oneweredige) voorsiening van sielkundige dienste aan leerders verdien aandag. Kriegler (1993) sê juis dat die 'bevoorregte' sektor van die Suid-Afrikaanse bevolking oor Eerste Wêreldse sielkundige dienste beskik, terwyl weinig voorsiening gemaak word vir die ontsaglike opvoedkundige, sielkundige en sosiale behoeftes van die 'nie-bevoorregte' deel van die Suid-Afrikaanse bevolking.

7.3.6 **Gebruik van die SOW om enkele aspekte van toetsinterpretasie in wiskunde te bevorder**

- (i) Die vraelys behoort in die eerste plek gebruik te word om informasie oor verskillende aspekte van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde te verskaf.

- (ii) Noukeurige ontleding van die vraelys behoort sielkundiges te help om beter te verstaan waarom sekere leerders 'n adekwate en ander leerders 'n minder adekwate studie-oriëntasie in wiskunde openbaar.
- (iii) Voortgesette navorsing behoort die hipotese te bevestig dat by die SOW, soos by die OSGH, 'n betekenisvolle verband bestaan tussen prestasie in die betrokke vraelys en akademiese prestasie in wiskunde, ten spyte daarvan dat die bruikbaarheid van hierdie tipe vraelyste beperk word deur hul afhanklikheid van eerlike antwoorde deur leerders.
- (iv) In die lig van die geheelbeeld (soos bekom deur die SOW) behoort sielkundiges in staat te wees om nie alleen leerders se studie-oriëntasie te evalueer nie, maar ook riglyne daar te stel vir die optimalisering van leerders se studie-oriëntasie en hul prestasie in wiskunde.

7.3.7 Doel met die SOW

Dit word aanbeveel dat die SOW onder meer deur sielkundiges vir die volgende doel aangewend word:

- (i) Uitkenning. Leerders wie se studie-oriëntasie in wiskunde nie bevorderlik is vir prestasie in wiskunde nie, kan met behulp van die vraelys uitgeken word.
- (ii) Begrip. Die uitslag van die SOW kan sielkundiges help om leerders wat ongunstig presteer in die vak, beter te begryp.
- (iii) Hulpverlening. Daar word aanvaar dat sielkundiges hierdie resultate kan gebruik om leerders te help om hul studie-oriëntasie in wiskunde te optimaliseer, ten einde moontlik hul potensiaal op 'n hoër vlak te verwesenlik.

7.3.8 Gebruik van die SOW

Die SOW kan moontlik 'n betekenisvolle rol speel in die fasilitering van die volgende aspekte van leerpotensiaaloptimalisering:

- (i) As 'n diagnostiese toets. Die SOW kan aan die begin van die akademiese jaar op leerders toegepas word, óf individueel óf in groepsverband. Leerders se tellings kan dan nagegaan word om diegene wat hulp, steun, remediëring en raadgewing nodig het, uit te ken. Die vraelys kan egter te enige tyd gedurende die jaar op individue of groepe leerders toegepas word.
- (ii) Terapie. Die SOW verskaf aan sielkundiges 'n gestandaardiseerde middel om 'n aantal belangrike agtergrondsgewens, gevoelens, houdings, gewoontes en gebruike betreffende leerders se akademiese oriëntasie in wiskunde sistematies te ontleed. 'n Profiel van leerders se wiskunde-oriëntasie kan maklik saamgestel word. Interpretasie van leerders se response op die vraelys en analise van tekortkominge wat potensieel aanleiding tot swak prestasie kan gee, kan gemaak word.
- (iii) Studieriglyne in wiskunde. Die SOW kan aangewend word as 'n middel om sekere basiese beginsels van doeltreffende studie in wiskunde, asook die betekenisvolle rol wat studie-omstandighede, insluitende motiverings- en agtergrondsfaktore, in akademiese sukses speel, by leerders tuis te bring.
- (iv) Navorsing. Die bevredigende korrelasie met prestasie- en diagnostiese toetse in wiskunde maak die SOW 'n geskikte meetinstrument vir insluiting by ander skale in navorsing oor die sielkunde. Navorsing het getoon dat die OSGH 'n hoë voorspellingswaarde ten opsigte van akademiese prestasie het (Du Toit, 1970). Dit word sterk vermoed dat die SOW prestasie in wiskunde op ooreenstemmende wyse sal voorspel. Daar word sterk aanbeveel dat navorsing in hierdie verband voortgesit word en dat navorsingsbevindinge vrygestel word. Dit korreleer verder hoog genoeg met prestasie- en diagnostiese toetse in wiskunde om die afleiding te regverdig dat die gebruik van hierdie vraelys kan bydra tot die diagnosering van faktore wat prestasie in wiskunde inhibeer.
- (v) Verbetering van wiskunde-onderwysers en -dosente se onderrig. Wiskunde-onderwysers en -dosente kan die SOW gebruik in 'n poging om hul eie onderrigmetodes te verbeter. Die vraelys is juis opgestel om ondersoek in te stel na die idiosinkratiese kognitiewe styl van wiskunde-leerders. Deur leerders te help om kennis te maak met aspekte van resente, kontemporêre leerstyle in wiskunde (wat aspekte soos persoonlike betrokkenheid, groepwerk en sosialisering, metakognitiewe leer, koöperatiewe leer, ontdekkingsleer, vraagstelling, selfwerk

en probleemsentrering insluit) kan wiskunde-onderwysers en -dosente meer bereik as wanneer hulle slegs fokus op perspektiewe wat nie noodwendig die gewenste effek het nie (waar die klem onder meer te sterk val op blote onderrig aan die hand van 'n behavioristiese leerbenadering).

- (vi) Analise van gevoelens, gebruike en houdings as aspekte van leerders se akademiese werk. Die SOW voorsien sielkundiges van 'n gestandaardiseerde toets om belangrike gevoelens, gebruike en houdings as aspekte van leerders se akademiese disposisie mee te analiseer. Die toets is primêr ontwerp vir gebruik in wiskunde, maar dit het wyer betekenis in die sin dat verbetering in leerders se prestasie in wiskunde potensieel kan lei tot die optimalisering van aspekte soos leerders se selfbeeld, asook hul prestasie in verwante vakke (waar insig in basiese wiskundige beginsels 'n voorwaarde is vir optimale prestasie). 'n Profiel van leerders se studie-oriëntasie in wiskunde kan maklik saamgestel word, wat weer interpretasie van hul response op die vraelys vergemaklik en tekortkominge wat aanleiding gee tot ongunstige prestasie, aan die lig bring. Wanneer daar aan leerders hulp verleen word, behoort dit sielkundiges te loon om leerders se response op individuele toetsitems noukeurig te ontleed. Ontleding van daardie gevalle waar leerders se antwoorde betekenisvol verskil van antwoorde wat gewoonlik deur goeie presteerders in wiskunde gegee word, kan van groot nut wees. Sielkundiges kan hiermee in staat gestel word om aspekte van die verskillende velde van die SOW ten aansien waarvan 'n leerder se prestasie ongunstig is, te gebruik by hulpverlening aan so 'n leerder.

7.3.9 Verdere navorsing

Die SOW kan onder meer gebruik word vir voortgesette navorsing oor fasette soos die volgende:

- (i) die invloed van omgewingsfaktore (SES, spreektaal) en geslag op aspekte soos motivering en kognitiewe leer;
- (ii) die effektiwiteit van intervensieprogramme wat gebaseer is op die optimalisering van kognitiewe leer- en motiveringstrategieë;

- (iii) die verwantskap tussen kognitiewe vermoëns, akademiese prestasies en onderrigstyle enersyds en kognitiewe leer- en motiveringstrategieë andersyds; en
- (iv) die effektiwiteit van sielkundige terapie in gevalle waar leerders vanweë emosionele probleme nie in staat is om optimale prestasies in wiskunde te lewer nie.

7.3.10 Opgvolgstudies ten aansien van die SOW

Vanweë praktiese oorwegings is alle aspekte van toetsgeldigheid moontlik nie heeltemal bevredigend gedek tydens die standaardisering van die SOW nie. Aspekte van toetsgeldigheid en -betroubaarheid wat verder verken behoort te word, sluit in:

- (i) Verdere uittoetsing van die SOW op studente aan universiteite, teknikons en kolleges. Studente uit alle studierigtings waarin wiskunde 'n hoof- of ondersteunende vak is, behoort by sodanige navorsing betrek te word, met dien verstande dat die steekproef studente verteenwoordigend is van die multikulturele aard van die Suid-Afrikaanse studentesamelewing, dat daar ondersoek ingestel word na potensiële verskille tussen die studie-oriëntasie van die twee verskillende geslagsgroepe en dat studente in verskillende jaargroepe afsonderlik geëvalueer word.
- (ii) Om toetsbetroubaarheid (akkuraatheid en konsekwentheid van die SOW) verder te verken, behoort toets-hertoetsbetroubaarheid (afneem van die toets op dieselfde groep toetslinge, met verloop van 'n redelike tydperk tussen-in) aandag te geniet.
- (iii) Leerders se punte in vakke soos wiskunde, natuur- en skeikunde, asook biologie en hul totale punt, behoort, ideaal gesproke, ingesamel te word wanneer die SOW weer afgeneem word, ten einde die toets se saamvallende geldigheid (as aspek van kriteriumverwante geldigheid) te verken.
- (iv) In die lig van die talle veranderinge wat tans op alle vlakke in die Suid-Afrikaanse samelewing realiseer, en die voortvloeiende versnelde akkulturasie (die snelle veranderinge in die kultuurpatrone van al drie die taalgroepe) wat daarmee gepaard gaan (Groenewald, 1996; Van der Reis, 1997), behoort die SOW gereeld

afgeneem te word op 'n steekproef leerders wat verteenwoordigend is van die multikulturele aard van die Suid-Afrikaanse skool- en studentebevolking, ten einde die effek van akkulturasie op leerders se studie-oriëntasie in wiskunde tydig te verreken.

7.4 SAMEVATTEND

George & Christiani (1990) som die hoofdoel van die voorligtingsielkunde soos volg op:

- (i) die fasiliteer van gedragsverandering;
 - (ii) die verbetering van hanteringsmeganismes;
 - (iii) die bevordering van besluitnemingsvermoë;
 - (iv) die verbetering van verhoudinge; en
 - (v) fasilitering van die kliënt se potensiaal. In terme van die SOW beteken dit dat die gebruik van hierdie toets sielkundiges moontlik kan help:
- ★ om leerders se negatiewe of minder as optimale wiskundige gedrag te verander;
 - ★ om leerders te help om probleme wat in die weg van optimale wiskundige selfverwerkliking staan, beter te hanteer;
 - ★ om leerders se besluitnemingsvermoë in wiskundige verband te optimaliseer;
 - ★ om leerders te help om deur middel van meer optimale wiskundeprestasie hul verhouding met hulleself en hul omgewing te optimaliseer; en
 - ★ om leerders se probleemoplossingsingesteldheid in wiskunde te fasiliteer.

Phares (1992) spreek die mening uit dat die rol van teorie insluit dat dit sielkundiges help om te verstaan hoe kliënte relatief stabiele gedragstrekke verwerf en dit soms weer verander, asook dat dit sielkundiges help om waardering te kweek vir die wyse waarop individue uitdrukking gee aan hierdie gedragstrekke. Die hoof funksie van persoonlikheidsteorieë is dus om mense en hul gedragstrekke te verstaan en hul gedrag te help voorspel. In terme van die SOW beteken dit dat die vraelys sielkundiges kan help om leerders se idiosinkratiese gedrag ten opsigte van wiskunde te verstaan, met die oog daarop om hul toekomstige gedrag (prestasie) in wiskunde te voorspel en te optimaliseer.

Grasha & Kirschenbaum (1980) sê dat enige vorm van aanpassing daarop gemik is om meer toereikend aan die eise wat deur die omgewing gestel word, te voldoen. Die aangewese manier om hierdie doel te bereik, is:

"to try to change ourselves and our environment." (Grasha & Kirschenbaum, 1980:9).

Die aanbevelings wat in hierdie hoofstuk gemaak word, is dan (afsonderlik én gesamentlik) enersyds daarop gemik om 'n meer toereikende studie-oriëntasie by leerders self teweeg te bring, en andersyds om hul leeromgewings sodanig te verander dat meer toereikende leergeleenthede vir hulle gefasiliteer word. Dit behoort sekerlik te geskied met die oog op meer toereikende selfverwerkliking in wiskunde, maar veral ook met die oog op holistiese selfverwesening, en uiteindelik 'n beter kans op beroeps- en lewensukses in die algemeen.

BRONNELYS

- Abramson, L.Y., Seligman, M.E.P. & Teasdale, J.D. 1978. Learned helplessness in humans: critique and reformulation. *Journal of Abnormal Psychology*, 87: 49-74.
- Adler, J. 1992. What is new and different in the draft core syllabus for mathematics: std 2 - 4? *Pythagoras*, 28: 26-32.
- Allen, R.E. 1992. *The Concise Oxford Dictionary*. Oxford: Clarendon Press.
- Alper, L., Fendel, D., Fraser, S. & Resek, D. 1995. Is this a mathematics class? *The Mathematics Teacher*, 88(8): 632-638.
- Anastasi, A. 1976. *Psychological testing*. London: Collier-MacMillan.
- Anastasi, A. 1988. *Psychological testing*. New York: MacMillan.
- Anderson, B.L. 1990a. Minorities and mathematics: the new frontier and challenge of the nineties. *Journal of Negro Education*, 59(3): 260-272.
- Anderson, J.R. 1990b. *Cognitive psychology and its implications*. New York: Freeman.
- Angoff, W.H. 1982. Use of difficulty and discrimination indices for detecting item bias. In: Berk, R.A. (Ed.). *Handbook of methods for detecting test bias*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Ardila, A. 1995. Cross-cultural neuro-psychology. *Journal of Clinical and Experimental Psychology*, 17: 143-150.
- Arnott, A., Kubeka, Z., Rice, M. & Hall, G. 1997. *Mathematics and science teachers: demand, utilisation, supply, and training in South Africa*. Craighall: Edusource.
- Aronstam, M. 1986. Die individu en sy wêreld - K. Lewin. In: Du Toit, S.I. (Red.). *Perspektiewe op menswees*. Pretoria: Academica.
- Ausubel, D.P. 1963. Cognitive structure and the facilitation of verbal learning. *Journal of Teaching Education*, 14: 229-235.
- Ausubel, D.P. 1968. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Barbé, W. & Swassing, R. 1979. *Teaching through modality strengths: concepts and practices*. Columbus: Zaner-Bloser.
- Barker, P. 1995. *Basic child psychiatry*. Massachusetts: Blackwell Science Ltd.
- Barker, R.G. 1965. Explorations in ecological psychology. *American Psychologist*, 20: 1-14.

- Barnard, J.J. 1990. *Diagnostiese toetse in wiskundige taal*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Bell, F.H. 1978. *Teaching and learning mathematics in secondary schools*. Iowa: W.C. Brown Company.
- Berry, J.W. 1980a. Acculturation as varieties of adaptation. In: Padilla, A.M. (Ed.). *Acculturation: theory, models and some new findings*. Boulder: Westview Press.
- Berry, J.W. 1980b. Ecological analyses for cross-cultural psychology. In: Warren, N. (Ed.). *Studies in cross-cultural psychology*. London: Academic.
- Berry, J.W. 1983. Textured contexts: systems and situations in cross-cultural psychology. In: Irvine, S.H. & Berry, J.W. (Eds). *Human assessment and cultural factors*. New York: Plenum Press.
- Berry, J.W. 1984. Towards a universal psychology of cognitive competence. *International Journal of Psychology*, 19: 335-361.
- Berry, J.W. 1985. Learning mathematics in a second language - some cross-cultural issues. *For the learning of mathematics*, 5(2): 18-23.
- Bickhard, M.H. 1980. A model of developmental and psychological processes. *Genetic Psychology Monographs*, 102: 61-116.
- Biesheuvel, S. Cross-cultural psychology: its relevance to South Africa. In: Mauer, K.F. & Retief, A.I. (Eds). *Psychology in context: cross-cultural research trends in South Africa*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Biggs, J.B. 1987. *Student approaches to learning and studying*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Biggs, J.B. 1988. Approaches to learning and essay writing. In: Schmeck, R.R. (Ed.). *Learning strategies and learning styles*. New York: Plenum Press.
- Biggs, J.B. & Telfer, R. 1987. *The process of learning*. Sydney: Prentice-Hall.
- Blankley, W. 1994. The abyss in African school education in South-Africa. *South African Journal of Science*, 90: 54.
- Bloom, B.S. 1976. *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Boyd, R. 1990. Academically talented underachievers at the end of high school. *Gifted Education International*, 7: 23-26.
- Brislin, R.W. 1986. The wording and translation of research instruments. In: Lonner, J.W. & Berry, J.W. (Eds). *Field methods in cross-cultural research*. London: Sage.
- Brissenden, T. 1989. *Talking about mathematics*. Oxford: Basil Harvard University Press.

- Brodie, K. 1994. *Political dimensions of mathematics education: curriculum reconstruction for society in transition - towards action*. Association for Mathematics Education of South Africa (AMESA). Claremont.
- Brown, A.L. 1987. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: Weinert, F.E. & Kluwe, R.H. (Eds). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Browne, M.W. Inligting verskaf aan J.H. Owen tydens 'n persoonlike gesprek gedurende 1992.
- Brownell, W.A. 1928. *The development of children's number ideas in the primary grades*. Chicago: The University of Chicago.
- Bruner, J.S. 1964a. The course of cognitive growth. *American Psychologist*, 19: 1-15.
- Bruner, J.S. 1964b. Some theorems on instruction illustrated with reference to mathematics. *The sixty-third yearbook of the National Society for the Study of Education (Part 1)*, 63: 306-335.
- Bruner, J.S. 1966. *Toward a theory of instruction*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Burns, R.B. 1979. *The self concept. Theory, measurement, development and behaviour*. New York: Longman.
- Callahan, W. 1994. Teaching middle school students with diverse cultural backgrounds. *Mathematics Teacher*, 87(2): 122-126.
- Campbell, L.R. & Bickhard, M.H. 1986. *Knowing levels and developmental stages*. Basel, Switzerland: Karger.
- Cangelosi, J.S. 1996. *Teaching mathematics in secondary and middle schools an interactive approach*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall Inc.
- Carson, R.C. & Butcher, J.N. 1992. *Abnormal psychology and modern life*. New York: Harper Collins Publishers.
- Carson, S. & O'Dell, J.W. 1978. *A guide to the clinical use of the 16 PF*. Champaign, Illinois: Institute for Personality and Ability Testing.
- Carstens, P.D., Du Plessis, A. & Vorster, C. 1986. Education and manpower production. *Blacks*, no 7.
- Case, R. 1985. *Intellectual development: birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Castle, J. 1992. Adult numeracy: a neglected aspect of basic education in South Africa. In: Hutton, B. (Ed.). *Adult basic education in South Africa*. Cape Town: Oxford University Press.

- Cattell, R.B., Eber, H.W. & Tatsuoka, M.M. 1970. *Handbook for the Sixteen Personality Factor Questionnaire (16 PF)*. Illinois: IPAT.
- Cermak, L.S. 1983. Information processing deficits in children with learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 16: 599-605.
- Charles, R. & Lester, F. 1984. *Teaching problem solving*. London: Edward Arnold Publishers.
- Child, D. 1970. *The essentials of factor analysis*. London: Holt, Rinehart & Winston.
- Child, D. 1990. *The essentials of factor analysis (2nd edition)*. London: Cassell Educational Limited.
- Christie, C. 1989. *Mathematics as she is spoken in South-Africa*. Referaat gelewer by die Dertiende Nasionale Konvensie vir Wiskunde-, Natuur- en Skeikunde- en Biologie-onderwys. Pretoria.
- Christie, C. 1991. *What ought pre-service teachers to learn in the mathematics classroom at a College of Education?* Paper presented at a Convention of Mathematics Educators. University of the Witwatersrand.
- Claassen, N.C.W. 1987. *Handleiding vir die Algemene Skolastiese Aanlegtoets (ASAT): Intermediêre Reeks*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Claassen, N.C.W. 1989. *Die funksionering van die Algemene Skolastiese Aanlegtoets (ASAT) in verskillende groepe*. Ongepubliseerde DPhil-proefskrif. Johannesburg: Randse Afrikaanse Universiteit.
- Claassen, N.C.W. Inligting verskaf aan J.G. Maree tydens 'n persoonlike gesprek gedurende 1996.
- Claassen, N.C.W. & Schepers, J.M. 1990. Groepverskille in akademiese intelligensie verklaar op grond van verskille in sosio-ekonomiese status. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Sielkunde*, 20(4): 294-302.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E. & Perlwitz, M. 1992. A follow-up assessment of a second-grade problemcentred mathematics project. *Educational Studies in Mathematics*, 23(5): 483-504.
- Cockcroft, W.H. (Ch.). 1982. *Mathematics counts: report of the committee of enquiry into the teaching of mathematics in schools*. London: DES.
- Cocking, R. R. & Chipman, S. 1988. Conceptual issues related to mathematics achievement of language minority children. In: Cocking, R.R. & Mestre, J.P. (Eds). *Linguistic and cultural influences on learning mathematics*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Connors, C.K. 1990. *Feeding the brain: how foods affect children*. New York: Plenum Press.

- Copeland, R.W. 1982. *Mathematics and the elementary teacher*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Copeland, R.W. 1984. *How children learn mathematics*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Corballis, M. 1980. Laterality and myth. *American Psychologist*, March: 284-295.
- Corno, L. 1992. Encouraging students to take responsibility for learning and performance. *The Elementary School Journal*, 93(1): 69-83.
- Costello, J. 1991. *Teaching and learning mathematics 11-16*. London: Routledge.
- Covington, M.V. & Roberts, B.W. 1994. Self-worth and college achievement: motivational and personality correlates. In: Pintrich, P.R., Brown, D.R. & Weinstein, C.E. (Eds). *Student motivation, cognition, and learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Cronbach, L.J. 1971. Test validation. In: Thorndike, R.L. (Ed.). *Educational measurement*. Washington D.C.: American Council on Education.
- Cronbach, L.J. 1990. *Essentials of psychological testing*. New York: Harper & Row.
- Cross, K.P. 1981. *Adults as learners*. London: Jossey-Bass.
- Crowther, N.A.S. Inligting verskaf aan J.G. Maree tydens 'n gesprek tydens 1997.
- Cudeck, R. & Claassen, N.C.W. 1983. Structural equivalence of an intelligence test for two language groups. *South African Journal of Psychology*, 13: 1-5.
- Cureton, E.E. & D'Agostino, R.B. 1983. *Factor analysis: an applied approach*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Estates.
- Curran, H.V. 1988. Relative Universals: perspectives on culture and cognition. In: Claxton, G. (Ed.). *Growth points in cognition*. London: Routledge.
- D'Ambrosio, U. 1985. Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 5: 44-48.
- Davidson, N. 1990. Introduction and overview. In: Davidson, N. (Ed.). *Cooperative learning in mathematics*. California: Addison-Wesley.
- Davidson, A.R, Jaccard, J.J., Triandis, H.C., Morales, M.L. & Diaz-Guerrero, R. 1976. Cross-cultural model testing: toward a solution of the etic-emic dilemma. *International Journal of Psychology*, 11: 1-13.
- Davis, R.B. 1983. Complex mathematical cognition. In: Ginsburg, H.P. (Ed.). *The development of mathematical thinking*. Orlando, Florida: Academic Press.

- Davis, R.B. 1984. *Learning mathematics*. Worcester: Billing & Sons Ltd.
- Davis, R.B. & McKnight, C.C. 1979. Modelling the process of mathematical thinking. *Journal of Children's Mathematical Behavior*, 2(2): 91-113.
- Dawe, L. 1983. Bilingualism and mathematical reasoning in English as a second language. *Educational Studies in Mathematics*, 14: 32-53.
- De Corte, E. 1995. *Introducing schools to new perspectives on learning and teaching*. B.F. Nel-Gedenklesing. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- De Kock, H.J. 1993. *Longitudinale ondersoek van skolastiese ontwikkeling: wiskunde: standerd 7*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Denvir, B. 1984. *Low attainers in mathematics 5-16*. London: Methuen Educational.
- DeVault, M.V. & Kriewall, T.E. 1969. *Perspectives in elementary school mathematics*. Ohio: Merrill Publishing Company.
- De Villiers, M., Smuts, J. & Eksteen, L.C. 1983. *Nasionale woordeboek*. Goodwood: Nasou Beperk.
- Dienes, Z.P. 1964. *The power of mathematics*. London: Hutchinson Educational.
- Dienes, Z.P. & Golding, E.W. 1971. *Approach to modern mathematics*. New York: Herder & Herder.
- Dixon, W.J. (Chief Editor), Brown, M.B., Engelman, L. & Jennrich, R.I. 1993. *BMDP statistical software: 1983 printing with editions*. Berkeley: University of California Press.
- Du Toit, D.J. 1987. *The influence of language on problem-solving in mathematics. The primary school curriculum in a changing South Africa: language, learning and problem-solving*. Johannesburg: Johannesburg College of Education.
- Du Toit, J.M. 1985. *Statistiese metodes*. Stellenbosch: Kosmo.
- Du Toit, L.B.H. 1970. *Die verband tussen studiegewoontes en -houdings en akademiese prestasie in die middelbare skool*. Ongepubliseerde DEd-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Suid-Afrika.
- Du Toit, L.B.H. 1980. *Opname van Studiegewoontes en -houdings (OSGH)*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Du Toit, L.B.H. 1981. *Handleiding vir die Opname van Studiegewoontes en -houdings (OSGH)*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Du Toit, S.I. (Red.). 1986. *Perspektiewe op menswees*. Pretoria: Academia.

- Ellis, D. 1997. *Becoming a master student*. Boston, Massachusetts: Houghton Mifflin Company.
- Emenalo, S.I. & Okpara, E.N. 1990. A study guide for mathematics students. *International Journal of Mathematical Education*, 21(1): 51-59.
- Engelbrecht, J.C. Inligting verskaf aan J.G. Maree tydens 'n persoonlike gesprek gedurende 1997.
- Entwistle, N.J. 1988. Motivational factors in students' approaches to learning. In: Schmeck, R.R. (Ed.). *Learning strategies and learning styles*. New York: Plenum Press.
- Entwistle, N.J. & Ramsden, P. 1983. *Understanding student learning*. London: Croom Helm.
- Erikson, E.H. 1965. *Childhood and society*. London: Penguin.
- Ernest, P. 1989a. Philosophy, mathematics and education. *International Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 20(4): 555-559.
- Ernest, P. (Ed.). 1989b. *Mathematics teaching: the state of the art*. London: Falmer Press.
- Ernest, P. 1991. *The philosophy of mathematics education*. Basingstoke: The Falmer Press.
- Fennema, E. & Hart, L.E. 1994. Gender and the JRME. *Journal for Research in Mathematics*, 25(6): 648-659.
- Flavell, J.H. 1963. *The developmental psychology of Jean Piaget*. Princeton: D. Van Nostrand.
- Flavell, J.H. 1976. Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L.B. (Ed.). *The nature of intelligence*. New York: Lawrence Erlbaum.
- Flavell, J.H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: a new era of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34: 906-911.
- Flavell, J.H. 1985. *Cognitive development*. New York: Prentice-Hall.
- Flavell, J.H. & Wellman, H.M. 1977. Metamemory. In: Kail, R.V. & Hagen, J.W. (Eds). *Perspectives on the development of memory and cognition*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ford, M.E. 1992. *Motivating humans: goals, emotions and personal agency beliefs*. Newbury Park, California: Sage.
- Fourie, D.P. 1991. Erickson or ecosystem? Toward circumventing traditional limitations in hypnosis. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Sielkunde*, 21(3): 166-174.
- Freudenthal, H. 1980. *Weeding and sowing*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.

- Fynn, C. 1989. *Language and mathematics learning in our third world society*. Referaat gelewer by die Dertiende Nasionale Konvensie vir Wiskunde-, Natuur- en Skeikunde- en Biologie-onderwys. Pretoria.
- Gadanidis, G. 1994. Deconstructing constructivism. *The Mathematics Teacher*, 87(2): 91-95.
- Gage, N.L. & Berliner, D.C. 1992. *Educational psychology: fifth edition*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Gagné, R.B. 1976. *The conditions of learning*. Third Edition. New York: New York.
- Gagné, R.B. 1983. Some issues in the psychology of mathematics instruction. *Journal for research in Mathematical Instruction*, 14(1): 7-18.
- Gagné, R.B. 1985. *The conditions of learning and the theory of instruction*. New York: CBS Publishing.
- Gannon, K.E. & Ginsburg, H.P. 1985. *Children's learning difficulties in mathematics*. *Education and Urban Society*, 17(4): 405-415.
- Gardner, H. 1983. *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books, Inc.
- Garrison, H.K. 1986. *Undergraduate science and engineering education for blacks and native Americans*. Proceedings of the National Research Council Workshop on Minorities: their underrepresentation and career differentials in science and engineering.
- George, R.L. & Christiani, T.S. 1990. *Counselling: theory and practise*. Boston: Allyn and Bacon.
- Ghiselli, E.E., Campbell, J.P. & Zedeck, S. 1981. *Measurement theory for the behavioral sciences*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Ginsburg, H. 1977. *Children's arithmetic: the learning process*. New York: D van Nostrand Company.
- Giordano, G. 1987. Diagnosing specific math disabilities. *Academic Therapy*, 23(2): 69-77.
- Glencross, M.G. & Fridjhon, P. 1989. An analysis of errors in high school mathematics by beginning university students. *Spectrum*, 27(1): 36-38.
- Gobodo, P. 1990. Notions about culture in understanding black psychopathology: Are we trying to raise the dead? *South African Journal of Psychology*, 20: 93-98.
- Goldenburg, P. 1989. Seeing beauty in mathematics: using fractal geometry to build a spirit of mathematical inquiry. *Journal of Mathematical Behavior*, 8: 169-204.

- Goleman, D. 1996. *Emotional intelligence: why it can matter more than intelligence*. London: Bloomsbury.
- Goodstein, H.A. 1981. Are the errors we see the true errors? Error analysis in verbal problem solving. *Topics in learning and learning disabilities*, 1: 31-46.
- Gordon, M.M. 1978. *Human nature, class, and, ethnicity*. New York: Oxford University Press.
- Gould, S.J. 1981. *The mismeasure of man*. New York: Norton.
- Gove, P.B. (Ed.). 1976. *Webster's third new International Dictionary of the English Language unabridged*. Massachusetts: G. & C. Merriam & Co, Springfield.
- Grasha, A.F. & Kirschenbaum, D.S. 1980. *Psychology of adjustment and competence*. Cambridge, Massachusetts: Winthrop Publishers, Inc.
- Grebe, H.P. Inligting verskaf aan J.G. Maree tydens 'n persoonlike gesprek gedurende 1997.
- Griffin, J.B. 1990. Developing more minority mathematicians and scientists: a new approach. *The Journal of Negro Education*, 59: 424-438.
- Groenewald, L. 25.10.1996. Skoene, motors, musiek dié 'in-dinge' vir jong swartes. *Beeld*: 17.
- Grossnickle, F.E., Reckzeh, J., Perry, L.M. & Ganoë, N.S. 1983. *Discovering meanings in elementary school mathematics*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Guilford, J.P. 1959. *Personality*. New York: McGraw-Hill.
- Guy, R.F., Edgley, C.E., Arafat, I. & Allen, D.E. 1987. *Social research methods*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Haladyna, T., Shaugnessy, J. & Shaugnessy, J.M. 1983. A causal analysis of attitude toward mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14: 19-29.
- Halmos, P. 1980. The heart of mathematics. *American Mathematical Monthly*, 87: 519-524.
- Hanna, G., Kündiger, E. & Larouche, C. 1991. Mathematical achievement of grade 12 girls in fifteen countries. In: Burton, L. (Ed.). *Gender and mathematics - an international perspective*. Strand: Cassell.
- Hannan, A. 1988. Should maths be multicultural? *Mathematics in School*, 17: 28-30.
- Harris, S.H. 1995. Cultural concerns in the assessment of nonwhite students' needs. In: Stabb, S.D. & Harris, S.M. (Eds). *Multicultural needs assessment for college and university student populations*. Springfield: Thomas.
- Hays, W.L. 1994. *Statistics (5th ed)*. Fort Worth: Harcourt Brace College Publishers.

- Helms, J.E. 1992. Why is there no study of cultural equivalence in standardized cognitive-ability testing? *American Psychologist*, 56: 872-8876.
- Help! Teacher can't teach. *Time*, 16 Junie 1980: 59.
- Herron, J.D. 1975. Piaget for chemists. *Journal of Chemical Education*, March: 43-47.
- Herskovits, M. & Gefferth, É. 1992. Locus of Control as an important factor in teachers' rating of highly able children. *Gifted Education International*, 8: 79-85.
- Hilgard, E.R. & Bower, G.H. 1975. *Theories of learning*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Howell, D.C. 1992. *Statistical methods for psychology*. Belmont, California: Duxbury Press.
- Howie, S.J. 1996. *The Third International Mathematics and Science Study (TIMMS)*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Howie, S.J. 1997. *Mathematics and science performance in the middle school years in South Africa*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Howson, G. 1991. *National curricula in mathematics*. Southampton: University of Southampton.
- Hudson, B. 1987. Multicultural mathematics. *Mathematics in School*, 16(4): 34-38.
- Hughes, J.M. 1983. *Reshaping the psychoanalytic domain*. London: University of California Press.
- Hui, C.H. & Triandis, H.C. 1985. Measurement in cross-cultural psychology: a review and comparison of strategies. *Journal of Cross-cultural Psychology*, 16: 131-152.
- Human Resources Information and Planning, Human Sciences Research Council (HSRC). 1997. *The Graduate*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Hurlburt, R.T. 1994. *Comprehending behavioral statistics*. Pacific Grove, California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Huysamen, G.K. 1978. *Beginnels van sielkundige meting*. Pretoria: Academica.
- Huysamen, G.K. 1980. *Beginnels van sielkundige meting (2e uitgawe)*. Pretoria: Academica.
- Huysamen, G.K. 1996. *Sielkundige meting: 'n inleiding*. Pretoria: JL van Schaik Uitgewers.
- Inhelder, B. & Chipman, H. (Eds). 1976. *Piaget and his school*. New York: Springer-Verlag.

- Item and test analysis program (ITEMANTM). 1993. *User's manual for the ITEMAN: conventional analysis program version 3.50*. Minnesota: Assessment Systems Corporation.
- Jahoda, G. 1984. Do we need a concept of culture? *Journal of Cross-cultural Psychology*, 15: 139-151.
- Jahoda, G. 1993. The colour of a chameleon: perspectives on concepts of culture. *Cultural Dynamics*, 6(3): 277-287.
- Jansen, J.D. 1996. Transforming teacher education: curriculum perspectives. In: Unit for Higher and International Education HSRC. (Ed.). *Towards an operational framework for teacher development and support*. Braamfontein: Aurora Associates International.
- Jaworski, B. 1988. Is versus seeing as. In Pimm, D. (Ed.). *Mathematics, teachers and children*. London: Open University with Hodder and Stoughton.
- Jenkins, J.M., Letteri, C.A. & Rosenlund, P. 1990. *Learning style profile handbook*. Reston, Virginia: National Association of Secondary School Principals.
- Jensen, A.R. 1980. *Bias in mental testing*. London: Methuen.
- Johnson, M.L. 1984. Blacks in mathematics: a status report. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(2): 145-153.
- Jones, H.S. 1968. *Greek-English lexicon*. London: Oxford University Press.
- Jones, F.S. & Minor, H. 1981. *1981 summer study of black students graduating from MIT: 1973-1981*. Unpublished manuscript.
- Jordaan, W.J. 13.2.1991. Witmens slimmer? G'n bewys sy oorgeërfde intelligensieplafon is hoër. *Beeld*: 12.
- Jordaan, W.J. 26.10.1994. Ras en intelligensie. *Beeld*: 8.
- Jordaan, W.J. 29.7.1996. Hierna sal mens anders oor jousef dink. *Beeld*: 8.
- Kagitchibasi, C. & Berry, J.W. 1989. Cross-cultural psychology: current research and trends. *Annual Review of Psychology*, 40: 493-531.
- Kaisner-Messmer, G. 1993. Results of an empirical study into gender differences in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 25(3): 209-233.
- Kamin, L.J. 1995. Behind the curve. *Scientific American*, February 1995.
- Keefe, J.W. & Monk, J.S. 1989. *Learning Style Profile*. Reston, Virginia: National Association of School Principals.

- Keefe, W.K. & Monk, J.S. 1990. *Learning Style Profile*. Reston, Virginia: National Association of School Principals.
- Kilpatrick, J.A. 1992. History of research in mathematics education. In: Grouws, A.A. (Ed.). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Kirby, 1979. *Cognitive style, learning style and transfer skill acquisition*. Columbus: National Centre for Research in Vocational Education.
- Kirk, R.E. 1982. *Experimental design*. Monterey, California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Kline, P. 1983. The cross-cultural use of personality tests. In: Irvine, S.H. & Berry, J.W. (Eds). *Human assessment and cultural factors*. New York: Plenum Press.
- Köhler, W. 1930. *Gestalt psychology*. London: Beel & Sons.
- Kolb, D.A. 1981. Learning styles and disciplinary differences. In: Chickering, A.W. (Ed.). *The modern American college*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Kolb, D.A. 1984. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Kommer oor wiskunde in skole. *Beeld*: 18 Februarie 1997: 6.
- Kosc, L. 1981. Neuropsychological implications of diagnosis and treatment of mathematical learning disabilities. *Topics in Learning & Learning Disabilities*, 1(3): 19-3.
- Kriegler, S. 1993. Options and directions for psychology within a framework for mental health services in South Africa. *South African Journal of Psychology*, 23(2): 64-70.
- Kriel, D.J. 1990. *Die verskillende fasette van wiskunde as determinant vir kurrikulumontwerp*. Ongepubliseerde DEd-proefskrif. Port Elizabeth: Universiteit van Port Elizabeth.
- Lakatos, I. 1976. *Proofs and refutations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lavatelli, C.B. 1974. The aspects of Piaget's theory that have implications for teacher education. Selected readings. In: Coopersmith, S. & Feldman, R. (Eds). *The formative years, principles of early childhood education*. San Francisco: Albion Publishing Co.
- Leder, G.C. 1987. Teacher-student interaction: a case study. *Educational Studies in Mathematics*, 18: 255-271.
- Lewin, K. 1951. *Field theory in social sciences*. New York: Harper.

- Liebeck, P. 1984. *How children learn mathematics*. Middlesex: Penguin Books.
- Linton, R. 1945. *The cultural background of personality*. New York: Appleton-Century Co.
- Lippert, R. 1987. Development of expert systems: an instructional strategy for dealing with misconceptions. Proceedings of the second national seminar: *Misconceptions and educational strategies in science and mathematics*, Vol. 1. New York: Cornell University.
- Lord, F.M. 1977. A study of item bias, using item characteristic curve theory. In: Poortinga, Y.H. (Ed.). *Basic problems in cross-cultural psychology*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Louw, D.A., Schoeman, W.J., Van Ede, D.M. & Wait, J. 1996. Middle childhood. In: Louw, D.A. (Ed.). *Human development*. Pretoria: Kagiso Tertiary.
- Maas, F. 1980. *Die persoonlikheidsteorie van Cattell*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- MacGregor, M. 1993. Teaching mathematics in English to students of non-English-speaking background. *Multicultural Teaching*, 11(3): 31-34.
- Macleod, C. 1995. Gender differences in mathematics: a discourse analysis. *South African Journal of Psychology*, 25(3): 191-202.
- Madge, E.M. 1981a. *Handleiding vir die Junior Suid-Afrikaanse Individuele Skale (JSAIS). Deel I: totstandkoming en standaardisering*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Madge, E.M. 1981b. *The Senior South African Individual Scale (SSAIS) as a clinical and diagnostic aid*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Madge, E.M. 1982. Geldigheid. In: Van den Berg, A.R. & Vorster, J.F. (Reds). *Basiese psigometrika*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Madge, E.M. & Van der Westhuizen, J.G. 1982. *Die Senior Suid-Afrikaanse Individuele Skaal (SSAIS) as kliniese hulpmiddel*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Madge, E.M. & Van der Walt, H.S. 1995. Interpretasie en gebruike van sielkundige toetse. In: Owen, K. & Taljaard, J.J. (Reds). *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van die RGN*. Pretoria: Penrose Boekdrukkers.
- Maker, C.J. 1993. Creativity, intelligence and problem solving: a definition and design for cross-cultural research and measurement related to giftedness. *Gifted Education International*, 9: 68-77.
- Malherbe, J.A.G. Inligting verskaf aan J.G. Maree tydens 'n persoonlike gesprek gedurende 1991.

- Maree, J.G. 1986. *Die beroepsoriënteringsbetekenis van werksontleding*. Ongepubliseerde DEd-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Maree, K. 1990. *Leer jou kind lewe*. Pretoria: JL van Schaik Uitgewers.
- Maree, J.G. 1992. *Die ontwerp van 'n model vir die identifisering en hantering van ontoereikende prestasies in wiskunde*. Ongepubliseerde PhD-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Maree, J.G. 1994. Die hantering van taalverwante onderrig- en leerprobleme in wiskunde. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 14(3): 115-120.
- Maree, J.G. 1995a. Kritieke toestand van wiskunde-onderwys in swart skole in die Republiek van Suid-Afrika. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Sielkunde*, 25(1): 47-52.
- Maree, J.G. 1995b. Kommentaar op die nuwe benadering tot die onderrig en leer van wiskunde in die RSA: Hoe geregverdig is die kritiek? *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 15(2): 66-71.
- Maree, J.G. 1995c. Die betekenis van taalonderrig in die Wiskundeklas. *Tydskrif vir Taalonderrig*, 29(4): 320-331.
- Marsh, T. 1993. *Some current masters level research in mathematics education*. Paper presented at the First Annual Meeting of the South African Association for Research in Science and Mathematics Education. Durban.
- Marton, F. 1975. How students learn. In: Entwistle, N.J. & Hounsell, D.J. (Eds). *How students learn*. Lancaster: University of Lancaster.
- Marton, F., Hounsell, D.J. & Entwistle, N.J. (Eds). 1984. *The experience of learning*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Marton, F. & Säljö, R. 1984. Approaches to learning. In: Marton, F., Hounsell, D.J. & Entwistle, N.J. (Eds). 1984. *The experience of learning*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Masson, J.M. 1988. *Against therapy: emotional tyranny and the myth of psychological healing*. New York: Antheneum.
- Mathe, M.M. 1991. *Problems encountered by black pupils in mathematics*. Ongepubliseerde MEd-verhandeling. Johannesburg: Randse Afrikaanse universiteit.
- Matrieks. *Beeld*, 27 Desember 1996: 10.
- Matz, M. 1980. Towards a computational theory of algebraic competence. *Journal of Mathematical Behavior*, 3(1): 93-166.

- Mayer, R.E. 1982. The psychology of mathematical problem solving. In: Lester, F.K. & Garofalo, J. (Eds). *Mathematical problem solving: issues in research*. Philadelphia: The Franklin Institute Press.
- McCarthy, B. 1980. *The 4 MAT system: teaching to learning styles with left/right mode techniques*. Oakbrook, Illinois: Excell Inc.
- McKeachie, W.J. Pintrich, P.R. & Lin, Y. 1985. Teaching learning strategies. *Educational Psychologist*, 20: 153-161.
- McShane, J. 1991. *Cognitive development: an information processing approach*. Oxford: Basil Blackwell.
- Meyer, W.F. & Van Ede, D.M. 1996. Theories of development. In: Louw, D.A. (Ed.). *Human development*. Pretoria: Kagiso Tertiary.
- Mitchelmore, M.C. 1980. Three-dimensional geometric drawing in three cultures. *Educational Studies in Mathematics*, 11: 205-216.
- Mjoli, Q.T. 1987. The role of the psychologist in a culturally diverse South Africa. *Development Southern Africa*, 2: 7-19.
- Molepo, J.M. 1997. *The role of mathematics in the changing rural and tribal communities in South Africa*. Ongepubliseerde PhD-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Møller, V. 1994. *Township youth and their homework*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Montague, M. 1990. *Computers, cognition, and writing instruction*. Albany: State University of New York Press.
- Morgan, C.T. Deese, J. & Deese E. K. 1981. *How to study*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Movshovitz-Hadar, N., Inbar, S. & Zaslavsky, O. 1986. Students' distortions of theorems. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 8(1): 49-57.
- Movshovitz-Hadar, N., Zaslavsky, O. & Inbar, S. 1987. An empirical classification model for errors in high school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(1): 3-14.
- Murray, H. 1992. The junior primary mathematics project: an informal overview. *Bulletin van die Sentrum vir Wetenskapsontwikkeling*, 4(1): 10-11.
- Murray, H., Olivier, A. & Human, P. 1993. Voluntary interaction groups for problem-centred learning. In: Hirabayashi, I., Nohda, N., Shigematsu, K. & Lin, F. (Eds). *Proceedings of the Seventeenth International Conference for the Psychology of Mathematics Education, Vol II*. Tsukuba, Japan.

- Mwamwenda, T.S. 1994. Gender differences in scores on test anxiety and academic achievement among South African university graduate students. *South African Journal of Psychology*, 24: 228-230.
- Naglieri, J.A. & Reardon, S.M. 1993. Traditional IQ is irrelevant to learning disabilities - intelligence is not. *Journal of Learning Disabilities*, 26(2): 127-133.
- National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). 1977. *Position paper on basic mathematics skills*. Washington: National Institute of Education.
- National Council of Teachers of Mathematics, Commission on Standards for School Mathematics (NCTM). 1989. *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston: The Council.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1991. *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- National Department of Education (NDE). 1997. *Curriculum 2005: Lifelong learning for the 21st century*. Pretoria: Absolutely Media Marketing.
- Nisbet, J. & Schucksmith, J. 1986. *Learning strategies*. London: Routledge.
- Nongxa, L. 1996. No 'African mathematics'. *Bulletin*, 3(2): 5.
- Norman, G.R. & Schmidt, H.G. 1992. The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine*, 67(9): 557-565.
- Nunnally, J.C. 1978. *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Oakland, T. 1977. *Psychological and educational assessment of minority children*. New York: Brunner/Mazel.
- Odendal, F.F. 1981. *Verklarende handwoordeboek van die Afrikaanse taal*. Johannesburg: Perskor-Uitgewery.
- Odendal, F.F. & Schoonees, P.C. 1979. *Verklarende handwoordeboek van die Afrikaanse taal*. Johannesburg: Perskor.
- Olivier, A. 1989. Handling pupils' misconceptions in mathematics. *Pythagoras*, 21: 10-19.
- Oosthuizen, W.L. & Maree, J.G. 1993. Evaluering en die leerling. In: Louw, W.J. (Red.). *Klaskamerpraktyk 'n inleidende oriëntering*. Pretoria: Academica.
- Orton, A. 1987. *Learning mathematics: issues, theory and classroom practice*. London: Cassell.
- Owen, K. 1987. *Toets- en itemsydigheid in 'n gesamentlike toetsbattery vir verskillende bevolkingsgroepe*. Ongepubliseerde DPhil-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Suid-Afrika.

- Owen, K. 1995. Toetssydigheid en toetsbillikheid. In: Owen, K. & Taljaard, J.J. (Reds). *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van die RGN*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Owen, K. & Chamberlain, J.C. 1995. Meting en evaluering in die sielkunde en die opvoedkunde. In: Owen, K. & Taljaard, J.J. (Reds). *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van die RGN*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Park, T. 1995. Koöperatiewe kleingroepe: 'n panasee of panachronisme? *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 15(1): 40-45.
- Parsons, J.E., Meece, J.L., Adler, T.F. & Kaczala, C.M. 1982. Sex differences in attributions and learned helplessness. *Sex Roles*, 8(4): 421-432.
- Passow, A.H. & Schiff, J.H. 1989. Educating gifted persons who are caring and concerned. *Gifted Education International*, 6: 5-7.
- Pedersen, P.B. 1984. The cultural complexity of mental health. In: Pedersen, P., Sartorius, N. & Marsella, A.J. (Eds). *Mental health service*. Beverly Hills: Sage.
- Pedersen, P.B. 1991. Multiculturalism as a generic approach to counselling. *Journal of Counselling and Development*, 70(1): 6-12.
- Pedersen, P.B., Draguns, J.G., Lonner, W.J. & Trimble, J.E. 1989. *Counseling across cultures*. Honolulu: University of Hawaii Press.
- Phares, E.J. 1976. *Locus of Control in personality*. Morristown, New Jersey: General Learning Press.
- Phares, E.J. 1992. *Clinical psychology concepts, methods & profession*. Pacific Grove, California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Piaget, J. 1952. *The child's conception of number*. New York: Norton.
- Piaget, J. 1964. Development and learning. In: Ripple, R.E. & Rockcastle, V.N. (Eds). *Piaget rediscovered: report on the conference on cognitive studies and curriculum development*. New York: Academic Press.
- Piaget, J. 1971. *Science of education and the psychology of the child*. New York: The Viking Press Inc.
- Piaget, J. 1973. Comments on mathematical education. In: *Developments in mathematical education*. London: Cambridge University Press.
- Piaget, J. 1976. Piaget's theory. In: Inhelder, B. & Chipman, H. (Eds). 1976. *Piaget and his school*. New York: Springer-Verlag.

- Piaget, J. 1980. The psychogenesis of knowledge and its epistemological significance. In: Piatelli-Palmarin, M. (Ed.). *Language and learning: the debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Pintrich, P.R. & Garcia, T. 1994. Self-regulated learning in college students: knowledge, strategies, and motivation. In: Pintrich, P.R., Brown, D.R. & Weinstein, C.E. (Eds). *Student motivation, cognition, and learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Pintrich, P.R. & Johnson, G.R. 1990. Assessing and improving students' learning strategies. *New Directions for Teaching and Learning*, 42: 83-92.
- Pintrich, P.R. & Schrauben, B. 1992. Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. In: Schunk, D. & Meece, J. (Eds). *Student perception in the classroom*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pintrich, P.R., Smith, D.A. & McKeachie, W.J. 1989. *Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor: NCRIPAL, The University of Michigan.
- Pintrich, P.R., Smith, D.A., Garcia, T. & McKeachie, W.J. 1991. *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor: NCRIPAL, The University of Michigan.
- Plug, C. Meyer, W.F., Louw, D.A. & Gouws, L.A. 1993. *Psigologie-woordeboek*. Johannesburg: Lexicon-Uitgewers.
- Pollock, J.E. & Wilkinson, B.L. 1988. Enrollment differences in academic achievement for university study skills students. *College Student Journal*, 22(1): 76-82.
- Pólya, G. 1946. *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press.
- Pólya, G. 1957. *How to solve it: a new aspect of mathematical Method*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Poortinga, Y.H. 1975. Some implications of three different approaches to intercultural comparison. In: Berry, J.W. & Lonner, W.J. (Eds). *Applied cross-cultural psychology*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Poortinga, Y.H. 1983. Psychometric approaches to intergroup comparison: the problem of equivalence. In: Irvine, S.H. & Berry, J.W. (Eds). *Human assessment and cultural factors*. New York: Plenum.
- Poortinga, Y.H. 1990. Towards a conceptualization of culture for psychology. *Cross-cultural Psychology Bulletin*, 24(3): 2-10.
- Presmeg, N.C. 1989. Visualization in multicultural mathematics classrooms. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11: 17-24.

- Pretorius, C. 27.12.1996. Dié slaagsyfer wek kommer. *Beeld*: 2.
- Prinsloo, W.B.J. Inligting verskaf aan J.G. Maree tydens 'n persoonlike gesprek gedurende 1996.
- Pythagoras. 1995. Getting the facts straight - a letter to the editor. *Pythagoras*, 36: 5-6.
- Radatz, H. 1979. Error analysis in mathematics education. *Journal for Research in Mathematical Education*, 10: 163-172.
- Radatz, H. 1980. Students' errors in the mathematical learning process: a survey. *For the Learning of Mathematics*, 1(1): 16-20.
- Rea, M. & Parker, R.A. 1992. *Designing and conducting survey research*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Resnick, L.B. & Ford, W.W. 1981. *The psychology of mathematics for instruction*. New Jersey: LEA Publishers.
- Retief, A. 1987. Thematic apperception testing across cultures. Tests of selection versus tests of inclusion. *South African Journal for Psychology*, 17(2): 47-55.
- Retief, A. 1988. *Method and theory in cross-cultural psychological assessment*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Retief, A. 1992. The cross-cultural utility of the SAPQ - bias or fruitful differences? *South African Journal for Psychology*, 22(4), 202-207.
- Reynolds, A.J. & Wahlberg, H.J. 1992. A structural model of high school mathematics outcomes. *Journal of Educational Research*, 85(3): 150-158.
- Robson, C. 1995. *Real world research*. Oxford, UK: Blackwell Publishers Inc.
- Roos, P. 1995. 'n Analise van die kognitiewe style van studente aan die Universiteit van Pretoria. Ongepubliseerde DPhil-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Roper, K. 1992. The cross-cultural application of analytical psychology: a consideration of the research of M. Vera Bührmann. *The South African Journal of Psychology*, 22: 157-162.
- Rosnick, P. 1981. Some misconceptions concerning the concept of variable. *Mathematics Teacher*, 74(6): 418-420; 450.
- Rossmann, J. 1931. *The psychology of the inventor*. Washington: Invento's Publishing Co.
- Rothman, R. & Cohen, J. 1989. The language of math needs to be taught. *Academic Therapy*, 25: 133-142.

- Rotter, J. 1954. *Social learning and clinical psychology*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Sapon-Shevin, M. & Schniedewind, N. 1994. Cooperative learning for the 90's: teaching for change. *Cooperative learning*, 14(2): 2-6.
- SAS Institute. 1990. *SAS/STAT user's guide. Version 6 [GLM THROUGH VARCOMP PROCEDURES]*. Raleigh: SAS Institute.
- Saunders, W. 1996. One lost generation after another. *Frontiers of Freedom*, Fourth Quarter, 1996: 18-19.
- Schein, E.H. 1993. Legitimizing clinical research in the study of organizational culture. *Journal of Counselling and Development*, 71: 703-708.
- Schepers, J.M. 1992. *Toetskonstruksie: teorie en praktyk*. Johannesburg: RAU-Drukkers.
- Schmeck, R.R. 1988. An introduction to strategies and styles of learning. In: Schmeck, R. (Ed.). *Learning strategies and learning styles*. New York: Plenum Press.
- Schminke, C.W., Maertens, N. & Arnold, W. 1978. *Teaching the child mathematics*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Schoenfeld, A.H. 1985. *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A.H. 1988. When good teaching leads to bad results: the disasters of "well-taught" mathematics courses. *Educational Psychologist*, 23: 145-166.
- Schoenfeld, A.H. 1992. Learning to think mathematically. In: Grouws, A.A. (Ed.). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Schoenfeld, A.H. 1994. Reflections on doing and teaching mathematics. In: Schoenfeld, A.H. (Ed.). *Mathematical thinking and problem solving*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scholnick, E.K. 1988. Why should developmental psychologists be interested in studying the acquisition of arithmetic? In: Cocking, R.R. & Mestre, J.P. (Eds). *Linguistic and cultural influences on learning mathematics*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Schutz, P.A. 1994. Goals as the transactive point between motivation and cognition. In: Pintrich, P.R., Brown, D.R. & Weinstein, C.E. (Eds). *Student motivation, cognition, and learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Sears, R.R. 1961. Transcultural variables and conceptual equivalence. In: Kaplan, B. (Ed.). *Studying personality cross-culturally*. New York: Harper & Row.

- Seligman, M.E.P. 1975. *Helplessness: depression, development, and death*. San Francisco: Freeman.
- Shaffer, D.R. 1996. *Developmental psychology. Childhood and adolescence*. Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company.
- Sharma, M.C. 1979. Focus on learning problems. *Mathematics*, 1(3): 5-22.
- Sharma, M.C. 1981. Using word problems to aid language and reading comprehension. *Topics in Learning & Learning Disabilities*, 1(3): 61-71.
- Shuell, T.J. 1992. Designing instructional computing systems for meaningful learning. In: Jones, M. & Winne, P.H. (Eds). *Adaptive learning environments: foundations and frontiers*. Berlin: Springer-Verlag.
- Shulman, L.S. 1970. Psychology and Mathematics Education. In: Begle, E.G. (Ed.). *National Society for the Study of Education, 69th yearbook*. Chicago: University of Chicago Press.
- Shulman, L.S. 1974. Psychological controversies in the teaching of science and mathematics. In: Coopersmith, S. & Feldman, R. (Eds). 1974. *The formative years, principles of early childhood education*. San Francisco: Albion Publishing.
- Shuttleworth-Jordan, A.B. 1996. On not reinventing the wheel: a clinical perspective on culturally relevant test usage in South Africa. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Sielkunde*, 26(2): 96-102.
- Sibaya, P.T., Hlongwane, M. & Makunga, N. 1996. Giftedness and intelligence assessment in a third world country. *Gifted Education International*, 11(2): 107-113.
- Sibaya, P.T. & Sibaya, D.C. 1997. Pupils' performance on a teacher-made mathematics test: the interaction effects of sex, class and stream with age as a covariate. *South African Journal of Psychology*, 27(1): 9-16.
- Sincich, T. 1993. *Statistics by example*. New York: Dellen.
- Skemp, R.R. 1971. *The psychology of learning mathematics*. Harmondsworth: Penguin.
- Skemp, R.R. 1982. Communicating mathematics: surface structures and deep structures. *Visible language*, XVI(3): 281-287.
- Skinner, B.F. 1974. *About behaviorism*. New York: Knopf.
- Slabbert, J.A. 1988. *Die ontwikkeling van 'n metaleermodel*. Ongepubliseerde DEd-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Slabbert, J.A. 1993. *The role of metalearning and cooperative learning in multicultural education*. Paper presented at the Eleventh International Conference of the World Association of Educational Research. Jerusalem.

- Slavin, R.E. 1994. *Educational psychology: theory and practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Small, M.Y. 1990. *Cognitive development*. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich.
- Smit, G.J. 1991. *Psigometrika*. Pretoria: HAUM-Tersiêr.
- Smit, P. 1992. 'n *Universiteit in bedryf*. Inhoudingsrede as visekanselier en rektor van die Universiteit van Pretoria. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Smit, P. 1996. *Bepanning, voorbereiding en prioriteite vir 'n laaste jaar*. Rede gelewer by die amptelike opening van die akademiese jaar. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Smith, W., & Lockwood, J. 1987. *Chambers Murray Latin-English Dictionary*. Cambridge: University Press.
- Spiegel, M.R. 1961. *Theory and problems of statistics*. New York: Schaum.
- Stabb, S.D. & Harris, S.M. (Eds). 1995. *Multicultural needs assessment for college and university student populations*: Springfield: Thomas.
- Steen, L.A. 1987. Points of stress in mathematics education. *The Education Digest*, 1987: 36-39.
- Steen, L.A. 1988. The science of patterns. *Science*, 240: 611-616.
- Steffe, L.P., Cobb, P. & Von Glasersfeld, E. 1988. *Construction of arithmetical meanings & strategies*. New York: Springer-Verlag.
- Stewart, J.A. 1991. *Why don't girls study mathematics and physical science? The Australian Science Teachers Journal*, 37(3): 18-23.
- Steyn, A.G.W., Smit, C.F., Du Toit, S.H.C. & Strasheim, C. 1995. *Moderne statistiek vir die praktyk*. Pretoria: JL van Schaik Uitgewers.
- Strauss, J.P. 1983. Wiskunde - die meganiese gebruik van formules en tegnieke of die ontwikkeling van kreatiewe denke? *Spectrum*, 21(4): 46-47.
- Strauss, J.P. 1990. Wiskunde-angs en die wiskunde-onderwyser. *Die Vrystaatse Onderwyser*, 80(2): 12-15.
- Strauss, J.P. Inligting verskaf aan J.G. Maree tydens 'n persoonlike gesprek gedurende 1997.
- Stuart, A. & Ord, J.K. 1987. *Kendall's advanced theory of statistics. Volume one*. 5th edition. New York: Oxford University Press.
- Svensson, L. 1976. *Study skill and learning*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

- Swanson, H.L. 1987. Information processing and learning disabilities: an overview. *Journal of learning disabilities*, 20(1): 3-7.
- Swenson, L.C. 1980. *Theories of learning*. Belmont: Wadsworth Publishing Co.
- Taljaard, J.J. & Prinsloo, W.B.J. 1995. Persoonlikheidstoetse. In: Owen, K. & Taljaard, J.J. (Reds). *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van die RGN*. Pretoria: Penrose Boekdrukkers.
- Tartre, L.A. & Fennema, E. 1995. Mathematics achievement and gender: a longitudinal study of selected cognitive and affective variables [Grades 6-12]. *Educational Studies in Mathematics*, 28: 199-217.
- Terblanche, H.J. & Odendaal, J.J. 1966. *Afrikaanse woordeboek. Verklarend met woordafleidings*. Johannesburg: Afrikaanse Pers-Boekhandel.
- Themabela, A.J. 1991. The cultural base of subject didactics. In: Kaiser, E., Sibaya, P.T. & Mbhele, Y.S. (Eds). *Paidonomia*. Zululand: University of Zululand.
- Theron, A. & Louw, D.A. 1995. Die geskiedenis, aard en klassifikasie van abnormale gedrag. In: Louw, D.A. (Red.). *Suid-Afrikaanse handboek van abnormale gedrag*. Halfweghuis: Southern Boekuitgewers.
- Thompson, C.L. & Rudolph, L.R. 1992. *Counselling children*. Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company.
- Thorndike, E.L. 1913. *Educational psychology, vol II: the psychology of learning*. New York: Columbia University.
- Thorndike, E.L. 1922. *The Psychology of arithmetic*. New York: The Macmillan Co.
- Trollip, S.R. 1991. *Designing effective tests*. Minnesota: S.R. Trollip & Associates.
- Ullmann, L.P. & Krasner, L. 1975. *Psychological approach to abnormal behaviour*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Valverde, L.A. 1984. Underachievement and underrepresentation of Hispanics in mathematics and mathematics-related careers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(2): 123-133.
- Van Aardt, A. & Van Wyk, C.K. 1994. Student achievement in mathematics. *South African Journal of Higher Education*, 8(1): 233-238.
- Van den Berg, A.R. 1992. *Position paper on test construction and use in South Africa*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Van den Berg, A.R. 1995. Intelligensietoetse. In: Owen, K. & Taljaard, J.J. (Reds). *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van die RGN*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.

- Van der Reis, A.P. 1996. *Aspirations, values and other marketing considerations among metropolitan black youth, 1996*. Pretoria: Unisa, Bureau of Market Research (Research Report no 238).
- Vanderstoep, S.W. & Seifert, C.M. 1994. Problem solving, transfer, and thinking. In: Pintrich, P.R., Brown, D.R. & Weinstein, C.E. (Eds). *Student motivation, cognition, and learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Van Eeden, R. 1991. *Handleiding vir die Senior Suid-Afrikaanse Individuele Skaal - Hersien (SSAIS-R). Deel 1*. Pretoria: Raad vir Geesteswetenskaplike navorsing.
- Verster, J.M. 1987. Cross-cultural cognitive research: some methodological problems and prospects. In: Mauer, K.F. & Retief, A.I. (Eds). *Psychology in context: cross-cultural research trends in South Africa*. Pretoria: Human Sciences Research Council.
- Visser, D. 1988. Mathematics anxiety and continued participation in mathematics. *Spectrum*, 26(2): 38-40.
- Visser, D. 1989. Mathematics - the critical occupational filter for women. *South African Journal of Science*, 85(4): 212-214.
- Vithal, R. 1993. *Ethomathematics; research directions and some implications for curriculum*. Paper presented at the First Annual Meeting of the South African Association for Research in Mathematics and Science Education. Durban.
- Volmink, J. 1990. Towards a framework for curriculum change. *Proceedings of the Maths, Science, Technology Curriculum Centre Conference*. Johannesburg: Science Education Project.
- Volmink, J.D. 1993. A different mathematics education for a different South Africa. *Pythagoras*, 31: 32-37.
- Von Glasersfeld, E. 1991. Constructivism in education. In: Lewy, A. (Ed.). *The International Encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon Press.
- Vygotsky, L.S. 1962. *Thought and language*. Cambridge: MIT Press.
- Vygotsky, L.S. 1978. *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Boston: Harvard University Press.
- Vygotsky, L.S. 1981. The instrumental method of psychology. In: Wertsch, J. (Ed.). *The concept of activity in Soviet psychology*. Armond: M. E. Sharpe.
- Vygotsky, L.S. 1986. *Thought and language*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Wachsmuth, I. & Lorenz, J.H. 1987. Sharpening one's diagnostic skill by stimulating students' error behaviors. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 9(2): 43-56.

- Weiner, B. 1979. *A theory of motivation for some classroom experiences*. *Journal of Educational Psychology*, 71: 3-25.
- Weiner, B. 1984. Principles for a theory of student motivation and their application within an attributional framework. In: Ames, R. & Ames, C. (Eds). *Research on motivation in education (Vol. 1)*. Orlando, FL: Academic Press.
- Weinstein, C.E. 1987. *LASSI: Learning and Study Strategies Inventory. User's manual*. Clear water: H&H Publishing.
- Weinstein, C.E. 1994. Strategic learning/ strategic thinking: flip sides of a coin. In: Pintrich, P.R., Brown, D.R. & Weinstein, C.E. (Eds). *Student motivation, cognition, and learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Weinstein, C.E., Palmer, D.R. & Schulte, A.C. 1987. *LASSI: Learning and Study Strategies Inventory*. Clearwater: H&H Publishing.
- Welch, F.G. 1988. The continuing need for vocational education. *The Education Digest*, December: 40-43.
- Wertsch, J. & Toma, C. 1994. Discourse and learning in the classroom: a socio-cultural approach. In: Steffe, L.P. & Gale, J. (Eds). *Constructivism in education*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Winell, M. 1987. Personal goals: the key to self-direction in adulthood. In: Ford, M.E. & Ford, D.H. (Eds). *Humans as self-constructing living systems: putting the framework to work*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Witkin, H.A., Moore, C.A., Goodenough, D.R. & Cox, P.W. 1977. *Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications*. *Review of educational research*, 47: 1-64.
- Witkowski, J.C. 1988. Solving problems by reading mathematics. *College Teaching*, 36(4): 162-165.
- Wong, N. 1992. The relationship among mathematics achievement, affective variables and home background. *Mathematics Education Research Journal*, 4(3): 32-42.
- Wood, E. 1989. The teaching of thinking skills. *Gifted Education International*, 6: 102-103.
- Woodrow, D. 1984. Cultural impacts on children learning mathematics. *Mathematics in School*, 13(5): 5-7.
- Woolfolk, A.E. 1993. *Educational psychology*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Zigler, E.F. & Finn-Stevenson, M.F. 1992. Applied developmental psychology. In: Bornstein, M.H. & Lamb, M.E. (Eds). *Developmental psychology: an advanced textbook*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

BYLAE A: DIE STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE (SOW)

STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS IN WISKUNDE (SOW)

AANWYSINGS

Die doel met hierdie vraelys is om ondersoek in te stel na alle aspekte van jou prestasie in wiskunde. Indien jy al die stellings op die volgende bladsye eerlik en na deeglike oorweging beantwoord, sal dit jou in staat stel om vas te stel wat jy kan doen om beter te doen in wiskunde. Wees asseblief heeltemal eerlik. *Jou antwoorde sal as streng vertroulik behandel word.*

Jou antwoorde word op 'n aparte antwoordblad gemerk. Moenie enige merkies op hierdie boekie maak nie. Daar is 77 stellings wat leerders in Graad 8 en 9 moet oorweeg, en 90 wat leerders in Graad 10 en 11 moet oorweeg. Besluit wat jou mening ten opsigte van elke stelling is en merk jou antwoord op die antwoordblad. Kies een van die vyf moontlike antwoorde: *Byna nooit, soms, dikwels, gewoonlik of byna altyd.*

As jy byvoorbeeld meen dat die stelling **vir jou** byna nooit waar is nie, kleur die spasie by N op jou antwoordblad in. Maak seker dat die nommer van die stelling ooreenstem met die nommer op die antwoordblad wanneer jy die antwoord inkleur en dat al die merkies baie duidelik is. Moenie enige ander merkies op jou antwoordblad maak nie en vee skoon uit as jy 'n antwoord wil verander.

Kies een van die 5 moontlike antwoorde: Byna nooit, soms, dikwels, gewoonlik of byna altyd. Hier volg 'n verduideliking van die simbole wat gebruik word:

N	:	Byna nooit	(0 tot 15% van die tyd)
S	:	Soms	(16 tot 35% van die tyd)
D	:	Dikwels	(36 tot 65% van die tyd)
G	:	Gewoonlik	(66 tot 85% van die tyd)
A	:	Byna altyd	(86 tot 100% van die tyd)

Dit word van jou verwag om jouself te beoordeel. *Nie soos jy dink dat jy behoort te handel of te voel nie; ook nie soos jy dink dat ander mense miskien handel of voel nie; maar soos jy self gewoonlik handel en voel.* Indien jy nie 'n stelling kan beantwoord op grond van werklik ondervinding nie, beantwoord dit dan soos jy waarskynlik in so 'n situasie sou optree. Onthou, daar is geen 'korrekte' of 'verkeerde' antwoorde nie en daar is geen tydsbeperking om hierdie opname te voltooi nie. Werk nogtans so vinnig as wat jy kan, sonder om nalatig te wees. Moet asseblief geen vrae oorslaan nie.

Voorbeeld: Ek werk hard in wiskunde

Dui jou antwoord op elke item soos volg op jou antwoordblad aan:

1. Indien jy byna nooit hard werk in wiskunde nie, trek 'n strepie deur N.
2. Indien jy soms hard werk in wiskunde, trek 'n strepie deur S.
3. Indien jy dikwels hard werk in wiskunde, trek 'n strepie deur D.
4. Indien jy gewoonlik hard werk in wiskunde, trek 'n strepie deur G.
5. Indien jy byna altyd hard werk in wiskunde, trek 'n strepie deur A.

In hierdie vraelys word voorkeur gegee aan eenvoudige en duidelike taalgebruik. Die klem val op die kommunikasie van idees. Die hoop word uitgespreek dat al die vrae deur alle leerders duidelik verstaan sal word, insluitende diene wat wiskunde deur middel van Afrikaans as 'n tweede taal bestudeer.

R - BYNA NOOIT	S - SOMS	F - DIKWELS	G - GEWOONLIK	A - BYNA ALTYD
----------------	----------	-------------	---------------	----------------

1. (68)¹. Ek beplan my wiskundehuiswerk.
2. (9). Ek dink dikwels tydens die skryf van wiskundetoetse en -eksamens dat ander beter gaan doen as ek, omdat dit vir my lyk asof hulle die vraestelle makliker vind as ek.
3. (5). Ek kry dit reg om op wiskunde (huiswerk, werkkaarte) te konsentreer, al is daar dinge wat my aandag wil affrek.
4. (6). Ek probeer om self wiskunde probleme op te los voordat ek hulp soek.
5. (15). Wiskunde is vir my 'n nuttige vak.
6. (7). Ek maak seker dat ek formules en stellings (reëls in wiskunde) verstaan voordat ek dit memoriseer.
7. (17). Ek maak seker dat ek vorige werk verstaan wanneer ek my wiskunde hersien.
8. (10). My onderwyser gebruik woorde wat vir my vreemd is en my verwar.
9. (19). Ek probeer verbande lê tussen verskillende aspekte, asook afdelings in wiskunde.
10. (24). Ek dink die onderwerpe in wiskunde is geskik (sinvol).
11. (28). Ek maak tabelle, sketse en diagramme wanneer ek my vir wiskundetoetse en -eksamens voorberei.
12. (16). Ek verloor punte in wiskundetoetse en -eksamens, omdat ek korrekte antwoorde doodtrek.
13. (35). Ek luister met die nodige aandag na die wiskunde-onderwyser se verduideliking of opdragte.
14. (25). Ek sal my skoolwiskunde wel op een of ander manier in my lewe nuttig vind, al gebruik ek dit nie direk in my beroep nie.
15. (38). My wiskundehuiswerk is netjies en sistematies.

¹ Nommer van item in oorspronklike vraelys.

R - BYNA NOOIT	S - SOMS	F - DIKWELS	G - GEWOONLIK	A - BYNA ALTYD
----------------	----------	-------------	---------------	----------------

16. (47). Ek bring die datums van my wiskundetoetse en -eksamens, asook my wiskundepunte in my dagboek aan.
17. (48). Ek doen my wiskundeverbeteringe (nasorg in wiskunde).
18. (20). Ek is onseker of my werk reg is, maar huiwer om vir my onderwyser vrae te vra.
19. (49). Ek lees vinnig deur al die werk ten einde 'n geheelbeeld te kry van dit waaroor ek getoets word voordat ek dit begin leer.
20. (56). Ek probeer om 'n logiese struktuur te vind in alles wat ek in wiskunde leer.
21. (32). Prestasie in wiskunde is vir my belangrik omdat ek voel dat ek daardeur van my wêreld 'n beter plek kan maak.
22. (57). Ek maak seker dat ek weet hoeveel tyd ek nodig het vir hersiening voor wiskundetoetse en -eksamens, en beplan my tyd dienooreenkomstig.
23. (26). Ek het 'n probleem om sekere woorde in wiskunde te verstaan.
24. (58). Ek werk vorige wiskundetoetse en -vraestelle uit.
25. (33). Ek voel senuweeweeagtig tydens die beantwoording van wiskundetoetse en -eksamens.
26. (64). Dis vir my maklik om myself goed uit te druk in wiskundetoetse en -eksamens.
27. (63). Tydens die beantwoording van wiskundetoetse en -eksamens raak ek paniekerig en kan ek min onthou.
28. (67). Ek probeer om tydens my voorbereiding vir wiskundetoetse en -eksamens reeds moontlike toets- en eksamenvrae te identifiseer.
29. (69). Ek praat met my maats oor die werk, bespreek wiskundige terme en begrippe met hulle.
30. (65). Sodra ek wiskunde wil begin doen, raak ek vaak, moeg of verveeld.
31. (52). Ek glo dat ek goed kan doen in wiskunde.
32. (74). Wanneer ek 'n vreemde woord of simbool in wiskunde teëkom, maak ek seker dat ek dit verstaan.

R - BYNA NOOIT	S - SOMS	F - DIKWELS	G - GEWOONLIK	A - BYNA ALTYD
----------------	----------	-------------	---------------	----------------

33. (70). Ongelukkigheid of frustrasie verhoed dat ek so hard werk in wiskunde as wat ek kan.
34. (85). Ek vra vrae en maak opmerkings tydens die wiskundeles.
35. (73). Ek speel senuweeagtig met my pen, 'n sleutel, 'n liniaal of iets anders wanneer ek moeilike somme moet oplos.
36. (86). Ek lees 'n langer probleem herhaaldelik deur totdat ek deeglik verstaan wat aangaan.
37. (79). Wanneer ek wiskunde nie verstaan nie, is dit omdat dit moeilik is.
38. (81). Ek dink dat ek die wiskunde wat ek op skool leer, later in my beroep sal kan gebruik.
39. (87). Ek maak seker dat ek my toets- en eksamenvraestelle in wiskunde opvolg en verstaan waarom ek foute begaan het.
40. (83). Ek stotter of hakkel wanneer ek skielik 'n vraag in die wiskundeklas moet beantwoord.
41. (89). Ek lees stadig, daarom kry ek nie klaar met my wiskundetoetse en -eksamens nie.
42. (88). Ek probeer om die volgende vier stappe vir probleemoplossing in wiskunde uit te voer: Kyk wat is gegee en gevra; maak 'n plan; voer die plan uit en toets die plan.
43. (92). My maats vra my om hulle te help met wiskunde.
44. (105). Ek dink dit is belangrik om wiskunde te gebruik om die wêreld 'n beter plek te maak.
45. (102). Dit is vir my belangrik om meer te doen in wiskunde as wat my onderwyser van my verwag.
46. (90). Ek sien of hoor nie goed in die wiskundeklas nie, maar huiwer om dit vir my onderwyser te noem.
47. (107). Ek hou my wiskundehuiswerk op datum deur elke dag se werk behoorlik af te handel.
48. (93). Wanneer my maats in die wiskundeklas oor 'n som of oplossingswyse praat, kou ek my vingernaels, potlood of ander voorwerpe.

R - BYNA NOOIT	S - SOMS	F - DIKWELS	G - GEWOONLIK	A - BYNA ALTYD
----------------	----------	-------------	---------------	----------------

49. (97). Ek huiwer om my onderwyser te vra om wiskunde wat vir my onduidelik is, te verduidelik totdat ek dit wel verstaan.
50. (109). Ek hou op as ek besig is met 'n lang som om seker te maak of ek verstaan wat ek reeds gedoen het.
51. (126). Wanneer ek my heeltemal vasloop met die oplos van 'n probleem in wiskunde, gaan ek terug na die begin daarvan.
52. (127). Ek werk vooruit in wiskunde.
53. (111). Ek benodig wiskunde vir die beroep wat ek eendag beoog.
54. (103). In die wiskundeklas vind ek dat ek die kamer wil verlaat (toilet toe wil gaan).
55. (135). Ek gesels met my ouers en vriende oor wiskunde omdat dit my interesseer en probeer om my entoesiasme aan hulle oor te dra.
56. (108). Ek sukkel met sekere somme omdat ek nie die probleem deeglik gelees het nie.
57. (110). Die voorbeelde en name wat in wiskundehandboeke voorkom, is vir my vreemd.
58. (136). Ek gebruik die hoofopskrifte van hoofstukke en dele van hoofstukke om agter te kom hoe die verskillende aspekte van die vak met mekaar verband hou.
59. (113). Wanneer ek in die klas wiskunde doen, raak ek op my senuwees.
60. (112). Ek dink dit kan van die gemiddelde leerders verwag word om in wiskunde te presteer.
61. (118). Ek skryf my wiskundehuiswerk van iemand anders af en sê dit is my eie.
62. (138). Ek werk 'n verskeidenheid van probleme uit, en nie net enkele bekende probleme nie, wanneer ek my vir wiskundetoetse en -eksamens voorberei.
63. (123). Wanneer my wiskunde-onderwyser vir my 'n vraag vra, beweeg ek my voete.
64. (139). As ek vind dat ek 'n som nie verstaan nie, bekyk ek dit uit 'n ander hoek of lees ek dit 'n ander manier.

R - BYNA NOOIT	S - SOMS	F - DIKWELS	G - GEWOONLIK	A - BYNA ALTYD
----------------	----------	-------------	---------------	----------------

80. (31). Ek merk verkeerde huiswerk in wiskunde reg.
81. (42). Ek is oortuig daarvan dat ek goed in wiskunde kan doen indien ek goed oplet, hard daarin werk en genoeg tyd daaraan spandeer.
82. (51). Dit is vir my belangrik om goed in wiskunde te doen, al stel ek nie daarin belang of vind ek dit nie noodwendig interessant nie.
83. (72). My ouers se gevoel teenoor wiskunde is positief.
84. (76). Wiskunde is 'n vak waarin jy bloot probleme moet uitwerk, jy hoef nie daarin te leer nie.
85. (84). Ek gebruik 'n sakrekenaar wanneer dit my met my wiskunde kan help.
86. (99). Self-dissipline is belangrik as 'n mens in wiskunde wil presteer.
87. (100). Ek sal beter doen in wiskunde as my onderwyser nie in die klas oor ander dinge gesels nie.
88. (104). Dit is belangriker om te weet hoe om 'n wiskunde probleem op te los as om slegs die antwoord te vind.
89. (115). Hoewel ek weet dat sekere somme verkeerd is, merk ek hulle tóg reg.
90. (124). In wiskundetoetse en -eksamens laat ek somme wat ek nie kan doen nie eers uit en gaan met somme aan wat ek wel kan doen.

HOU HIER OP. MAAK SEKER DAT JY AL DIE VRAE BEANTWOORD HET.

R - BYNA NOOIT	S - SOMS	F - DIKWELS	G - GEWOONLIK	A - BYNA ALTYD
----------------	----------	-------------	---------------	----------------

65. (125). Na 'n rukkie se werk vind ek dat ek nie meer op wiskunde kan konsentreer nie.
66. (130). Probleme van 'n nie-wiskundige aard veroorsaak dat ek nie my beste in wiskunde kan lewer nie.
67. (121). Ek kan wiskunde eendag in my beroep gebruik.
68. (144). Ek probeer verstaan waarom die reëls in wiskunde werk.
69. (133). Tydens die beantwoording van wiskundetoetse en -eksamens raak ek bekommerd wanneer ek sien hoe vinnig die ander kinders werk terwyl ek hard moet nadink oor my antwoorde.
70. (134). Ek maak agterlosige foute in wiskunde.
71. (145). Ek probeer om belang te stel in wiskunde
72. (147). Ek vra my onderwyser om werk wat ek in wiskundetoetse en -eksamens verkeerd gehad het, weer vir my te verduidelik.
73. (140). Ek is te bang vir my wiskunde-onderwyser om vir haar/hom vrae te vra.
74. (148). Ek sorg dat my meetkundeskette groot en duidelik is; ek gebruik kleurpotlode om die skette as 't ware met my te laat 'praat'.
75. (143). Ek is bang om my probleme in wiskunde met my onderwyser te bespreek.
76. (122). My onderwyser verwag van my om goed te doen in wiskunde.
77. (149). Ek soek, so ver moontlik, na 'n eenvoudiger vorm van 'n probleem in 'n poging om dit op te los (om te sien wat die verband is tussen werk wat reeds ken en nuwe werk in wiskunde).

LEERERS IN GRAAD 8 EN 9 HOU HIER OP. KYK OF JY AL DIE VRAE BEANTWOORD HET. WAG TOTDAT AAN JOU GESê WORD WAT OM TE DOEN.

SLEGS LEERERS IN GRAAD 10 EN 11 VOLTOOI HIERDIE GEDELTE.

78. (11). Die verantwoordelikheid om hard te werk in wiskunde is my eie.
79. (30). Dis my onderwyser of my ouers se skuld dat ek nie hard in wiskunde werk nie.

**BYLAE B: TOESTEMMINGSBRIEF VAN DIE RGN OM DIE SOW IN HIERDIE
PROEFSKRIF TE PLAAS**

Human Sciences Research Council
Lekgotla la Dinyakisišo tša Semahlale tša Setho
Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing
Umkhandlu Wezokucwaninga Ngesayensi Yesintu

Group Human Resources
Sehlopha sa Tša Badiredi
Groep Menslike Hulpbronne
Umyango Wezabasebenzi



HSRC
RGN

Verw. 24/2/3/1
Naam: T Avenant
Tel. 327 4872

Prof. J.G. Maree
Arcadiastraat 1300
HATFIELD
0083

Geagte prof. Maree

INBIND VAN NUWE STUDIE-ORIËNTASIEVRAELYS VIR WISKUNDE IN PROEFSKRIF


In opvolging van ons telefoongesprek word hiermee bevestig dat bogemelde aangeleentheid ook met dr. S.W.H. Engelbrecht van die Groep: Onderwys en dr. H.S. van der Walt van die Groep: Menslike Hulpbronne bespreek is.

Dit is vir my aangenaam om te bevestig dat daar nie beswaar teen die inbind van die nuwe vraelys, wat op grond van verdere navorsing deur u ontwikkel is (en waarvan 'n voorbeeld aan die RGN voorgelê is) in u proefskrif is nie.

U word sterkte toegewens met u onderneming.

Met vriendelike groete.

Die uwe


.....
PRØMARK
1997/04/04