



'n ONDERSOEK NA METAKOGNISIE IN
WISKUNDE-ONDERRIG EN -LEER MET
BESONDERE VERWYSING NA DIE SENIOR FASE

Martha Sophia Van der Walt

**'n ONDERSOEK NA METAKOGNISIE IN WISKUNDE-
ONDERRIG EN -LEER MET BESONDERE VERWYSING NA
DIE SENIOR FASE**

deur

Martha Sophia Van der Walt

Verhandeling voorgelê vir die graad

MAGISTER EDUCATIONIS

in

LEER EN ONDERRIG

in die

Fakulteit Opvoedingswetenskappe

aan die

Noordwes-Universiteit

(Potchefstroomkampus)

Studieleier: Prof. J.G. Maree (UP)

Mei 2006

DANKBETUIGINGS

SOLI DEO GLORIA

My opregte dank aan elkeen wat op een of ander wyse bygedra het tot die voltooiing van hierdie navorsingstudie

In die besonder dank aan:

- Prof. Kobus Maree wat bereid was om by my studieleiding betrokke te raak
- Prof. C. Dreyer, asook Prof. H.D. Nieuwoudt, vir hul waardevolle insette
- Dr. Suria Ellis, Statistiese Konsultasiedienste, Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit, vir die kundige raad en bekwame analisering van die data
- Prof. Hennie Steyn, Dekaan van die Fakulteit Opvoedingswetenskappe, en prof. Philip van der Westhuizen, Direkteur van die NSO, vir ondersteuning
- Prof. Petrusa du Toit vir waardevolle insette met die analisering van die kwalitatiewe data
- Lidia de Wet vir die professionele taalversorging
- Petra Riedel en Philna Barnard vir hulp met die tegniese versorging van die studie
- My vriende op wie se ondersteuning ek altyd kon reken
- Mari-Louise, Lezeth en Jandré vir liefdevolle begrip, ondersteuning en verdraagsaamheid
- Riaan vir sy hulp, volgehoue aanmoediging en liefdevolle ondersteuning.

OPSOMMING

'n ONDERSOEK NA METAKOGNISIE IN WISKUNDE-ONDERRIG EN -LEER MET BESONDERE VERWYSING NA DIE SENIOR FASE

Suid-Afrikaanse leerders se ontoereikende wiskundeprestasie aan die einde van Graad 12 wek kommer, aangesien wiskunde in die postmoderne, tegnologiese era as 'n onontbeerlike lewensvaardigheid beskou word. Volgens kenners kan die implementering van metakognisie tydens onderrig- en leersituasies betekenisvol bydra tot die verbetering van hierdie situasie. Metakognisie verwys na leerders se "bewuswees" van hul denkprosesse. Metakognitiewe strategieë sluit kennis (van die self as leerder, die wiskundetaak voorhande, asook strategiese denke) en selfregulering (beplanning, monitering en evaluering) in en dui op bepaalde vaardighede wat (wiskunde-)leerders kan en behoort te verwerf. Metakognitiewe strategieë en selfregulering word interaktief deur refleksie verbind en om hierdie rede behoort leerfasiliteerders die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede met die bemeestering van wiskunde-inhoud te integreer. Die konsep "metakognisie" is direk en indirek terug te vind in die Kritieke Uitkomst in Kurrikulum 2005: die meeste van die bepaalde uitkomst impliseer immers dat leerders begelei behoort te word om oor hul eie denke na te dink.

Die primêre doel van my studie was om die stand van metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer te ondersoek. Ek het die tweefasige opeenvolgende gemengde navorsingsmetode gevolg waartydens leerders sowel as indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders betrek is. My studie bevat sowel die resultate van die kwantitatiewe deel van my navorsing as die resultate van die kwalitatiewe fasette.

My bevindings dui onder meer daarop dat die metakognitiewe strategieë rakende voorspelling, evaluering, monitering en refleksie van die leerders in my ondersoekgroep moontlik ontoereikend is. Dit blyk verder dat die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders wat by my studie betrek is, wel (al sy dit slegs) intuïtief oor metakognitiewe vaardighede beskik, maar hierdie vaardighede nie toepaslik in hul wiskundeklasse of -leer implementeer en/of fasiliteer nie.

Ten spyte van die beperkte veralgemeningswaarde van my bevindings, maak ek nogtans die afleiding dat die implementering van en navorsing rakende metakognisie en metakognitiewe strategieë in wiskunde-onderrig en -leer op nasionale, skool- en tersiêre vlak onontbeerlik is en aandag verdien.

TREFWOORDE

Metakognisie

Refleksie

Selfregulering

Beplanning

Monitering

Evaluering

Wiskunde

Leerfasiliteerder

Leerder

Leer

SUMMARY

AN INVESTIGATION REGARDING METACOGNITION IN THE TEACHING AND LEARNING OF MATHEMATICS WITH SPECIFIC REFERENCE TO THE SENIOR PHASE

Mathematical skill is viewed as critically important in a technologically sophisticated world. Since everyone needs to acquire at least some skills in this learning area, the poor performance of grade 12 learners raises concern.

The process during which learners gain awareness of their own thinking processes when solving mathematical problems, is referred to as "metacognition". Metacognitive strategies include knowledge (of oneself as a learner, the task at hand and strategies to be used) and self-regulation (planning, monitoring and evaluation). Metacognitive strategies are linked interactively by its twin process of reflection, eventually facilitating the implementation of certain cognitive strategies. Since metacognitive strategies essentially comprise skills, facilitators of learning should facilitate learners' development and application of these skills and the study and mastery of mathematics in an integrated way, thereby ensuring that learners deliberately and intentionally apply these skills in a satisfactory way.

It is important to note that "metacognition" is both directly and indirectly mentioned in the Critical Outcomes stated in Curriculum 2005 – after all, most of the outcomes referred to imply that learners should be directed to reflect on their own thoughts.

The primary aim of my study was to investigate the possible value of metacognition for the teaching and learning of mathematics. I used a two-phased, consecutive, mixed research method involving learners as well as in-service and pre-service mathematics facilitators. Results of the quantitative part of my study were triangulated with the results of the qualitative part of my study.

My findings indicate, inter alia, that learners' metacognitive strategies as regards prediction, evaluation, monitoring and reflection could be insufficient. In-service and pre-service facilitators of mathematics may very well possess metacognitive skills and utilise them intuitively, however, these skills are not implemented in their classes or learning to a satisfactory extent.

Since this is a local study conducted on a relatively small scale, it would be inappropriate to infer. My findings do, however, suggest that implementation of and research on metacognition and metacognitive strategies in the teaching and learning of mathematics require attention at national, tertiary and secondary levels.

KEY WORDS

Metacognition

Reflection

Self-regulation

Planning

Monitoring

Evaluating

Mathematics

Facilitator of learning

Learner

Learning

INHOUDSOPGAWE

HOOFSTUK 1: Oriëntering

1.1	Algemene inleiding.....	1
1.2	Probleemstelling en motivering	1
1.2.1	Algemene agtergrond	1
1.2.1.1	Bewegrede vir die studie	1
1.2.1.2	Resultate van die TIMSS-studie	2
1.2.1.3	Beleidsdokumente	2
1.2.1.4	Internasionale navorsing oor die verband tussen probleemoplossing en metakognisie.....	3
1.2.2	Probleemstelling	4
1.2.2.1	Primêre probleem	4
1.2.2.2	Sekondêre probleem	4
1.2.3	Bydrae van die studie	4
1.3	Teoretiese en konseptuele raamwerk	5
1.4.1	Metakognisie.....	6
1.4.2	Wiskunde	7
1.4.3	Leerfasiliteerder	8
1.4.4	Leer.....	9
1.4.5	Leerfasilitering	10
1.4.6	Senior fase.....	14
1.4.7	Wiskunde probleem.....	15
1.4.8	Probleemoplosser (met verwysing na wiskunde probleme).....	15
1.4.9	Wiskunde probleemoplossing.....	16

1.5	Hoofstukindeling	17
------------	-------------------------------	-----------

HOOFSTUK 2:

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

2.1	Inleidende oriëntering	19
2.2	Enkele menings oor die begrip "leer"	20
2.3	Fokus op 'ander' aspekte van leer	20
2.3.1	Van onderrig tot leer	20
2.3.2	Denke en leer	21
2.3.2.1	Kritiese denke	21
2.3.2.2	Kreatiewe denke	22
2.3.2.3	Analitiese en ondersoekende denke	22
2.3.2.4	Metakognisie	22
2.3.2.5	Reflektiewe denke	22
2.3.3	Die daarstelling van 'n moontlike leermodel	23
2.3.4	Verstaan van die term "leer"	24
2.4	Leerteorieë	25
2.4.1	Die evolusie van leerteorieë	25
2.4.2	Behaviorisme	25
2.4.3	Enkele vroeë kognitiewe perspektiewe	26
2.4.3.1	Piaget se kognitief-strukturele teorie	26
2.4.3.2	Bruner	28

2.4.3.3	Vygotsky se teorie van kognitiewe ontwikkeling.....	28
2.4.4	Inligtingverwerkingsteorie	30
2.5	Fokus op sosiale konstruktiewe as die hoof-epistemologiese benadering wat die verskynsel "metakognisie" ten grondslag lê	31
2.5.1	Definisie van konstruktiewe	31
2.5.2	Verskillende denkskole in konstruktiewe	32
2.5.3	Sosiale leerteorie	33
2.5.4	Die verband tussen leer en konstruktiewe.....	35
2.5.4.1	Aspekte van konstruktiewe	35
2.5.4.2	Leerteorie en leerfasilitering	35
2.5.4.3	Enkele aspekte van konstruktiewe leerfasilitering in wiskunde.....	36
2.5.4.4	Die doel van leerfasilitering in wiskunde	36
2.5.4.5	Konstruktiewe se kognitiewe oorsprong	37
2.5.4.6	Behavioristiese, kognitiewe en konstruktiewe sienings onderskeidelik van leer en leerfasilitering.....	40
2.5.5	Meer onlangse sienings van leer, leerders, leerfasilitering en leerfasiliteerders.....	46
2.5.6	Klaskamer-omgewings wat bevorderlik is vir konstruktiewe leer.....	48
2.5.7	Koöperatiewe, konstruktiewe leer en metakognisie	49
2.6	Uitkomstgerigte onderwys.....	50
2.7	Metakognisie	51
2.7.1	Enkele definisies van "metakognisie"	51
2.7.2	"Metakognisie" teenoor "kognisie"	53
2.7.3	Bespreking van enkele grondleggers se siening van die begrip "metakognisie"	54
2.7.3.1	Flavell	54

2.7.3.2	Brown.....	55
2.7.3.3	Vygotsky	55
2.7.3.4	Schoenfeld.....	56
2.8	Tipes metakognitiewe teorieë	57
2.8.1	Schraw en Moshman se siening van enkele tipes metakognitiewe teorieë	57
2.8.2	Wanneer leer leerders effektief?	57
2.9	Voorlopige definiëring van die wese van die begrip “metakognisie”	58
2.9.1	Kort oorsig van die aard van metakognitiewe kennis.....	58
2.9.2	Kort oorsig van die aard van “metakognitiewe selfregulering”	62
2.9.2.1	Selfregulering.....	62
2.9.2.2	Beplanning.....	63
2.9.2.3	Monitering	63
2.9.2.4	Evaluering.....	64
2.9.3	Refleksie as sleutelaspek van “metakognisie”	64
2.10	Die leerfasiliteerder se metakognisie	66
2.10.1	Komponente van die leerfasiliteerder se metakognitiewe strategieë en vaardighede	67
2.11	Verwerwing van “metakognisie”.....	68
2.12	Die toepassing van “metakognisie”	69
2.12.1	Die doel van “metakognisie”.....	69
2.12.2	Wanneer is die implementering van metakognitiewe strategieë oënskynlik nie suksesvol in die wiskundeklaskamer nie?.....	70
2.13	Ontwikkeling van metakognitiewe strategieë en vaardighede in die klaskamer	70

2.14	Samevatting	72
-------------	--------------------------	-----------

HOOFSTUK 3: Navorsingsontwerp

3.1	Inleidende oriëntering	73
3.2	Aannames van die navorser	73
3.2.1	Metateoretiese vertrekpunte	73
3.2.2	Teoretiese aannames	74
3.2.3	Paradigmatiese perspektief	75
3.2.4	Navorsingsmetodologie	76
3.3	Steekproef van die kwantitatiewe deel en deelnemers aan die kwalitatiewe deel van die onderhawige studie	78
3.3.1	Skooltipes	78
3.3.2	Steekproef (kwantitatiewe faset van die navorsing)	78
3.3.2.1	Beskikbaarheidsteekproef vir leerders	78
3.3.2.2	Beskikbaarheidsteekproef vir indiens-wiskundeleerfasiliteerders	80
3.3.2.3	Beskikbaarheidsteekproef vir voordiens-wiskundeleerfasiliteerders	80
3.3.3	Kwalitatiewe deelnemers	81
3.3.3.1	Leerders wat deelgeneem het aan die kwalitatiewe faset van die onderhawige studie	81
3.3.3.2	Die indiens-wiskundeleerfasiliteerder wat deelgeneem het aan die kwalitatiewe faset van die onderhawige studie	82
3.3.3.3	Voordiens-wiskundeleerfasiliteerder wat deelgeneem het aan die kwalitatiewe faset van die onderhawige studie	82
3.4	Data-insamelingsinstrumente	82

3.4.1	Kwantitatiewe instrumente van die onderhawige studie	82
3.4.1.1	Kwantitatiewe instrumente wat by leerders ingeskakel word	82
3.4.1.2	Instrumente wat by indiens-wiskundeleerfasiliteerders ingeskakel word	84
3.4.1.3	Kwantitatiewe instrumente wat by voordiens-wiskundeleerfasiliteerders ingeskakel word	85
3.4.2	Prosedure(s) gevolg by kwalitatiewe deel van die onderhawige studie	85
3.4.2.1	Prosedure gevolg by die leerders se multimetode-onderhoudvoering	85
3.4.2.2	Prosedure gevolg by indiens-wiskundeleerfasiliteerder	86
3.4.2.3	Prosedure gevolg by fokusgroep-ondehoude met voordiens-wiskundeleerfasiliteerders	87
3.5	Data-insamelingsprosedure(s).....	87
3.5.1	Data-insamelingsprosedures gevolg by kwantitatiewe deel van die onderhawige studie	87
3.5.2	Insameling van kwalitatiewe data van die onderhawige studie	88
3.5.3	My rol as navorser	90
3.6	Strategieë vir data-analise	90
3.6.1	Statistiese prosedures wat gebruik word tydens die kwantitatiewe deel van hierdie studie	90
3.6.2	Prosedures wat gevolg word om die kwalitatiewe data van die onderhawige studie te analiseer	91
3.7	Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid	92
3.7.1	Triangulasie	94
3.8	Opsomming en uiteensetting van die navorsingsontwerp	95
3.9	Etiese oorwegings	98
3.10	Parameters van die studie	98

3.11	Voorsiene probleme	100
3.12	Samevatting	101

HOOFSTUK 4: Die resultate van die kwantitatiewe aspek van die empiriese ondersoek

4.1	Inleidende oriëntering	102
4.1.1	Navorsingsvrae en hipoteses	102
4.2	Statistiese gegewens vir die leerders	105
4.2.1	Betroubaarheid	105
4.2.2	Beskrywende statistiek	105
4.2.2.1	Frekwensie-tabelle.....	106
4.2.2.2	Rekenkundige gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s)	107
4.2.3	Inferensiële statistiek	111
4.2.3.1	Statistiese hipoteses.....	111
4.2.3.1	Spearman-rangordekorrelasies: Lucangeli-en-Cornoldi- en MSLQ-instrumente.....	116
4.3	Statistiese gegewens vir voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders.....	120
4.3.1	Betroubaarheid	120
4.3.2	Beskrywende statistiek	120
4.4	Samevatting	123
4.4.1	Aard van die betroubaarhede	123
4.4.2	Die resultate van die leerders se vraelyste	123
4.4.3	Die resultate van die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se vraelys	124

HOOFSTUK 5: Die resultate van die kwalitatiewe aspek van die empiriese ondersoek

5.1	Inleidende oriëntering	126
5.1.1	Navorsingsvrae.....	126
5.2	Resultate van die kwalitatiewe ondersoek na die leerders se metakognitiewe vaardighede.....	127
5.2.1	Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte.....	128
5.2.2	’n Opsomming van die kwalitatiewe resultate: individuele leerders.....	134
5.3	Resultate van die kwalitatiewe ondersoek na die indiens-wiskundeleerfasiliteerder se metakognitiewe vaardighede.....	140
5.3.1	Vooraf-onderhoude met die leerfasiliteerder	140
5.3.1.1	Die konteks waarin die leergeleentheid beplan is	140
5.3.1.2	Hindernisse wat die leerfasiliteringsontwerp beïnvloed het	140
5.3.1.3	Die hoofdoelwitte wat bereik moes word tydens die leergeleentheid.....	141
5.3.1.4	Die beplanning om genoemde doelwitte te bereik	141
5.3.2	Die werklike leerfasiliteringsgeleentheid – Graad 8	142
5.3.3	Die leerfasiliteerder se kommentaar op die video van die Graad 8-leergeleentheid	143
5.3.4	Die werklike leerfasiliteringsgeleentheid – Graad 9	143
5.3.5	Die leerfasiliteerder se kommentaar op die video van die Graad 9-leergeleentheid	144
5.3.6	Die onderhoude wat ná afloop van die leergeleenthede gevoer is	144
5.3.7	Opsomming van die leerfasiliteerders se denkpatrone	145
5.4	Resultate van die kwalitatiewe ondersoek na die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe vaardighede.....	148
5.4.1	Die werkwysse vir ’n wiskunde-opdrag	148
5.4.2	Voorbereiding vir die eksamen	149

5.4.3	Redes waarom nie alle voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in wiskunde presteer nie	150
5.4.4	Raad van voordiens-leerfasiliteerders aan die nie-presteerders in wiskunde	151
5.4.5	Kennis van wat 'n opdrag behels en wat geleer moet word vir 'n toets of eksamen	151
5.4.6	Aandag en konsentrasie tydens wiskunde-kontaksessies	152
5.4.7	Kontrolle van verstaan	152
5.4.8	Kontrolle van foute in 'n opdrag of toets	153
5.4.9	Vergelyking van leer op skool met huidige leer	153
5.4.10	Laerskoolleerders se verantwoordelikheid vir hul eie leer	153
5.4.11	Werkwyse in leerders se skrifte	154
5.4.12	Toerusting in huidige opleiding om leerders te leer hoe om wiskunde te leer	155
5.5	Samevatting	155

HOOFSTUK 6: Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

6.1	Inleidende oriëntering	156
6.1.1	Navorsingsvrae	156
6.2	Triangulasie	156
6.3	Kontekstualisering van bevindings van leerders se metakognitiewe strategieë binne die bestaande literatuur en teorie	158
6.3.1	'n Opsomming van die prosedure(s) wat in die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoeke gevolg is	158
6.3.2	Kontekstualisering van die bevindings van die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoek na leerders se metakognitiewe vaardighede binne die bestaande literatuur en teorie	158
6.3.2.1	Prestasie in wiskunde	158

6.3.2.2	Selfregulering en kognitiewe strategiegebruik.....	160
6.3.2.2	Voorspelling en evaluering van sukses.....	161
6.3.2.4	Sukses en monitering	162
6.3.2.5	Monitering van stappe en voorspelling of evaluering van sukses.....	164
6.3.2.6	Refleksie.....	164
6.4	Kontekstualisering van bevindings van die ondersoek na indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë binne die bestaande literatuur en teorie	165
6.4.1	Opsomming van die ondersoek na die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë.....	166
6.4.2	Kontekstualisering van bevindings van die ondersoek na die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë	166
6.4.2.1	Koöperatiewe leer en 'n <i>buddy</i> -stelsel.....	166
6.4.2.2	Vraagstelstrategieë en hardop dink.....	168
6.4.2.3	Uitbreidingstrategieë.....	169
6.4.2.4	Monitering van verstaan	169
6.4.2.5	Onafhanklike leer.....	170
6.4.2.6	Probleemoplossing	171
6.4.2.7	Selfassessering van vordering	172
6.4.2.8	Metakognitiewe strategieë.....	173
6.4.2.9	Opleiding van voordiens-leerfasiliteerders	176
6.5	Leerteoretiese beginsels wat aansluit by metakognisie	176
6.6	Samevatting	177

HOOFSTUK 7: Opsomming en aanbevelings	178
7.1 Inleidende oriëntering	178
7.2 Samevatting van die navorsingstudie	178
7.2.1 Hoofstuk 1.....	178
7.2.2 Hoofstuk 2.....	178
7.2.3 Hoofstuk 3.....	178
7.2.4 Hoofstuk 4.....	181
7.2.5 Hoofstuk 5.....	181
7.2.6 Hoofstuk 6.....	181
7.4 Beperkings van die navorsingstudie.....	184
7.5 Aanbevelings vir toekomstige navorsing	184
7.6 Etiese aspekte.....	185
7.7 Slotopmerking: Refleksie: metakognitiewe refleksie aangaande my eie handelswyse	185
8. BRONNELYS.....	188
9. ADDENDA	
ADDENDUM A: Brief aan Mnr. Mveli waarin toestemming gevra word of leerders en indiens- leerfasiliteerders in die Potchefstroom- en Ikageng-skole vraelyste vir my studie kan invul	213
ADDENDUM B: Toestemming verkry om in Potchefstroom- en Ikageng-skole te werk	215
ADDENDUM C: Brief aan die ouers van Graad 9-leerders, waarin hul kind uitgenooi word om deel te neem en toestemming van die ouers gevra word of die leerders aan die multimetode-onderhoude vir die kwalitatiewe deel van die onderhawige studie kan deelneem.....	218

ADDENDUM D: Vraelys vir die fokusgroeponderhoude.....	221
ADDENDUM E: Verklaring van Prof P du Toit.....	223

LYS VAN TABELLE

Tabel 1	Definisies van metakognisie.....	6
Tabel 2	Definisies van wiskunde.....	7
Tabel 3	Probleemoplossingsbenadering (POB), probleemgesentreerde benadering (PSG) en probleemgebaseerde benadering (PBG) tot wiskunde-onderrig en -leer.....	11
Tabel 4	Definisies van wiskundeoplossing.....	15
Tabel 5	Die ontwikkeling van 'n persoon se sosiale perspektiewe.....	34
Tabel 6	Die begrippe <i>instruct of "onderrig"</i> en <i>construct of "konstrueer"</i>	35
Tabel 7	Basiese aannames van kognitiewe psigologie oor leer en implikasies vir leerfasilitering.....	38
Tabel 8	Basiese aannames van sosiaal-kognitiewe teorieë en implikasies vir leerfasilitering	39
Tabel 9	Voorstelling van behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings van leer.....	41
Tabel 10	Voorstelling van behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings rakende leerfasilitering.....	44
Tabel 11	Definisies en/of bespreking van "metakognisie".....	51
Tabel 12	Verduideliking van "kognisie" en "metakognisie".....	54
Tabel 13	Bespreking van tipes teorieë wat leerders huldig oor hul "metakognisie".....	57
Tabel 14	Bespreking van persoons-, taak- en strategie-veranderlikes.....	60
Tabel 15	Bespreking van verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis en die verskaffing van praktiese voorbeelde in wiskunde.....	61
Tabel 16	Definisies en/of bespreking van die begrip "refleksie".....	65
Tabel 17	Frekwensies van die verspreiding van die ouderdomme en geslagte van die leerders.....	78

Tabel 18	Gemiddelde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) van leerders se ouderdomme.....	78
Tabel 19	Samestelling van die gerealiseerde kwantitatiewe beskikbaarheidsteekproef van leerders.....	79
Tabel 20	Frekwensies van die ouderdomme en geslagte van die indiens-leerfasiliteerders.....	80
Tabel 21	Frekwensies van indiens-wiskundeleerfasiliteerders se jare ervaring.....	80
Tabel 22	Frekwensies van indiens-wiskundeleerfasiliteerders per skoolfase.....	80
Tabel 23	Frekwensies van voordiens-leerfasiliteerders per jaargroep en geslag.....	81
Tabel 24	Frekwensies van ouderdomme en gemiddelde ouderdom in jare van voordiens-leerfasiliteerders.....	81
Tabel 25	Gemiddelde (\bar{x}), mediaan (Me) en standaardafwyking (s) van prestasie in wiskunde wat voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in Junie 2004 behaal.....	81
Tabel 26	Die tien temas wat 'n integrerende deel is van 'n kwalitatiewe ondersoek en die navorser se ooreenstemmende voorgenome optrede.....	89
Tabel 27	Verbetering van die geldigheid van die kwalitatiewe ontwerp.....	93
Tabel 28	Opsomming en uiteensetting van die navorsingsontwerp.....	96
Tabel 29	Voorgestelde kwalitatiewe parameters van die onderhawige studie.....	99
Tabel 30	Voorgestelde kwantitatief-afgeleide parameters vir die onderhawige studie....	100
Tabel 31	Verwysings na onderafdelings wat oor die navorsingsprobleme en hipoteses handel.....	102
Tabel 32	Navorsingsvrae, gepaardgaande hipoteses en statistiese prosedures wat gevolg is om hipoteses te ondersoek.....	103
Tabel 33	Navorsingsvrae met betrekking tot voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders en statistiese prosedures wat gevolg is om navorsingsvrae te ondersoek.....	104
Tabel 34	Cronbach-alpha-waardes vir instrumente wat vir leerders gebruik is.....	105

Tabel 35	Frekwensies van punte wat leerders behaal ten opsigte van korrekte bewerkings met breuke en die oplossing van twee probleme.....	106
Tabel 36	Frekwensies van punte wat leerders behaal ten opsigte van die monitering van stappe in bewerkings met breuke en die oplossing van probleme.....	106
Tabel 37	Frekwensies van punte wat leerders behaal ten opsigte van die voorspelling en evaluering van sukses vir die oplossing van die meetkunde- en persentasie-probleme.....	106
Tabel 38	Frekwensies van punte wat leerders behaal ten opsigte van refleksie op die oplossing van onderskeidelik die meetkunde- en persentasie-probleem.....	107
Tabel 39	Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) van prestasie in skoolwiskunde wat leerders na die Junie 2004-eksamen behaal.....	107
Tabel 40	Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van die onderskeie items van die Lucangeli-Cornoldi-instrument.....	108
Tabel 41	Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)- en MSLQ(selfregulering)-instrumente.....	108
Tabel 42	Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van die onderskeie items van die MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)-instrument.....	109
Tabel 43	Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van die onderskeie items van die MSLQ(selfregulering)-instrument.....	109
Tabel 44	Statistiese hipotese oor die verband tussen MSLQ(kognitiewe strategiegebruik).....	112
Tabel 45	Statistiese hipoteses oor die verband tussen die voorspelling en/of evaluering van sukses en/of sukses behaal met die oplossing van 'n meetkunde- en 'n persentasie-probleem.....	113
Tabel 46	Statistiese hipoteses oor die verband tussen die monitering van stappe en die sukses behaal met breuke-bewerkings of die oplossing van 'n meetkunde- of persentasie-probleem.....	115

Tabel 47a	Verduideliking van die kodes wat in die Spearman-rangordekorrelasietabel gebruik is.....	116
Tabel 47b	Die Spearman-rangordekorrelasiekoëffisiënte (verskaf simbool) tussen prestasie in skoolwiskunde (Junie 2004), items van Lucangeli-Cornoldi- en MSLQ(LS)- en MSLQ(SR)-instrumente.....	117
Tabel 48	Cronbach se alpha-koëffisiënte vir voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders ten opsigte van die selfassesseringsvraelyste.....	120
Tabel 49	Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) van prestasie wat voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in wiskunde (Junie 2004-eksamen) behaal het.....	120
Tabel 50	Gemiddeldes (\bar{x}), mediane (Me) en standaardafwykings (s) vir die selfassesseringsvraelyste vir voordiens- en indiens-leerfasiliteerders.....	121
Tabel 51	Verwysings na onderafdelings wat oor die navorsingsprobleme handel.....	126
Tabel 52	Navorsingsvrae met betrekking tot leerders, voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders en die kwalitatiewe prosedures wat gevolg is om navorsingsvrae te ondersoek.....	127
Tabel 53	Deelnemers se prestasie in skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (Desember 2004).....	128
Tabel 54	Tydsduur vir die bou van 'n tangram-figuur en die oplossing van 'n probleem.....	128
Tabel 55	Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op bewuswees (<i>awareness</i>).....	129
Tabel 56	Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op evaluering.....	130
Tabel 57	Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op regulering	131
Tabel 58	Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op kognitiewe handeling.....	133

Tabel 59	Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op die bou van 'n tangram-figuur.....	134
Tabel 60	Die aantal metakognitiewe aksiekaarte wat deur elke leerder gekies is.....	135
Tabel 61	Opsomming van die leerfasiliteerder se metakognitiewe denkpatrone.....	146
Tabel 62	Verwysings na die navorsingsprobleme in die onderafdelings.....	156
Tabel 63	Opsomming van die prosedure(s) gevolg in die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoeke.....	158
Tabel 64	Navorsingsvrae met betrekking tot indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se statistiese en kwalitatiewe prosedure(s).....	166

LYS VAN FIGURE

Figuur 1	Skematiese voorstelling van probleemoplossing.....	16
Figuur 2	Skematiese voorstelling van Baird se leermodel.....	23
Figuur 3	Die evolusie van leerteorieë.....	24
Figuur 4	Kognitiewe funksionering volgens Piaget (1976).....	26
Figuur 5	Atkinson en Shiffrin se veelvuldige stoorplekmodel van geheue.....	30
Figuur 6	Enkele moontlike aspekte wat konstruktivisme beskryf en wat verreken behoort te word tydens wiskunde-onderrig.....	40
Figuur 7	Leer, leerder, leerfasilitering en leeruitkomste.....	46
Figuur 8	Die leerder as bekwame probleemoplosser.....	47
Figuur 9	Metakognitiewe benadering tot aktiewe leer.....	48
Figuur 10	Skematiese voorstelling van metakognisie.....	53
Figuur 11	Hoofelemente van metakognisie.....	58
Figuur 12	Metakognitiewe kennis soos voorgestel deur Flavell en Brown.....	59
Figuur 13	Skematiese voorstelling van metakognitiewe selfregulering.....	62
Figuur 14	Skematiese voorstelling van die begrip “refleksie”.....	66
Figuur 15	Skematiese voorstelling van die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoekmetode van die onderhawige studie.....	77
Figuur 16	Skematiese voorstelling van triangulasie.....	95
Figuur 17	Skematiese voorstelling van die navorsingsontwerp van die onderhawige studie.....	180



HOOFTUK 1 : Oriëntering

Onderzoek na metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer met besondere verwysing na die senior fase

Hoofstuk 1

Oriëntering

- 1.1 Algemene inleiding
- 1.2 Probleemstelling en motivering
- 1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk
- 1.4 Begripsverklaring
- 1.5 Hoofstukindeling

Hoofstuk 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

- 2.1 Inleidende oriëntering
- 2.2 Begrip "leer"
- 2.3 'Ander' aspekte van leer
- 2.4 Leerteorieë
- 2.5 Sosiale konstruktivisme
- 2.6 Uitkomsgerigte onderwys
- 2.7 Metakognisie
- 2.8 Metakognitiewe teorieë
- 2.9 Wese van "metakognisie"
- 2.10 Leerfasiliteerder
- 2.11 Verwerwing van metakognisie
- 2.12 Toepassing van metakognisie
- 2.13 Ontwikkeling van metakognisie
- 2.14 Samevatting

Hoofstuk 3

Navorsingsontwerp

- 3.1 Inleidende oriëntering
- 3.2 Aannames van navorser
- 3.3 Steekproef en deelnemers
- 3.4 Data-insamelingsinstrumente
- 3.5 Data-insamelingsprosedure(s)
- 3.6 Strategieë vir data-analise
- 3.7 Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid
- 3.8 Opsomming en uiteensetting
- 3.9 Etiese oorwegings
- 3.10 Parameters
- 3.11 Voorsiene probleme
- 3.12 Samevatting

Hoofstuk 4

Resultate: Kwantitatiewe deel van die studie

- 4.1 Inleidende oriëntering
- 4.2 Statistiese gegewens: leerders
- 4.3 Statistiese gegewens: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 4.4 Samevatting

Hoofstuk 5

Resultate: Kwalitatiewe deel van die studie

- 5.1 Inleidende oriëntering
- 5.2 Resultate: leerders
- 5.3 Resultate: indiens-wiskundeleerfasiliteerder
- 5.4 Resultate: voordiens-wiskundeleerfasiliteerders
- 5.5 Samevatting

Hoofstuk 6

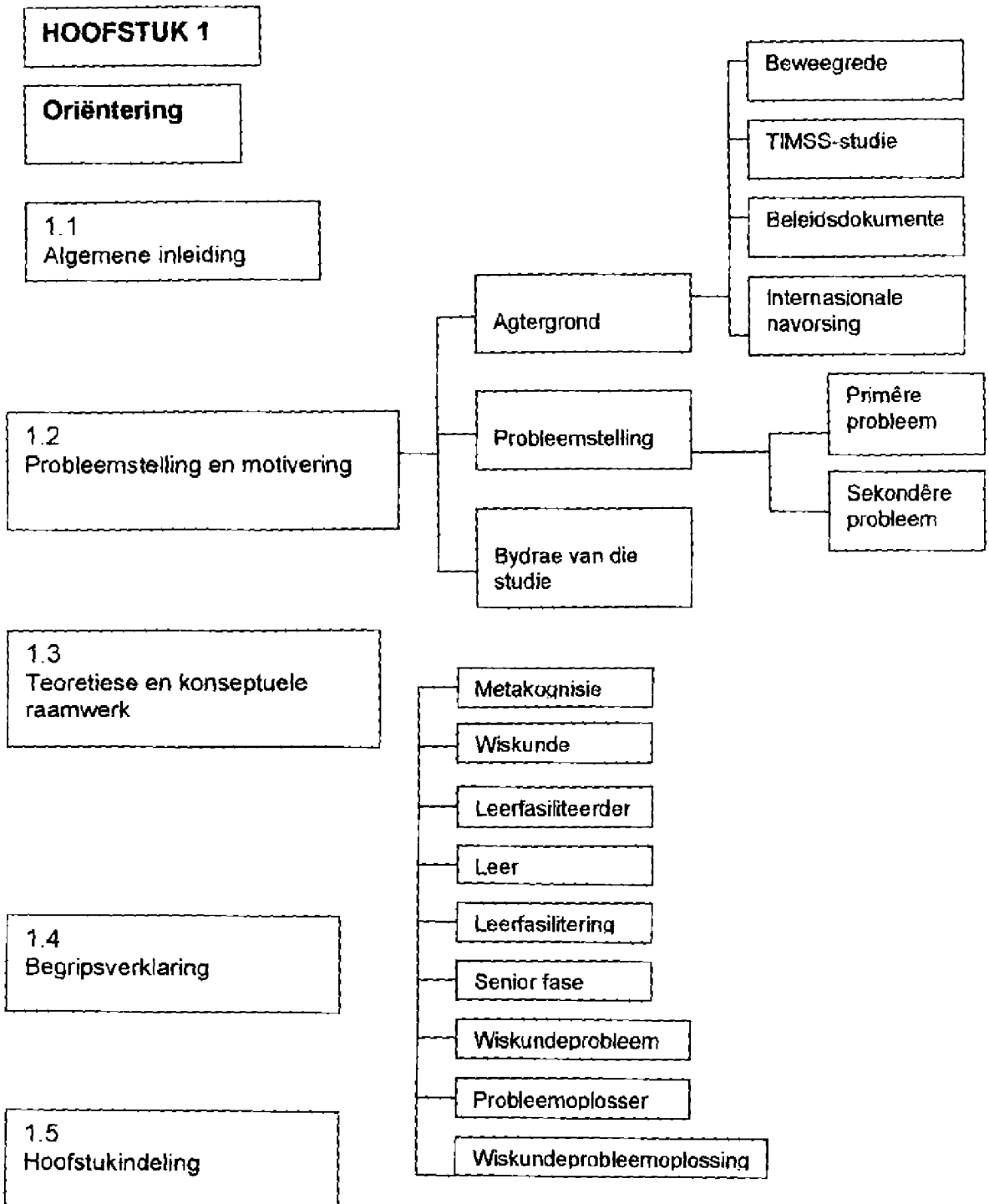
Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

- 6.1 Inleidende oriëntering
- 6.2 Triangulasie
- 6.3 Kontekstualisering: leerders
- 6.4 Kontekstualisering: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 6.5 Samevatting

Hoofstuk 7

Opsomming en aanbevelings

- 7.1 Inleidende oriëntering
- 7.2 Samevatting
- 7.3 Bevindings
- 7.4 Beperkings
- 7.5 Aanbevelings
- 7.6 Etiese aspekte
- 7.7 Slotopmerking



HOOFSTUK 1

Oriëntering

1.1 Algemene inleiding

Suid-Afrikaanse leerlinge steek sleg af teen hul eweknieë in armer lande waar swakker hulpbronne in skole is as hier (De Vries, 2004).

Suid-Afrika het in die TIMMS 2003-verslag (*Trends in International Mathematics and Science Study*) die laaste plek uit 46 lande behaal. Die internasionale gemiddeld in wiskunde vir Graad 8-leerders was 466, terwyl Suid-Afrika se gemiddeld slegs 264 was.

Hierdie bevindings stem ooreen met koerantberigte soos die volgende:

In 2002 het net 4,6% en 23% van die matriekleerlinge onderskeidelik wiskunde in die hoër- en standaardgraad geslaag – vergeleke met die 5,3% en 45% verlede jaar (...). Dit is onrusbarend dat al meer leerlinge wiskunde in die standaardgraad skryf, terwyl die arbeidsmark meer kandidate vereis wat dié vak in die hoër graad loop...(Rademeyer: 2004).

South Africa could face a crisis as the country falls behind in mathematics and science education – the foundation for so many jobs, a study shows (Bernstein: 2004).

Sulke koerantopskrifte en TV- en radionuusberigte is geen goeie nuus vir Suid-Afrikaners nie, want wiskunde en natuur- en skeikunde

word deesdae as kernvaardighede in ons tegnologiese wêreld beskou. Sukses met dié vakke dui waarskynlik op ekonomiese sukses in die jare wat kom (Onderwys, 2004).

1.2 Probleemstelling en motivering

1.2.1 Algemene agtergrond

1.2.1.1 Beweegrede vir die studie

As vakadviseur vir Wiskunde in die voormalige Departement Onderwys en Opleiding, en later in die Noordwes Departement van Onderwys (1993-1998), het ek daagliks wiskundeklaskamers besoek en beleef hoe wiskundeonderrig en geleer is. Leerfasiliteerders het selde of ooit gedemonstreer wat dit is om 'n wiskundeprobleemoplosser te wees. Die boodskap is steeds gestuur dat die **beste** leerder in wiskundeoplossing, die een is wat **eerste** die '**regte**' antwoord op die '**regte**' metode gekry het.

As hoofnasiener van Graad 12-wiskunde vraestelle vir die Noordwes Departement van Onderwys (1995-1998), het patrone in die tipe foute wat leerders gemaak het duidelik na vore gekom. Dit was duidelik dat leerders 'n 'resep' gevolg het om somme te maak, met min of geen verstaan. Sommige leerders het geen idee gehad van wat hulle besig is om te doen of waarom hulle dit doen nie. 'n Graad

12-hoërgraad-leerder het gerapporteer dat dié betrokke wiskundeleerfasiliteerder op 'n vraag 'Waarom doen ek wat ek doen?', geantwoord het: 'Jy sal nie verstaan nie. Leer dit maar uit jou kop uit'.

Eers later het ek beseft dat nie alle mense metakognitiewe vaardighede implementeer nie. Verder het ek beseft dat dit 'n vaardigheid is en daarom aangeleer kan word. 'Leer hoe om te leer' is ook nie deel van die skoolkurrikulums in Suid-Afrika nie.

Hierdie studie is daarom 'n ondersoek na hierdie belangrike deel van wiskunde-doen.

1.2.1.2 Resultate van die TIMSS-studie

Die *Third International Mathematics and Science Study* in 1995, en die *Third International Mathematics and Science Study – Repeat (TIMSS-R)* in 1999, het bevind dat Suid-Afrikaanse leerders uiters swak, indien nie die swakste nie, onder die halfmiljoen leerders in drie verskillende grade in meer as 40 lande presteer het (Howie, 1999; 2000). Die gemiddelde telling van 275 is ver onder die internasionale telling van 487. 'n Analise van die resultate toon dat leerders probleme ervaar wanneer van hulle verwag word om woordprobleme te verstaan, om die oplossing van die probleem te artikuleer en die oplossing neer te skryf. Leerders het verder probleme ondervind om breuke uit te werk en om meetkunde-probleme oor oppervlakte op te los. Die basiese kennis wat van leerders op Graad 8-vlak verwag word, het by leerders ontbreek (Howie, 1999).

Verder het die resultate aangetoon dat die meerderheid leerfasiliteerders wat betrokke was by die onderrig van dié leerders wat in die TIMSS-R getoets is, nie oortuig was van die gehalte van hul eie opleiding as wiskundeleerfasiliteerders nie. 'n Verdere 27% van hierdie leerfasiliteerders het nooit formele opleiding as wiskundeleerfasiliteerders ontvang nie (Howie, 1999:19).

1.2.1.3 Beleidsdokumente

Die *White Paper on Education and Training* (Departement of Education, 1995) het 'n raamwerk vir die nuwe onderwysstelsel in Suid-Afrika voorsien. Hierdie dokument beklemtoon vir die eerste keer die belangrikheid van wiskunde en natuur- en skeikunde as skoolvak vir alle leerders. Een van die uitdagingste inisiatiewe wat hieruit gespruit het, was die hersiening van die kurrikulum, wat gelei het tot die tussentydse sillabusse wat vanaf 1996 in skole geïmplementeer is. Die *Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring Graad R-9 (Skole)* (Departement van Onderwys, 2002) vir die leerarea wiskunde beklemtoon die belangrikheid van probleemoplossing, beredenering, kommunikasie en kritiese denke. Die *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 1989) het op soortgelyke wyse aangedui dat probleemoplossing in wiskunde 'n belangrike fokus in wiskundeklaskamers behoort te wees. Probleemoplossing is eerstens 'n manier van dink, van situasies analiseer, van die gebruik van vaardighede om uit te redeneer wat nie deur die memorisering van spesifieke feite aangeleer kan word nie, maar deur sigself in die probleemoplossingsproses te verdiep en bestaande ervarings sowel as bestaande kennis toe te pas op die probleem wat opgelos moet word (Shoenfeld, 1985a; 1992).

1.2.1.4 Internasionale navorsing oor die verband tussen probleemoplossing en metakognisie

Navorsing dui aan dat leerders se vermoë om oop te wees vir 'n verskeidenheid van denke, ontwikkel en verbeter kan word deur hulle die geleentheid te bied om probleme op te los, en hulle te help om bewus te raak van hul eie denkprosesse terwyl hulle besig is om probleme op te los (Lucangeli & Cornoldi, 1997; Schoenfeld, 1985b; Tishman, Perkins & Jay, 1995). Hierdie proses om die eie denke te analiseer, word "metakognisie" genoem (Hartman, 2001a). "Metakognisie", of die monitering van denkaktiwiteite, is essensieel vir die aanwending van die toepaslike inligting en strategieë tydens probleemoplossing (Lucangeli & Cornoldi, 1997; Pugalee, 2001). "Metakognisie" sluit leerders se bewustheid en regulering van en refleksie op hul kognitiewe prosesse in (Campioni, Brown, & Connell, 1989; Fortunato, Hecht, Tittle, & Alvarez, 1991). Die kontrole van kognisie, oftewel "metakognisie", sluit 'n verskeidenheid besluitnemings en strategieë in: identifiseerbare gedrag soos voorspelling, beplanning, hersiening, keuses maak, kontrolering, raai en klassifisering (Allen, 1991). Metakognisie blyk dus 'n onontbeerlike element van probleemoplossing te wees wat die individu help om strategieë te identifiseer en daarom strategies te werk gaan wanneer wiskunde probleme opgelos word (Davidson & Sternberg, 1998).

Die verband tussen metakognisie en sukses in wiskunde probleemoplossing word deeglik bespreek in die internasionale literatuur (Artzt & Armour-Thomas, 1992; Cardelle-Elawer, 1995; Carr & Biddlecomb, 1998; Garofalo & Lester, 1985). Tog dui die literatuur aan dat leerders dikwels nie kennis het van hul eie kognisie nie en dat hul vermoë om hul eie kognisie te reguleer (i.e. die twee komponente van metakognisie) oneffektief is (Cardelle-Elawer, 1990; Hartman, 2001a; King, 1991). Kennis van kognisie verwys na dit wat die individu weet omtrent sy/haar eie kognisie in die algemeen. Dit sluit ten minste drie verskillende soorte metakognitiewe bewusthede in, naamlik verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis (Schraw & Moshman, 1995). 'n Primêre rede waarom leerders met die oplossing van 'n probleem sukkel, is dat hulle nie die vermoë het om hul eie kognitiewe prosesse aktief te monitor en daarna die prosesse te reguleer en te reflekteer nie (Artzt & Armour-Thomas, 1992).

Verder redeneer Wagner en Sternberg (1984) dat metakognitiewe vaardighede tydens onderrig beklemtoon moet word omdat:

- (1) metakognitiewe kennis en vaardighede benodig word vir die effektiewe benutting van kognitiewe vermoëns
- (2) leerders in die algemeen aanwysings blindelings volg. Hulle het nooit die gewoonte aangeleer om hulself te bevraagteken nie en hulle is ook nie bewus van hul eie denke nie en dit lei juis tot oneffektiewe prestasie tydens intellektuele take
- (3) leerders met die minste metakognitiewe vaardighede, blykbaar geen idee het van wat hulle doen of waarom hulle dit doen, wanneer hulle 'n taak uitvoer nie

- (4) metakognitiewe kennis en vaardighede, so belangrik as wat dit is, word nie direk onderrig of aangeleer in die meeste leerareas van die kurrikulum nie.

Daar word vervolgens gefokus op die probleemstelling.

1.2.2 Probleemstelling

1.2.2.1 Primêre probleem

Die oorkoepelende probleem in die onderhawige studie is die volgende:

Hoe sien metakognisie in wiskunde in die senior fase daar uit?

1.2.2.2 Sekondêre probleem

Voortspruitend uit die primêre probleem tree die volgende sekondêre probleme na vore:

- (1) Watter metakognitiewe strategieë word deur leerders in wiskunde in die senior fase geïmplementeer, indien enige?
- (2) Is daar 'n verskil in die wiskundeprestasie van leerders wat metakognitiewe strategieë in die oplossing van wiskunde probleme implementeer en dié van leerders wat nie metakognitiewe strategieë in probleemoplossing implementeer nie?
- (3) Oor watter kennis rakende metakognisie en metakognitiewe strategieë beskik voordiens- en indiens- leerfasiliteerders tans, indien enige?

1.2.3 Bydrae van die studie

Die bydrae van hierdie studie is daarin geleë dat dit ná afloop van die studie voorlopige kommentaar sal lewer en etlike moontlike aanbevelings sal voorstel. Daar sal gepoog word om antwoorde te verskaf op die navorsingsvrae wat gestel is, met ander woorde, antwoorde op:

- die implementering van metakognitiewe strategieë deur leerders in die senior fase
- die ondersoek na die verskil tussen leerders se wiskundeprestasie en hul implementering van metakognitiewe strategieë
- die ondersoek na die kennis van metakognisie en metakognitiewe strategieë waaroor indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders beskik.

In ooreenstemming met my studieleier en in ooreenstemming met postmoderne neigings in navorsing, skram ek doelbewus weg van *advocacy* (preek-tipe aanbevelings).

1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk

As die wêreldwye verandering in die benadering tot onderwys van nader beskou word, blyk dit dat almal breedweg op dieselfde vertrekpunt gegrond is, naamlik die aanvaarding van menslike diversiteite binne 'n spesifieke sosiale konteks. Die voorgenome navorsingstudie is dan ook gegrond op hierdie denkrigting wat bekend staan as die sosiaal-kritiese denkrigting en die inklusiewe perspektief. Dié denkrigting het oorspronklik uit die kritiese pedagogiek van die Frankfurter Schule in Duitsland en die onderrig van Paulo Freire in *The Pedagogy of the Oppressed* (1984) ontstaan (vgl. Burden, 1999). Die sosiaal-kritiese denkrigting verwys na die samelewing wat moet verander om alle leerders te akkommodeer en hulle te ondersteun om effektief volgens hul vermoëns en behoeftes te leer en te ontwikkel. Dit impliseer die verwydering van leer- en ontwikkelingshindernisse sover dit moontlik is.

Hierdie studie word uit die sosiaal-konstruktivistiese teorie benader. Die konstruktivisme het 'n lang geskiedenis in kognitiewe teorieë wat fokus op die verstandelike prosesse wat binne die individu gebeur. Dit ondersoek en probeer die interne prosesse wat die individu gebruik om inligting te bekom, te organiseer en te stoor, verstaan. Volgens die kognitiewe teoretici is dit die verandering wat binne-in die verstandelike struktuur van die individu plaasvind, wat dit moontlik maak vir die individue om hul gedrag na buite te verander (Rivard, 1996). Jean Piaget, Jerome Bruner en David Ausubel was vroeë kognitiewe teoretici. **Piaget** het geglo dat die verkryging van nuwe kennis 'n deurlopende proses is wat deur die mens self gekonstrueer word en was dit reeds die eerste stap op die pad na konstruktivisme.

Konstruktivisme kan gesien word as 'n hele aantal teorieë waarvan almal een gemeenskaplike eienskap het, naamlik dat die leerder aktief betrokke is by die skep van betekenis (Biggs, 1996). Leerders konstrueer betekenis deur aktief te selekteer en hul eie kennis deur individuele én sosiale aktiwiteite te bou. Die leerder bring opgehoopde aannames, motiewe, intensies, en vorige kennis na elke onderrig/leer-situasie wat die gang en kwaliteit van die leer wat mag plaasvind, beïnvloed (Biggs, 1996). 'n Logiese gevolg van die feit dat nuwe kennis op bestaande kennis gekonstrueer word, is dat leerfasiliteerders aandag moet gee aan gevalle waar leerders net gedeeltelik verstaan, verkeerde oortuigings het, of nuwe weergawes van konsepte het. Wanneer leerfasiliteerders op hierdie verkeerde basis bou, verskil die leerder se nuwe kennis van dit wat die leerfasiliteerders beoog het (Bransford, Brown, & Cocking, 2003). Hierdie teorie meen verder dat die metode van onderrig/leerfasilitering nie die feit verander dat nuwe kennis op bestaande kennis gebou word nie (Cobb, 1994). Konstruktiviste meen dus dat daar nie een enkele beste onderrigstrategie/leerfasiliteringstrategie is nie en dat 'onderrig deur te vertel' (lesing), ook 'n plek in die klaskamer het (Bransford et al., 2003). Navorsing bewys verder dat die vermoë van leerders wat puik presteer in vakke soos wiskunde, om hul denke te gebruik en probleme op te los, afhanklik is van 'n stewige kennisbasis van die inhoud van die vak (byvoorbeeld Chase, & Simon, 1973; Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; DeGroot, 1965). Dit beklemtoon die interaksie tussen mense en situasies in die verkryging en verfyning van vaardighede en kennis. Leerders is aktief betrokke deur manipulasie van

materiaal of sosiale interaksie, en dié optrede sluit in: waarneming, insameling van data, generering of toets van hipoteses, en saamwerk met ander leerders (Schunk, 2000).

Vervolgens word begrippe wat gebruik word in die onderhawige studie, verklaar.

1.4 Begripsverklaring

Ten einde die titel te verklaar, is dit nodig om die volgende begrippe te verduidelik.

1.4.1 Metakognisie

Tabel 1 Definies van metakognisie

Outeur(s)	Definisie en/of 'n kort bespreking van metakognisie
Brown, 1980	Kennis van 'n leerder se eie kognitiewe stelsel; denke oor die eie denke; dié belangrikste vaardigheid vir leer hoe om te leer. Dit sluit denke in oor (i) wat die leerder weet en wat hy/sy nie weet nie, en (ii) regulering van hoe hy/sy te werk gaan wanneer hy/sy leer.
Bransford, Brown en Cocking, 1999	'n Individu se vermoë om op sy/haar eie denke te reflekteer en om sy/haar eie leer te monitor. Metakognisie is 'n integrerende deel van 'n leerder se deelname aan sy/haar eie leer en om oordrag van leer na ander kontekste te fasiliteer.
RiCharde, s.a. ¹ : 5	Die konsep "metakognisie" word beskou as die gom wat al die denkprosesse en -voorkeure bymekaar hou. Dit sluit die selfreflekerende proses in wat 'n leerder in staat stel om sy/haar eie probleemoplossingsvaardighede te monitor en hom-/haarself te ondersoek rakende leervoorkeure.
Eggen en Kauchak, 1997	"Metakognisie" word gedefinieer as die kennis of die bewuswees van kognitiewe prosesse en die vermoë om selfregulerende meganismes te gebruik om hierdie prosesse te kontroleer.
Janse van Rensburg, 2005	"Metakognisie" se etimologiese wortels lê in 'n kombinasie van twee Griekse woorde, naamlik die voorsetsel μέτα (<i>agter, oor</i>) en die selfstandige naamwoord γνώσις (<i>kennis</i>). "Metakognisie" is dus die denke oor die denke, of: om te probeer agterkom wat "agter" die denke lê, of: wat die onderbou van denke is.

Die skematiese verduideliking van hoe ek as navorser die begrip "metakognisie" vir die doel van die onderhawige studie verstaan, word in Hoofstuk 2 (2.7.1) weergegee.

¹ *Sine anno* (s.a.) beteken 'sonder jaartal'

1.4.2 Wiskunde

Verskeie definisies is al vir die term "wiskunde" aangebied. Sommige van hierdie definisies word nou in tabelvorm gegee.

Tabel 2 Definisies van wiskunde

Outeur(s)	Definisie en bespreking van wiskunde
Terblanche en Odendaal, 1966:132	Die wetenskap wat met groothede en uitgebreidhede as selfstandige gegewens besig is; meetkunde en algebra, matesis; matematika.
Kritzinger, Labuschagne en Pienaar, 1972:1257	'n Wetenskap wat die eienskappe en wetmatighede van getalle, ruimte en figure ondersoek; matesis, matematika.
Gove, 1976:1393	'n Wetenskap wat met die verhoudings en simbolisme van nommers en groottes handel en wat kwantitatiewe bewerkings, sowel as die oplossing van kwantitatiewe probleme insluit.
Howson, 1991:5	'n Abstrakte struktuur wat skynbaar wonderbaarlike onderlinge verbande toon. Ook 'n versameling van interessante en potensieel bruikbare metodes en resultate. 'n Aktiwiteit wat op die deelnemer se vermoë om te veronderstel, te bewys, te veralgemeen, te modelleer, toe te pas en te definieer, staat maak.
Schoenfeld, 1994:54	Die wetenskap van patrone.
Lakoff (in English, 1997:3	Die studie van die strukture wat mense gebruik om ervarings te verstaan en te beredeneer, strukture wat inherent aan prekonseptuele liggaamlike ervarings is en wat via metafore geabstraheer word.
Maree, 1997:14	Die etimologies-semantiese analise van die woord "wiskunde" dui daarop dat die vak nie sonder harde werk, leer, ervaring, oefening, deeglike insig, 'n opregte begeerte om te wil leer, verantwoordelikheid, selfdisipline en volharding op 'n bykans daaglike basis, bemeester kan word nie.

NCREL, s.a.	Soms stel mense wiskunde gelyk aan rekenkunde ... Wiskunde is meer as berekenings. Wiskunde is 'n studie van patrone en verbande; 'n wetenskap en 'n manier van dink; 'n kuns, wat gekenmerk word deur orde en interne konsekwensie; 'n taal, wat noukeurig gedefinieerde terme en simbole gebruik; 'n instrument. Leerfasiliteerders wat saamwerk om wiskunde-onderdig te verbeter, sal 'n breër omvang van wiskunde moet ondersoek. Wiskunde behoort ervarings in te sluit wat leerders sal help om hul denke oor wiskunde te verander en wiskunde as 'n studie van patrone en verbande te definieer; 'n wetenskap en 'n manier van dink; 'n kuns, gekenmerk deur orde en interne konsekwensie; 'n taal, wat noukeurig gedefinieerde terme en simbole gebruik; 'n instrument.
Departement van Onderwys, 2002:4	<p>Die Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring definieer wiskunde as <i>'n menslike aktiwiteit wat die volgende behels: waarneming, voorstelling en ondersoek van patrone en kwantitatiewe eienskappe in fisiese en sosiale verskynsels, asook tussen wiskundige voorwerpe self. Deur hierdie proses word nuwe wiskundige idees en insigte ontwikkel.</i></p> <p><i>Wiskunde gebruik 'n eie gespesialiseerde taal wat simbole en notasies behels om numeriese, meetkundige en grafiese verwantskappe te beskryf. Wiskundige idees en begrippe bou op mekaar om 'n samehangende struktuur te vorm.</i></p> <p><i>Wiskunde is 'n produk van ondersoek deur verskillende kulture – 'n doelgerigte aktiwiteit in die konteks van sosiale, politieke en ekonomiese doelstellings en beperkinge.</i></p>

Vir die doel van hierdie studie sal die definisie van die Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring (Departement van Onderwys, 2002) gebruik word.

1.4.3 Leerfasiliteerder²

Die *National Education Policy Act* (Department of Education, 1996) vereis sewe rolle van 'n leerfasiliteerder. Vervolgens word vier van dié rolle – die wat metakognisie veronderstel – genoem en kortliks bespreek:

- (1) **Fasiliteerder van leer** wat behels dat die onderwyser/leerfasiliteerder in staat is om leer op so 'n wyse te fasiliteer dat die verskillende behoeftes van leerders binne die raamwerk van inklusiewe onderwys in ag geneem kan word; 'n leeromgewing geskep en in stand gehou kan word sodat dit bevorderlik is vir effektiewe leer; klaskamerkommunikasie binne vakverband kan bevorder en op so 'n wyse kan toepas en in stand hou dat die verskille tussen leerders erken en respekteer word; 'n grondige kennis demonstreer ten opsigte van hul vak, onderwysbeginsels, -

² In hierdie studie word die term 'leerfasiliteerder' in plaas van 'onderwyser' gebruik. 'Leerfasiliteerder' word gesien as dieselfde begrip as 'onderwyser'.

strategieë, -metodes, -vaardighede en -onderrigleermedia soos van toepassing binne die Suid-Afrikaanse konteks.

- (2) **Leerder, navorser en lewenslange leerder** wat behels dat die onderwyser in staat moet wees om deur middel van studie en navorsing op 'n persoonlike, akademiese, beroeps- en professionele vlak te groei.
- (3) **Assesseerder** wat behels dat die onderwyser in staat is om leerders se vordering op billike en regverdigte wyses te moniteer en te evalueer.
- (4) **Vakspesialis** vir voortgesette onderwys en opleiding wat behels dat die onderwyser in staat is om goeie kennis, insig en beskouings oor die inhoud, vaardighede, waardes en metodes van hul betrokke leerareas, vakke, dissiplines en onderwysfases toe te kan pas tydens die ontwerp en implementering van leerkurrikula; hul kennis, insig en beskouings oor **onderrigstrategieë, -metodes, en -vaardighede, sowel as van leer**, toe te pas tydens die ontwerp en implementering van die leerkurrikula vir hul bepaalde leerders.

Vir die doel van hierdie studie sal volstaan word by die beskrywing wat Artzt en Armour-Thomas (2001) gee, naamlik dat die leerfasiliteerder 'n **probleemoplosser** is wat **metakognitief** te werk behoort te gaan met die oplossing van die probleem (leerfasilitering), maar ook die leerders moet rig en lei om metakognitiewe strategieë en vaardighede te bekom (Hartman, 2001b). Dit beteken dat 'n leerfasiliteerder nie net die leerders **intellektueel uitdaag** nie, maar die leerders ook ondersteun, in hul pogings om strategieë en vaardighede te bekom om effektief te leer. Verskillende maniere om leerders te ondersteun begin by die siening van die leerder: van beskikbaar wees vir die individuele leerder tot die **eksplisiete onderrig van metakognitiewe vaardighede** wat leerders nodig om uitkomst te bereik. Leerfasiliteerders fouteer wanneer óf die uitdaging óf die ondersteuning oorbeklemtoon word (Indiana University, 2004). Verder weet effektiewe leerfasiliteerders dat daar nie een enkele universele beste leerfasiliteringstrategie is nie, maar dat die keuse van 'n leerfasiliteringstrategie deur 'n paar faktore beïnvloed word (Bransford *et al.*, 2003).

1.4.4 Leer

Die konseptualisering van leer het belangrike implikasies vir die fasilitering van leer:

- **Behavioristiese leerteorieë:** Behaviorisme beskou leer as 'n verandering van die vorm of veelvuldigheid van voorkoms van menslike gedrag. In hierdie benadering word die leerder se gedrag geassesseer om te bepaal wanneer om met onderrig te begin. Leer vereis dat leer-stimuli in die omgewing gerangskik word sodat leerders behoorlike reaksies kan toon en daardeur versterk word (Schunk, 2000). Behavioriste beklemtoon die vorming van assosiasies tussen stimuli en response deur gekeurde versterking van die korrekte response. Hierdie leerteorieë skyn dus te pas by eenvoudige vorms van leer waarby assosiasies betrokke is, byvoorbeeld die verduideliking van feite by optelkombinasies (Schunk, 2000).

- **Kognitiewe leerteorieë:** Kognitiewe teorieë fokus op verandering in die leerder, byvoorbeeld deur hom/heer aan te moedig om gepaste leerstrategieë te gebruik. Kognitiewe teorieë verduidelik hoe leerders inligting in die geheue ontvang, verwerk, bewaar en herwin. Daar is minder besorgdheid oor leerders se gedrag en meer oor wat leerders weet en hoe hulle dit te wete gekom het. Die primêre verskil tussen behaviorisme en kognitiewe leerteorieë is dat eersgenoemde fokus op die gedrag self en laasgenoemde fokus op die denkprosesse wat die gedrag geproduseer het (Schunk, 2000). Kognitiewe leerteorieë verklaar leer kragtens faktore soos die verwerking van inligting, geheue-netwerke, persepsies van leerders en vertolking van veranderlikes in die klaskamer (byvoorbeeld opvoeder/leerfasiliteerder, maats, leerinhoud, onderrig). Hierdie leerteorieë skyn beter te pas by die verduideliking van ingewikkelde vorms van leer, soos die oplossing van wiskunde-woordprobleme en afleidings uit teks (Schunk, 2000).
- Volgens die **konstruktivistiese** leerteorieë hang leer af van die leerder en die leeromgewing. Leer moet gevestig wees in die konteks waarin dit voorkom. Kognisie bestaan in kontekste, en die opvoeder/leerfasiliteerder moet in die kontekste onderrig. Leerders word aangemoedig om hul eie begrippe van kennis te ontwikkel en te weerspieël (Schunk, 2000). Daar bestaan egter 'n wanindruk dat leerfasiliteerders nooit mag onderrig deur direk vir leerders iets te vertel nie. Hierdie leerteorie neem egter aan dat alle kennis op bestaande kennis gekonstrueer word – maak nie saak hoe daar onderrig is nie (Bransford *et al.*, 2003).
- **Stahl** (1992) beskryf leer as 'n dinamiese aktiewe probleemoplossingsproses waartydens bestaande kennis aangepas word, bygevoeg word, of her-gestruktureer word. Konstruktivisme verstaan dat die leerder se realiteit verander om die uitbreiding van sy/haar kennis te reflekteer.

1.4.5 Leerfasilitering

Oor die afgelope twee dekades het navorsers se ondersoek weg beweeg van die blote ondersoek na leerfasiliteerders se gedrag (behavioristiese siening van die leerfasiliteerder) na die studie van leerfasiliteerders se kognisies (kognitiewe siening van die leerfasiliteerder) (Brown & Baird, 1993; Ernest, 1988; Shavelson, 1986; Schulman, 1986).

Metakognitiewe strategieë en vaardighede beïnvloed die leerfasiliteerder se denke tydens leerfasilitering. Leerfasilitering in wiskunde word beskou as 'probleemoplossing' waarin metakognisie 'n goedgedefinieerde rol speel omdat bedrewe probleemoplossers betrokke raak by kognitiewe en metakognitiewe gedrag as hulle poog om probleme op te los. Probleme word deur drie stappe opgelos, naamlik die voorbereiding/beplanning om die probleem op te los; die werklike oplossing van die probleem; die kontrole, evaluering van en refleksie op die oplossing (Artzt & Armour-Thomas, 1992; Garofalo & Lester, 1985; Polya, 1973; Silver, 1987).

Vervolgens word 'n kritiese vergelyking tussen probleemoplossingsbenadering (POB), probleemgesentreerde benadering (PSG) en probleemgebaseerde benadering (PBG) tot wiskunde-onderrig en -leer in tabelvorm, getref.

Tabel 3 Probleemoplossingsbenadering (POB), probleemgesentreerde benadering (PSG) en probleemgebaseerde benadering (PBG) tot wiskunde-onderrig en -leer

Benadering	Beskrywing van die benadering
<p>Probleem-oplossings-benadering (POB)</p>	<p>Die klem in wiskunde-onderrig het veral in die laat tagtigerjare van die vorige eeu verskuif van die fasilitering van probleemoplossing na die fasilitering van leer deur middel van probleemoplossing (Lester, Masingila, Mau, Lambdin, dos Santon & Raymond, 1994). Wiskundige leerarea-inhoude word volgens hierdie benadering in probleemoplossingskontekste en ondersoekgerigte-omgewings bemeester, waartydens leerfasiliteerders leerders begelei om wiskunde toereikender (<i>deeper</i>) te verstaan deurdat hulle probleemoplossingsbenaderend betrokke raak by die doen van wiskunde (soos afleidings maak, ontdekking, toetsing en verifiëring) (Lester <i>et al.</i>, 1994).</p> <p>Cockcroft (1982), by uitstek 'n voorstander van die probleemoplossingsbenadering, wys daarop dat wiskundige denke 'n hulpbron is wat in die daaglikse lewe en in onbekende situasies toegepas behoort te word. Wanneer wiskunde-onderrig en -leer dus probleemoplossingsbenaderend voltrek word, word kontekste geskep waarin die werklike lewe gesimuleer/nageboots word, waarin die doen van wiskunde dieper betekenis verkry (NCTM, 1980), waartydens leerders vaardighede en kennis verwerf wat hulle in die woon- en werkplek kan toepas en met behulp waarvan leerders self beter kan aanpas by veranderende omstandighede (Resnick, 1987). Die verwerwing van logiese denke is 'n natuurlike uitvloeisel van probleemoplossingsleer. In plaas daarvan dat 'n stel reëls geïmplementeer word om die korrekte antwoord te kry, word in wiskunde-klasse gefokus op die ontwikkeling van leerders se logiese denkprosesse en die konstruksie van hul eie idees oor wiskunde (NCTM, 1989).</p> <p>Die probleemoplossingsbenadering (POB) word beskou as die oorkoepelende sambreelterm vir ander benaderings.</p>
<p>Probleem-gesentreerde benadering (PSG)</p>	<p>Vanuit die probleemgesentreerde benadering (die vernaamste vanuit 'n een-en-twintigste eeuse, Suid-Afrikaanse perspektief) beskou, fokus leerfasilitering in wiskunde op leerders wat saamwerk en leerstrategieë wat met hierdie proses verband hou. Begeleide ontwerpe (<i>guided design</i>), gevalstudies en simulاسies is enkele voorbeelde van leergeleenthede waartydens probleemgesentreerde leerfasilitering in wiskunde plaasvind. Wanneer leerders in groepverband betrokke raak by die analisering en oplossing van komplekse probleme word probleemoplossingsvaardighede, die vermoë om komplekse verbande te verstaan en die vaardigheid om in onbekende/onseker situasies besluite te neem, verwerf. Begeleide ontwerpe verteenwoordig 'n gestruktureerde benadering tot</p>

	<p>probleemoplossing waar leerders in groepverband werk, besluite in opeenvolgende stappe neem en by elke stap volledig verslag oor die besluitneming lewer (Borchardt, 1984). 'n Gevalstudie dui op 'n probleem uit die werklike lewe waartydens van leerders vereis word om die probleem te analiseer en besluite te neem (Christensen & Hansen, 1987). Tydens simulاسies word komplekse gestruktureerde voorbeelde uit die werklike lewe geneem en word van leerders verwag om die rolle van die betrokkenes in die simulاسie vertolk ten einde hul perspektiewe te beleef en simulاسies op te volg met 'n bespreking waarin gereflekteer word op sowel die probleem as die oplossing daarvan (Abt, 1987).</p> <p>Wanneer leerfasiliteerders leerders by die soeke na 'n oplossings vir wiskunde probleme betrek deur onder meer hul denke uit te daag en hulle op die wiskundige aspekte van probleme in 'n bepaalde omgewing te laat fokus, en waar alle leerders bemaagtig voel om wiskunde te doen, slaag hulle daarin om wiskunde leer doeltreffend vanuit die probleemgesentreerde benadering te fasiliteer (Lappan, 1998).</p>
<p>Probleem-gebaseerde benadering (PBG)</p>	<p>Die probleemgebaseerde benadering verteenwoordig 'n faset van die probleemgesentreerde benadering en word uitgedruk aan die stel van doelbewus vaag-gedefinieerde probleme in 'n spesifieke konteks. Hierdie probleme motiveer leerders om eienaarskap van die leerproses te aanvaar (Greening, 1998). Kennis wat verwerf word rakende die situاسie/konteks waarin dit benodig (gaan) word (in groepverband of individueel) fasiliteer die verstandsaktiwiteite "herroep" en "oordrag". Refleksie ('n sleutelaspek van metakognisie) word terselfdertyd gefasiliteer; iets wat die waarde van die onderhandelde/ooreengekome betekenis beklemtoon. Wiskunde probleme wat in hierdie kontekste gestel word, het nie enkele korrekte, voor-die-hand-liggende oplossings nie. Dit is verder essensieel dat leerders aktief na meer, nuwe inligting moet soek ten einde moontlike oplossings te vind (Roh, 2003). Leerders interpreteer dus probleme, versamel nuwe inligting, identifiseer moontlike oplossings, evalueer moontlikhede en stel hul eie gevolgtrekkings en moontlike oplossings voor. Volgens Savoie en Hughes (1994) rig (<i>direct</i>) leerders hul eie soeke na die oplossing deur dinkskrumme met ander groeplede te hou, verskeie hulpbronne te raadpleeg, alternatiewe moontlike oplossings te bespreek, te toets en af te sluit deur te reflekteer op dit wat hulle uit die ervaring geleer het.</p> <p>Probleemgebaseerde leer word samevattend as 'n benadering/strategie beskou waar die leer van wiskunde rondom probleemoplossingsaktiwiteite gesentreer word. Leerders word die geleentheid gebied om meer krities te dink, hul eie kreatiewe idees voor te stel en wiskundig met die portuurgroep te kommunikeer (Hiebert,</p>

Carpenter, Fennema, Fuson, Human, Murray, Olivier, & Wearne, 1997). Aangesien die probleemgebaseerde benadering meer proses- as produkgesentreerd is, behoort die belangrikste rol van leerfasiliteerders wat hierdie benadering implementeer, te wees om leerders bewus te maak van hul eie leerproses deur metakognitiewe vrae te stel ten einde leerders te leer om toepaslik oor hul eie leer te reflekteer. Gallow (s.a.) som die vernaamste eienskappe van probleemgebaseerde leer soos volg op:

- Dit is leerdergesentreerd en inkorporeer werklike ervarings. Outentieke relevante opdragte in 'n spesifieke konteks behoort te vereis dat verskeie bronne geraadpleeg word.
- Dit is induktief. Algemene inhoude behoort deur die oplossing van probleme in spesifieke, betekenisvolle kontekste bekendgestel te word.
- Dit bou op vorige leer. Die relevansie van die probleem vir leerders behoort te vereis dat vorige kennis opgeroep word om op aannames wat getoets word, te fokus.
- Dit is spesifieke konteksgebonde. Probleme wat in die werklike lewe uitdagings bied, blyk toereikender (*dieper*) leer te fasiliteer.
- Komplekse probleme stel die eis dat metakognisie geïmplementeer word. Wiskunde probleme waarvoor daar nie eenvoudige, voor-die-hand-liggende oplossings bestaan nie, stel die eis van analisering, evaluering en die skep van nuwe kennis.
- Probleembelewing lei tot kognitiewe konflik. Die oplossing van 'n spesifieke probleem lei tot 'n nuwe probleem aangesien vorige en nuwe inligting dikwels as teenstrydig ervaar word.
- Leerders werk interafhanklik met lede van die groep. Individuele leerders maak tydens die bespreking van 'n taak/probleem kennis met 'n verskeidenheid probleemoplossingstrategieë, benut terselfdertyd ander lede se kollektiewe vorige kennisbesit en neem verantwoordelikheid vir sowel hul eie en groeplede se leer.

1.4.6 Senior fase

Volgens die Nasionale Hersiene Kurrikulum-verklaring (Departement van Onderwys, 2002) is die senior fase die derde fase van die verpligte Algemene Onderwys en Opleidingsbaan – Graad 7, 8 en 9.

1.4.7 Wiskundeprobleem

'n Wiskundeprobleem mag wees dat 'n vraag beantwoord moet word, 'n oplossing bereken moet word, 'n werk beveilig moet word, 'n leerder onderrig moet word, ensovoorts. Probleemoplossing verwys na menslike pogings om die doelwit te bereik waarvoor hulle nie 'n outomatiese oplossing het nie (Schunk, 2000).

Alle probleme, onafhanklik van die vakinhoud of kompleksiteit, het sekere gemeenskaplike eienskappe. Probleme het 'n begin – die probleemoplosser se huidige status of vlak van kennis. Probleme het 'n doelwit – dit wat die probleemoplosser probeer bereik. Die meeste probleme vereis dat die probleemoplosser die probleem se doelwit verder opbreek in kleiner subdoelwitte, wat as dit bereik is, die resultaat die bereiking van die doelwit is. Probleme vereis dat bewerkings op die aanvanklike staat van die probleem uitgeoefen moet word. Bewerkings verander die aard van die oorspronklike probleem deur aktiwiteite (kognitiewe gedrag) (Anderson, 1990).

'n Wiskundeprobleem konfronteer die oplossing/leerder met besluitneming ten opsigte van die keuse van die strategie wat gebruik gaan word om die probleem mee op te los (Biryukov, *s.a.*).

1.4.8 Probleemoplosser (met verwysing na wiskundeprobleme)

'n Goeie probleemoplosser toon vaardighede om alternatiewe strategieë te kies en te toets en die wil te behou om betrokke te bly by die oplossing van die probleem wanneer hulle met struikelblokke en onsekerhede gekonfronteer word (Goos & Galbraith, 1996).

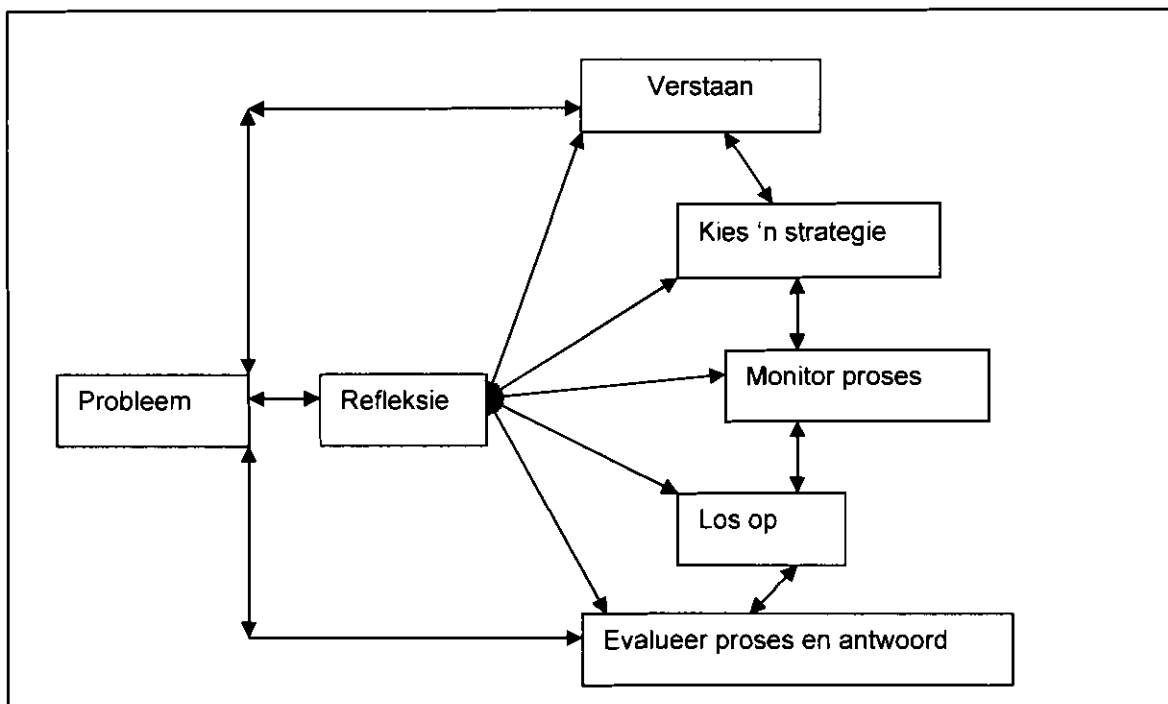
Effektiewe wiskundeprobleemoplossers monitor hul vordering en maak deurentyd aanpassings terwyl 'n probleem opgelos word. Hulle maak seker dat hulle die probleem verstaan. As dit 'n skriftelike probleem is, lees hulle dit noukeurig deur; as dit 'n probleem is wat mondelings gegee is, vra hulle vroeë totdat hulle dit verstaan. Hulle stop gereeld om vas te stel hoe hulle vorder met die oplossing van die probleem en om te kontroleer of hulle nog op die regte pad is. As hulle voel dat hulle nie goed genoeg vorder nie, stop hulle om 'n alternatiewe oplossingsmetode te oorweeg. Hulle huiwer nie om 'n totaal ander metode te gebruik nie. Navorsing dui aan dat leerders baie keer sukkel om probleme op te los, nie omdat hulle 'n tekort aan wiskundige kennis het nie, maar omdat hulle die kennis wat hulle het, oneffektief gebruik (NCTM, 2000).

1.4.9 Wiskundeprobleemoplossing

Tabel 4. Definisies van wiskundeprobleemoplossing

Outeur(s)/ Instansie	Definisie van probleemoplossing
NCTM, 2000	<p>Wanneer 'n leerder betrokke raak by 'n taak waarvoor daar nie 'n voor-die-hand-liggende metode is om dié probleem op te los nie, is hy/sy besig met probleemoplossing. Om 'n oplossing te vind, moet die leerder van sy/haar bestaande kennis gebruik maak, en deur dié proses word nuwe wiskundige insigte ontwikkel. Om probleme op te los, is nie net die doelwit van die leer van wiskunde nie, maar ook die metode hoe om te leer. Leerders behoort gereeld die geleentheid te kry om probleme te formuleer, daarmee te worstel en dit op te los. Hierdie probleme behoort te vereis dat leerders hard moet probeer en hulle behoort aangemoedig te word om op hul eie denke te reflekteer.</p> <p>Deur te leer om wiskunde probleme op te los, behoort leerders denkwyses te bekom, gewoontes aan te leer om aan te hou en nuuskierig te bly, en selfvertroue te ontwikkel om met onbekende situasies om te gaan. Dit is 'n vaardigheid wat ook buite die wiskunde klaskamer nuttig gebruik kan word. In die alledaagse lewe is dit 'n voordeel om 'n goeie probleemoplosser te wees.</p>
Goos en Galbraith, 1996	<p>Probleemoplossing is meer as net die gebruik van voorgeskrewe effektiewe strategieë om take te voltooi. Effektiewe wiskundige denke in die oplossing van probleme sluit die volgende in: kognitiewe aktiwiteite, soos om die taak voor te stel en strategieë te gebruik om die oplossing te kry, maar ook metakognitiewe monitering, wat bogenoemde aktiwiteite reguleer en help om te besluit waar kognitiewe bronne gebruik moet word.</p>
Schoenfeld, 1987	<p>Probleemoplossing is 'n belangrike deel van 'n leerder se intellektuele gedrag en sluit in: (i) kennis van sy/haar eie denkprosesse, (ii) selfregulering van sy/haar aktiwiteite (assessering van verstaan, beplanning, monitering en kontrole oor die proses en kontrole van die sinvolheid van die oplossing), en (iii) oortuigings en intuïsie.</p>

Vir die doeleindes van hierdie studie sien ek "probleemoplossing" soos volg:



Figuur 1 Skematiese voorstelling van probleemoplossing

In Figuur 1 word aangedui dat refleksie deurentyd aktief is tydens probleemoplossing. Daar is 'n interaksie tussen refleksie en die vordering met die proses van die oplossing, naamlik verstaan, keuse van 'n strategie, monitering van die proses, oplossing en evaluering.

1.5 Hoofstukindeling

In Hoofstuk 2 word 'n grondige literatuurstudie gedoen. Tradisionele leerteorieë wat relevant is vir die leer in wiskunde in die senior fase, sal oorsigtelik bespreek word. Sosiale konstruktivisme as die hoof-epistemologiese benadering wat die verskynsel "metakognisie" ten grondslag lê, sal beskou word. Dit sal opgevolg word deur meer onlangse sienings van leer en leerfasilitering. Daar sal aangesluit word by Kurrikulum 2005 en uitkomstgerigte onderwys. Die spilpunt van hierdie hoofstuk is "metakognisie". Aspekte hiervan, binne die begrensing van die onderhawige studie, sal uitgelig, ondersoek en bespreek word.

In Hoofstuk 3 word die navorsingsontwerp, die navorsingsmetodologie, dataverwerking, data-analises van die kwantitatiewe én kwalitatiewe metodes wat ingeskakel is, weergegee.

In Hoofstuk 4 word die resultate en die bevindings van die kwantitatiewe metodes wat ingeskakel is, weergegee.

In Hoofstuk 5 word die resultate en die bevindings van die kwalitatiewe prosedure(s) wat ingeskakel is, weergegee.

In Hoofstuk 6 word die bevindings van die onderhawige studie binne bestaande literatuur en teorie gekontekstualiseer.

In Hoofstuk 7 word die samevatting van die onderhawige studie gegee, asook kommentaar en enkele moontlike aanbevelings rakende toekomstige navorsing.



**HOOFSTUK 2 : Perspektiewe op bepaalde epistemologiese
vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en
leerfasilitering van wiskunde**



Onderzoek na metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer met besondere verwysing na die senior fase

Hoofstuk 1

Oriëntering

- 1.1 Algemene inleiding
- 1.2 Probleemstelling en motivering
- 1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk
- 1.4 Begripsverklaring
- 1.5 Hoofstukkindeling

Hoofstuk 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasillitering van wiskunde

2.1 Inleidende oriëntering

2.2 Begrip "leer"

2.3 'Ander' aspekte van leer

2.4 Leerteorieë

2.5 Sosiale konstruktiewisme

2.6 Uitkomstgerigte onderwys

2.7 Metakognisie

2.8 Metakognitiewe teorieë

2.9 Wese van "metakognisie"

2.10 Leerfasilliteerder

2.11 Verwerwing van metakognisie

2.12 Toepassing van metakognisie

2.13 Ontwikkeling van metakognisie

2.14 Samevatting

Hoofstuk 3

Navorsingsontwerp

3.1 Inleidende oriëntering

3.2 Aannames van navorser

3.3 Steekproef en deelnemers

3.4 Data-insamelinginstrumente

3.5 Data-insamelingprosedure(s)

3.6 Strategieë vir data-analise

3.7 Geldigheid, betroubaarheid en

vertrouenswaardigheid

3.8 Opsomming en uiteensetting

3.9 Etiese oorwegings

3.10 Parameters

3.11 Voorsiene probleme

3.12 Samevatting

Hoofstuk 4

Resultate: Kwantitatiewe deel van die studie

4.1 Inleidende oriëntering

4.2 Statistiese gegewens: leeders

4.3 Statistiese gegewens: indiens-

en voordiens-leerfasilliteeders

4.4 Samevatting

Hoofstuk 5

Resultate: Kwalitatiewe deel van die studie

5.1 Inleidende oriëntering

5.2 Resultate: leeders

5.3 Resultate: indiens-wiskundeleerfasilliteerder

5.4 Resultate: voordiens-wiskundeleerfasilliteeders

5.5 Samevatting

Hoofstuk 6

Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

6.1 Inleidende oriëntering

6.2 Triangulasie

6.3 Kontekstualisering: leeders

6.4 Kontekstualisering: indiens- en voordiens-leerfasilliteeders

6.5 Samevatting

Hoofstuk 7

Opsomming en aanbevelings

7.1 Inleidende oriëntering

7.2 Samevatting

7.3 Bevindings

7.4 Beperkings

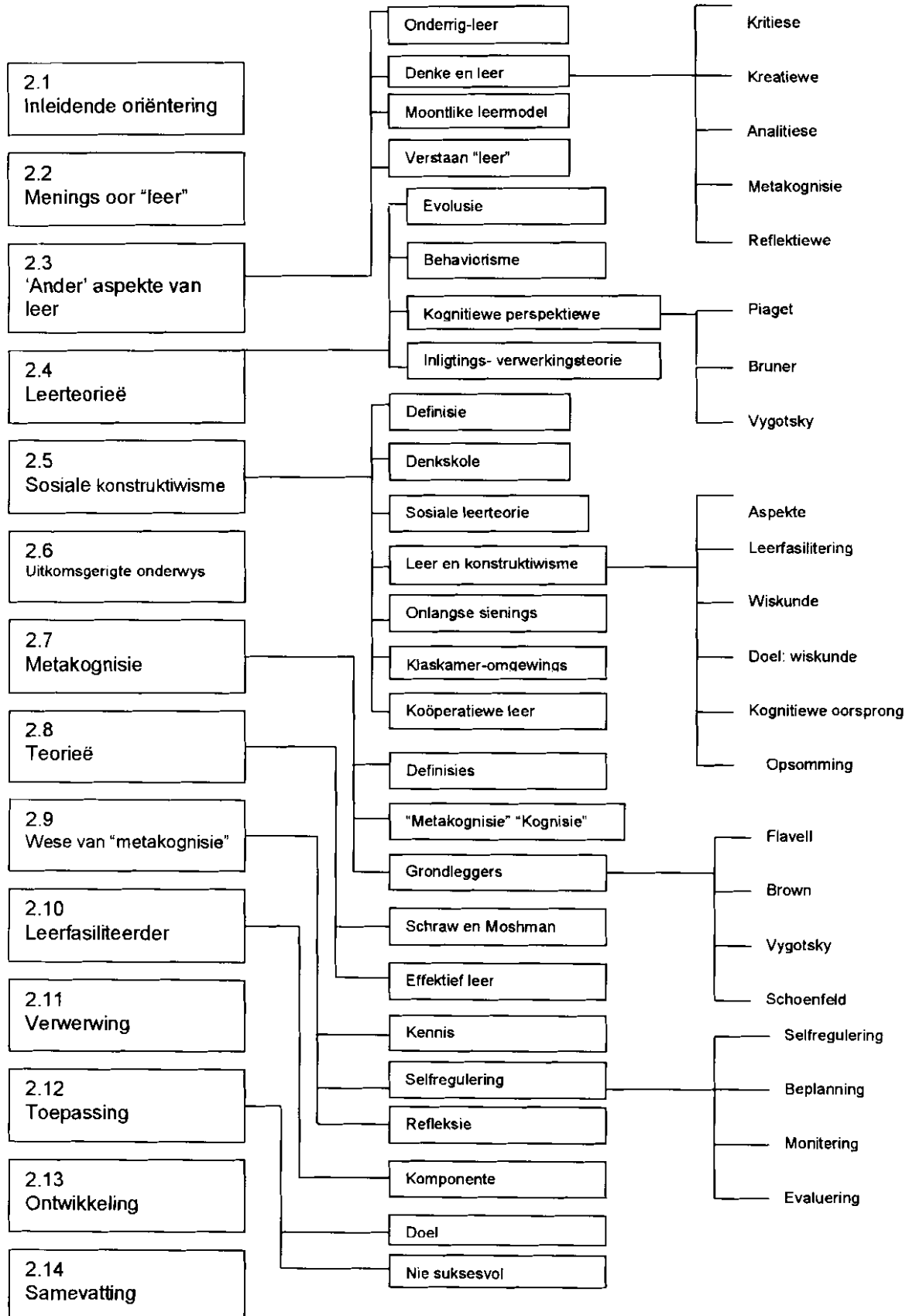
7.5 Aanbevelings

7.6 Etiese aspekte

7.7 Slotopmerking

HOOFSTUK 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde



HOOFSTUK 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

2.1 Inleidende oriëntering

Wanneer 'n leerteorie gevolg word, moet onthou word dat 'n "teorie" 'n 'net van idees is wat iets verduidelik' (Crowther, 1995:1446) of 'n 'stel beginsels' wat toegepas moet word (Smit, 1995:3). 'n "Teorie" kan dus gesien word as 'n raamwerk of verwysing vir 'n spesifieke navorsingsvraag. Zuber-Skerritt (1992:57) merk op dat:

All theories are hypothesis created by people; they may be valid at any particular time, but may suddenly be invalid in some unforeseeable respect and replaced by a better theory.

'n "Teorie" is volgens Schunk (2000) 'n wetenskaplik aanvaarbare stel beginsels wat aangebied word om 'n verskynsel te verduidelik. Teorieë voorsien raamwerke vir die vertolking van waarnemings in die omgewing en dien as oorgang tussen navorsing en opvoeding. Navorsingsbevindings kan georganiseer en stelselmatig aan teorieë verbind word. Sonder teorieë sal navorsingsbevindings ongeorganiseerde versamelings data wees, omdat navorsers en praktisyns geen oorkoepelende raamwerke het waarmee dit verbind kan word nie. Selfs wanneer navorsers bevindings maak wat oënskynlik geen direkte verband met teorieë het nie, moet hulle steeds probeer om sin te maak uit die data en te bepaal of daar wel toepaslike teorieë bestaan (Schunk, 2000).

In die onderhawige studie word slegs dié teorieë wat betrekking het op die betrokke studie, bespreek. Ek sal poog om vanuit 'n holistiese perspektief na leerders te kyk en dit probeer vermy om slegs op liniêre wyse op enkele gefragmenteerde fasette van leerders se wiskundige wording te fokus – soos deur Maree (1997) beklemtoon.

Tradisionele leerteorieë wat relevant is vir die leer van wiskunde in die senior fase sal oorsigtelik bespreek word. Die aspekte van leer waarna gekyk sal word, is sosiale konstruktivisme as die hoof-epistemologiese benadering wat die verskynsel "metakognisie" ten grondslag lê. Dit sal opgevolg word deur meer onlangse sienings van leer en leerfasilitering. Daar word aangesluit by Kurrikulum 2005 en uitkomstgerigte onderwys. Aspekte van die begrip "metakognisie", binne die begrensing van die onderhawige studie, word uitgelig, ondersoek en bespreek. Dit is egter 'n probleem om vir die doel van hierdie verhandeling sinvol 'n volledige opsomming te gee van die werklike omvang van "metakognisie".

2.2 Enkele menings oor die begrip "leer"

Daar kan vanuit verskillende perspektiewe na "leer" gekyk word. Teoretici verskil oor hoe om dié begrip te definieer. Party meen dat leer 'n relatief permanente verandering in gedrag is as gevolg van ervarings. Ander meen weer dat leer 'n relatief permanente verandering in verstandssassosiasies is as gevolg van ervarings (Ormrod, 2003). Albei definisies beskryf leer as 'n **'relatief permanente verandering'** en dat die **'verandering plaasvind as gevolg van ervarings'**. Die twee definisies verskil in die opsig dat die een leer as **gedrag** beskryf en die ander as **verstandssassosiasies**. Dit dui op die verskil in fokus tussen verskillende leerteorieë – sommige fokus op die verandering in gedrag met verloop van tyd wat deur omgewingsfaktore veroorsaak word; ander teorieë fokus meer op die interne verstandspesesse (denke) as op sigbare gedrag (Ormrod, 2003).

Leer kan nooit in isolasie beskou word nie en daarom word enkele ander aspekte van leer, met besondere verwysing na die interafhanklikheid van en interaksie tussen denke en leer, vervolgens uitgelig.

2.3 Fokus op 'ander' aspekte van leer

2.3.1 Van onderrig tot leer

Wêreldwyd is 'n verskuiwing besig om plaas te vind met onderwysinstellings wat algaande verander van plekke waar 'onderrig voorsien' is tot plekke wat 'leer fasiliteer' (Barr & Tagg, 1995). Die paradigma-skuif is dus vanaf *'instructivism'* na *'constructivism'*.

Maree (2005a: 13) verwys soos volg na hierdie paradigmaskuif:

Die fokus is wel op die ontwikkeling van kritiese denkvermoë, maar basiese kennis en vaardighede is steeds onontbeerlik.

Maree sê verder:

Leerders word bemagtig (empower) om self verantwoordelikheid te neem vir hulle doen en late. Leerders wat lewenslank self aktief sal leer, word in die vooruitsig gestel.

Verder vereis die Kritieke Uitkomst en die Ontwikkelingsuitkomst (Departement van Onderwys, 2002) dat leerders bevoegde lewenslange leerders sal word. Drie van die kritiese en een ontwikkelingsuitkoms wat direk en indirek metakognitiewe vaardighede impliseer, word genoem. Dit word in vooruitsig gestel dat leerders:

- probleme kan identifiseer, oplos en besluite kan neem deur kritiese en kreatiewe denke te implementeer
- hulself en hul aktiwiteite verantwoordelik en doeltreffend kan organiseer en bestuur
- inligting kan versamel, ontleed en organiseer en dit krities evalueer

- 'n verskeidenheid leerstrategieë beskikbaar het om te implementeer om doeltreffend te leer.

2.3.2 Denke en leer

Die vermoë om krities te dink is onontbeerlik vir die individu wat in die huidige vinnig-veranderende wêreld leef en wat daagliks keuses moet maak en evalueringe en uitsprake moet lewer oor aspekte soos: (i) inligting wat die mens bekom, glo en gebruik; (ii) planne wat gemaak word; en (iii) stappe wat gedoen moet word (Howe & Warren, 1989).

Jonassen (1981) is van mening dat leer deur denke (verstandspesesse) bewerkstellig word. Denke word geaktiveer deur leeraktiwiteite en leeraktiwiteite word geaktiveer deur die ingryping van leerfasilitering (onderrig). Leer vereis denke deur die leerder en daarom is dit volgens Jonassen belangrik dat leerders geleer sal word hoe om meer effektief te dink.

Om die samehang en omvang van die verskillende soorte denke te verstaan, word definisies van sommige tipes denke nou weergegee.

2.3.2.1 Kritiese denke

Kritiese denke beteken onder meer dat 'n ingeligte opinie van 'n situasie gegee kan word. 'n Opinie word geldig wanneer dit deur geloofwaardige feite en logiese denke ondersteun word (Forsten, 1992). Ennis (1987) definieer kritiese denke as die spesesse en vaardighede wat betrokke is by die rasionele besluitneming oor wat om te doen of wat om te glo.

Opvoedkundige navorsers soos Costa (1985) en Keating (1988) sluit vier elemente by hul definisie van kritiese denke in: (i) kennis van die vak/dissipline; (ii) proseduurmatige kennis (kennis van denkvaardighede); (iii) vermoë om denkvaardighede te monitor, te gebruik en te kontroleer (metakognisie); en (iv) 'n houding (wil) om denkvaardighede en -kennis te implementeer.

Winocut (in Costa, 1985) lys drie kategorieë aan die hand waarvan kritiese denke gedefinieer kan word:

- (i) bevoegdheidsvaardighede (waarneming, vergelyk en kontrasteer, groepering, kategorisering/klassifisering, ordening, patrone vind, prioritisering)
- (ii) spesesse (vaardighede wat verband hou met die analisering van vrae, feite/opinies, relevansie van inligting, en betroubaarheid van inligting; dit sluit verder vaardighede in wat nodig is om afleidings te maak, te verstaan, oorsaak/gevolg, voorspellings te maak, analisering van aannames en identifisering van sienings)
- (iii) optredes (optredes sluit logiese denke, kreatiewe denke en probleemoplossingsvaardighede in).

2.3.2.2 Kreatiewe denke

Kreatiewe denke word onder meer gefasiliteer deur oop vrae aan leerders te stel. Dit moedig leerders aan om moontlike alternatiewe oplossings vir probleme te oorweeg. Leerders begin deur ander oë na die wêreld om hulle te kyk en te leer om 'n verskeidenheid menings oor 'n saak te ontwikkel en te aanvaar. Dinkskrums en vindingrykheid kan onder meer kreatiewe denke help bevorder (Forsten, 1992).

Kreatiewe denke word deur Cotton (1991) gedefinieer as bestaande uit: (i) 'n vaardigheid (genereer baie idees); (ii) buigsaamheid (verskuif die perspektief maklik); (iii) oorspronklikheid (dink gedurig nuwe idees uit); en (iv) uitbreiding (bou op ander/vorige idees).

2.3.2.3 Analitiese en ondersoekende denke

Analitiese en ondersoekende denke is denke wat gebruik word wanneer probleemoplossers 'n probleem ondersoek om vas te stel hoe om dit op te los. Beskikbare inligting word gebruik om 'n logiese afleiding te maak. Wiskundige denke word hierby ingesluit. Analogieë, aktiwiteite wat afleidings vereis, en woordspeletjies is voorbeelde van hoe leerders moontlik kan leer om te analiseer (Forsten, 1992).

2.3.2.4 Metakognisie

"Metakognisie"³ verwys na sekondêre kognisies: denke oor die denke, kennis oor kennis of refleksies oor aktiwiteite (Papaleontiou-Louca, 2003). As kognisie aktiwiteite soos waarneming, verstaan of onthou insluit, dan is metakognisie die denke oor waarneming, verstaan of onthou. Metakognisie is die proses van beplanning, assessering, en monitering van die individu se eie denke; die *pinacle* van alle verstandelike funksionering (Cotton, 1985). Metakognisie is die 'uitvoerende bestuurders' wat besluite neem oor die intellektuele werk wat die kognitiewe vaardighede moet uitvoer (Hartman, 2001a).

2.3.2.5 Reflektiewe denke

Reflektiewe⁴ denke word gesien as 'n kragtige skakel tussen denke (metakognitiewe kennis) en optrede/aksies (selfgereguleerde gedrag) wat inligting voorsien oor die uitkoms en effektiwiteit van geselekteerde strategieë (Ertmer & Newby, 1996).

Verskillende soorte denke oorvleuel, opereer interaktief en vorm die basis van leer.

Baird (1991) stel 'n leermodel voor waarin die rol van metakognisie duidelik uitgestippel word.

³ Kyk: Hoofstuk 2, 2.7 waar die begrip "metakognisie" verder toegelig word.

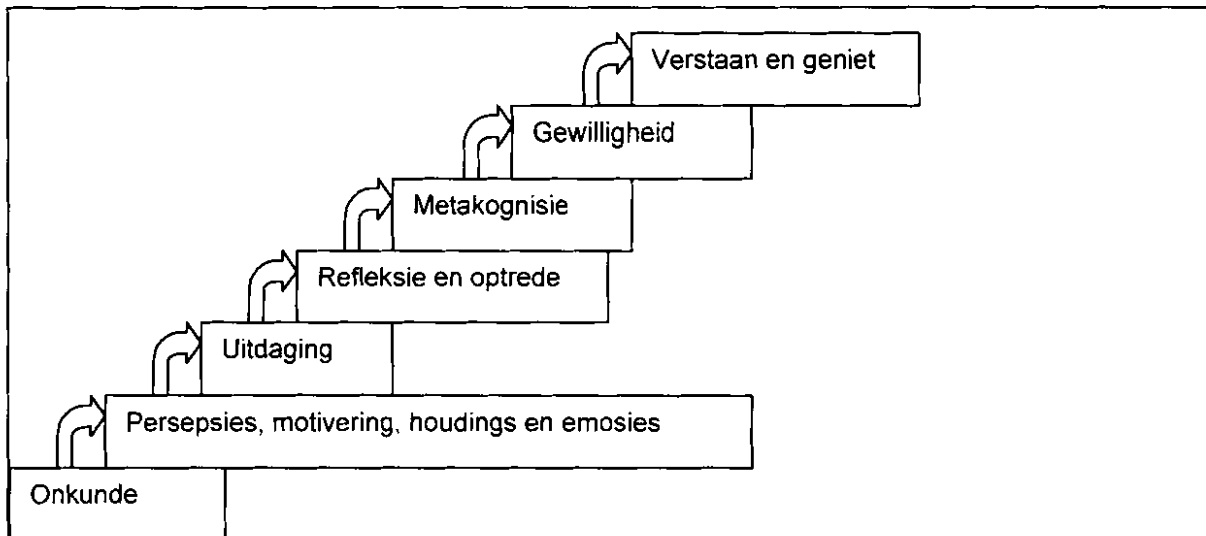
⁴ Kyk: Hoofstuk 2, 2.9.3 waar "refleksie" as integrerende deel van metakognisie verder toegelig word.

2.3.3 Die daarstelling van 'n moontlike leermodel

Baird (1998) beskou leer as 'n integrasie van kognisie (denke), affek (gevoelens) en optrede, en beskryf die leerproses soos volg:

- (1) Onkunde. Onkunde speel volgens Baird (1991) 'n besondere rol by leer: dit is 'n onontbeerlike voorvereiste vir leer, asook 'n eienskap van alle leer. Dit is egter belangrik dat die leerder bewus moet wees dat hy/sy nie weet of nie kan doen nie. Die leerder moet dus **die metakognitiewe bewussyn** hê, dat hy/sy nie weet of nie kan doen nie. Dit is weer 'n voorvereiste vir metakognitiewe kontrole oor sy/haar leer. Die leerder mag ook teensinnig wees om hierdie onkunde na verstaan toe om te skakel – wat affektiewe eerder as kognitiewe oorsake kan hê. As die leerder egter onbewus daarvan is dat hy/sy nie weet of nie kan doen nie, kan dit wees weens onakkurate assessering deur die leerder van sy eie weet of selfs 'n tekort aan motivering.
- (2) Persepsies, motivering, houdings en emosies. Hierdie konstrakte beklemtoon die belangrikheid van kognitiewe persepsies vir die res van die leerproses wat hierop volg. Hierdie persepsies kan akkuraat of onakkuraat wees.
- (3) Uitdaging. Die leerder word deur die aard van die persepsies (**denke**) en verwante affektiewe elemente (belangstelling en motivering) uitgedaag, al dan nie, om die leer-taak aan te pak of af te handel.
- (4) Refleksie en optrede. Wanneer die leerder die ervaring beleef dat hy/sy positief uitgedaag word, sal hy/sy betrokke raak by aktiewe **refleksie** om gepaste leerdoelwitte te stel en optrede te selekteer om te poog om hierdie doelwitte te bereik.
- (5) Metakognisie. Baird definieer **metakognisie** as bestaande uit drie komponente: (i) metakognitiewe kennis (kennis van die aard van leer, effektiewe leertegnieke en persoonlike leereienskappe); (ii) metakognitiewe bewussyn (van die aard van die taak en vordering met die taak – veral dat die leerder weet wat hy/sy doen en waarom hy/sy dit doen); en (iii) metakognitiewe kontrole (die neem van produktiewe besluite oor die benadering van, vordering met en uitkomst van die leertaak) (Baird, 1991).
- (6) Gewilligheid. Gewilligheid dui aan dat die leerder seker voel oor die uitvoer van die taak en daarom sal die leerder ywer, deursettingsvermoë en kreatiwiteit openbaar (Corno, 1993). Beide gewilligheid en **metakognisie** word hier gesien as uitvoerende-kontrolemechanismes. Die gewilligheidskontrole (meta-emosioneel en meta-motiveringskontrole) voorsien die nodige affektiewe fokus om die kognitiewe fokus van die metakognitiewe kontrole te komplementeer.
- (7) Die uitkoms van leer sluit verstaan en 'n tevrede gevoel in.

Vervolgens word die bogenoemde leermodel, soos Baird (1991) dit opsom, skematies voorgestel.



Figuur 2 Skematiese voorstelling van Baird se leermodel

Bron: Saamgestel uit Baird (1991).

2.3.4 Verstaan van die term “leer”

Die volgende aspekte werp meer lig op die verstaan van leer (Bransford *et al.*, 2003):

- die geheue en die struktuur van kennis
- probleemoplossing en denke (redenasievermoë)
- die vroeë grondslae van leer
- die reguleringsprosesse wat leer bestuur, insluitend metakognisie
- hoe simboliese denke te voorskyn kom uit die kultuur en gemeenskap van die leerder.

Die onderhawige navorsingstudie het ten doel om metakognisie by die leerfasilitering (onderrig) en leer in wiskunde te ondersoek. Wiskunde se vakinhoud het 'n bepaalde aard en struktuur wat medebepalend is vir die keuse van strategieë om leer te fasiliteer.

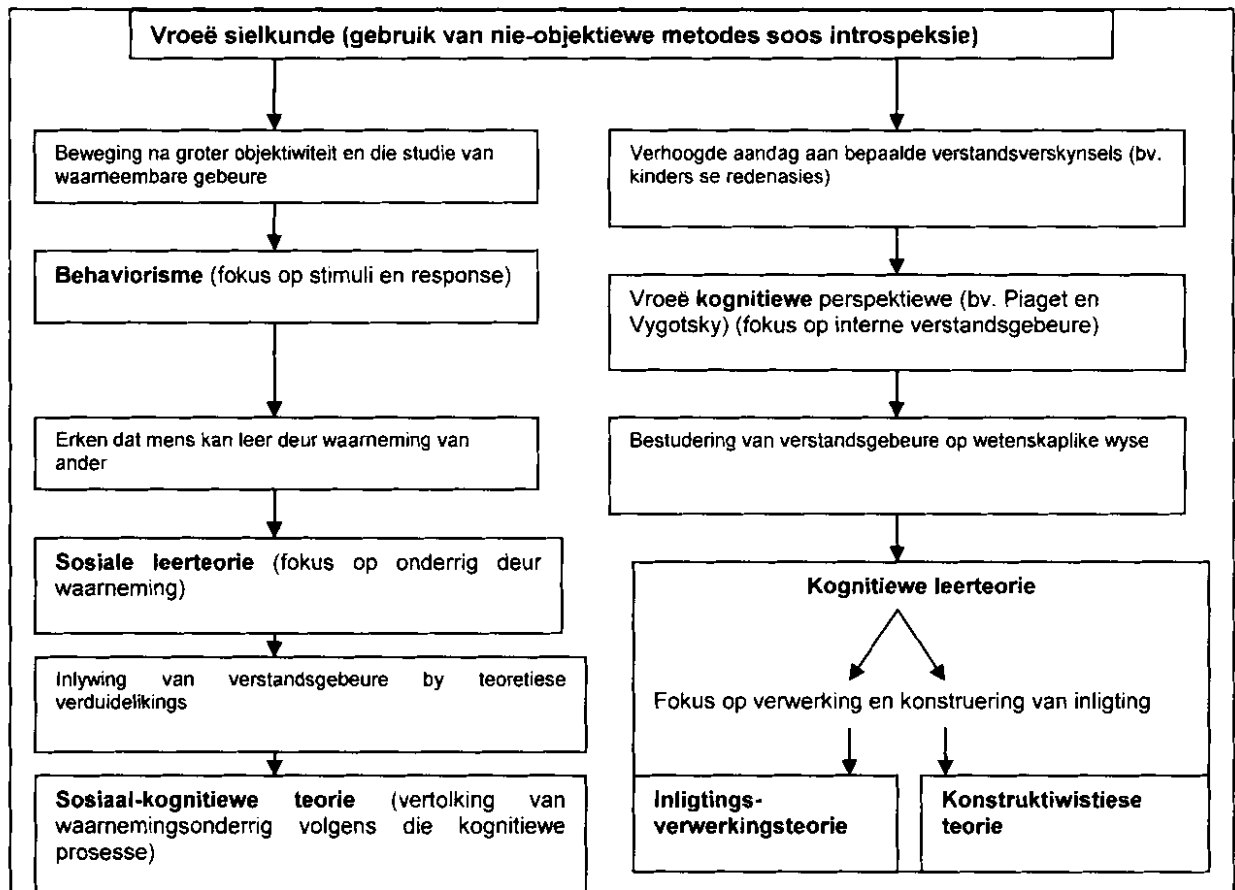
Maree (1997) merk op dat die finale leerteorie vir die leer van wiskunde nog lank nie bestaan (saamgestel is) nie en waarskynlik nooit daargestel sal word nie. Om leer en leerfasilitering beter te verstaan, is dit nodig om op die ontwikkeling van leerteorieë te fokus.

2.4 Leerteorieë

Leerteorieë het oor dekades heen ontwikkel. Ormrod (2003) se skematiese voorstelling van die evolusie van leerteorieë word vervolgens verskaf.

2.4.1 Die evolusie van leerteorieë

Ormrod (2003:190) stel die evolusie van leerteorieë soos volg voor:



Figuur 3 Die evolusie van leerteorieë

Bron: Ormrod (2003:190)

Vervolgens word die invloede van enkele van die leerteorieë wat in die voorafgaande figuur aangedui word, bespreek en uitgelig.

2.4.2 Behaviorisme

In die 1960's en vroeë 1970's was die behavioristiese leermodel dominant in die psigologie (Greeno, Collins, & Resnick, 1996). Volgens dié model is "leer" die ontwikkeling van assosiasies tussen stimuli en reaksies, of stimuli en ander stimuli deurdat dit gegroepeer word en 'n bydrae lewer gegrond op die

reaksies. Denke wat nie-waarneembare gedrag is, is toë nie nagevors nie, omdat omgewingsgevolge in staat was om selfs baie komplekse reekse gedrag te verduidelik (Skinner, 1953).

Die behavioristiese leerteorie het 'n aansienlike bydrae gelewer tot menslike kennis aangaande die oorsake van leer.

2.4.3 Enkele vroeë kognitiewe perspektiewe

“Kognitiewe leer” is leer wat plaasvind as gevolg van veranderings in kognisie (Louw, & Edwards, 2003). Dit is belangrik om in gedagte te hou dat kognitiewisme, inligtingverwerking en sosiale konstruktiewisme juis hul oorsprong in kognitiewe teorieë het.

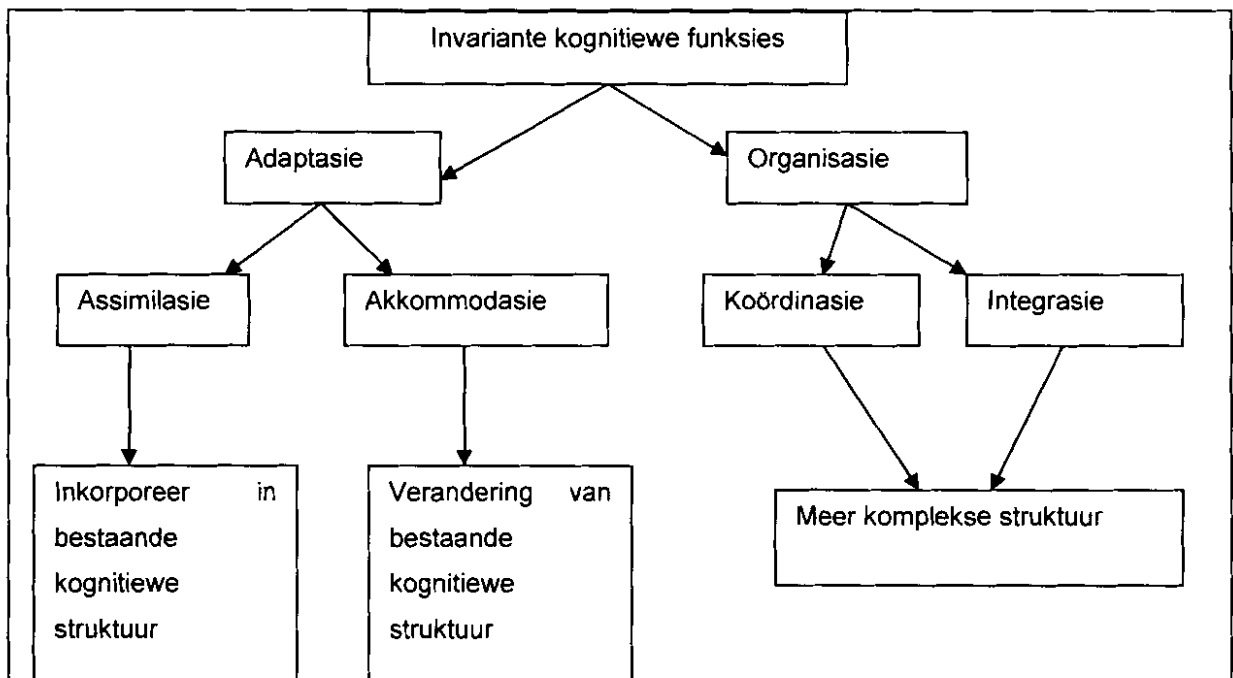
2.4.3.1 Piaget se kognitief-strukturele teorie

Piaget (1976) het 'n aantal idees en konsepte voorgestel om die veranderings in logiese denke wat hy by kinders en volwassenes waargeneem het, te beskryf en te verduidelik (Ormrod, 2003):

- Kinders is aktiewe en gemotiveerde leerders. Kinders is nuuskierig en soek doelbewus inligting om hul wêreld te verstaan. Hulle eksperimenteer gedurig met die voorwerpe waarmee hulle te doen kry, manipuleer dinge en neem die gevolge van hul optrede waar.
- Kinders konstrueer kennis uit hul ervarings. Kinders se kennis is nie beperk tot 'n versameling van geïsoleerde stukke inligting nie. Kinders gebruik die inligting wat hulle versamel om 'n geheelbeeld te vorm van hoe die wêreld werk (dit is een rede waarom Piaget se teorie 'n konstruktiewe teorie genoem word). Volgens Piaget se teorie organiseer kinders wat hulle leer en weet as skemas – groepe soortgelyke denke of optrede. Met ervaring word hierdie skemas aangepas en word dit beter geïntegreer met ander skemas.
- Kinders leer deur twee komplementêre prosesse, naamlik assimilasië en akkommodasië. Piaget stel voor dat leer en kognitiewe ontwikkeling voorkom as gevolg van bogenoemde komplementêre prosesse. Assimilasië kom voor wanneer 'n leerder met 'n voorwerp of gebeurtenis, wat met 'n bestaande skema ooreenstem, te doen kry. Dit gebeur egter soms dat 'n kind met 'n voorwerp of gebeurtenis te doen kry wat nie so maklik 'n verband toon met 'n bestaande skema nie. Een van die volgende twee tipes akkommodasië kan nou voorkom: 'n kind wil 'n bestaande skema aanpas om die nuwe voorwerp of gebeurtenis te akkommodeer of die kind sal 'n totaal nuwe skema skep om daarby te pas.
- Interaksië met die fisiese en sosiale omgewing is noodsaaklik vir die kognitiewe ontwikkeling van die kind. Deur met sy/haar wêreld (sand, water, meet, bou, ensovoorts) te eksperimenteer of dit te manipuleer, kan leerders oorsaakgevolg-verbande, of eienskappe soos volume of gewig, ontdek. Sosiale interaksië het as moontlike uitkoms/gevolg dat kinders beseft dat verskillende mense dinge verskillend ervaar. Die kind beseft dat die eie ervaring nie noodwendig 'n absoluut akkurate of logiese weergawe van die wêreld is nie, maar dat hy/sy uniek is.

- Die balansproses bring potensieel mee dat die kind vinniger vorder na meer komplekse denke. As kinders nuwe gebeure gemaklik kan verduidelik met behulp van bestaande skemas, verkeer hulle in 'n balanssituasie (Piaget, 1976). Hierdie balans hou egter nie altyd aan nie. Wanneer hierdie balans versteur word omdat die kind nie met die bestaande skemas 'n gebeure kan beskryf nie, ontstaan 'n verstandswanbalans. Nou word skemas vervang, herorganiseer of selfs beter geïntegreer (deur akkommodasie) om hierdie gebeure te verstaan. Hierdie beweging van balans na wanbalans en terug na balans word "balansering" genoem. Hierdie strewe van kinders na balans bevorder die ontwikkeling van meer komplekse vlakke van denke en kennis. Dit word ook "organisasie" genoem.
- Ontwikkeling van die verstand kan steeds voorkom selfs nadat geneties gekontroleerde neurologiese veranderinge plaasgevind het. Piaget (1976) meen dat verstandsontwikkeling deels afhanklik is van die rypwording (volwassewording) van die brein. Dis waarom kinders nie soos volwassenes kan dink nie.

Vervolgens word Piaget (1976) se skematiese voorstelling van kognitiewe funksionering weergegee.



Figuur 4 Kognitiewe funksionering volgens Piaget (1976)

Bron: Piaget (1976) volgens Louw *et al.* (1998:76)

Piaget se teorie is konstruktivisties van aard omdat dit aanneem dat leerders hul konsepte op die wêreld toepas om dit te verstaan (Byrnes, 1996). Hierdie konsepte is nie aangebore nie, maar is eerder bekom deur kinders se normale ervarings. Inligting vanuit die omgewing word nie outomaties ontvang nie, maar word volgens die leerder se heersende verstandstrukture geprosesseer. Kinders

verstaan hul omgewing en konstrueer die werklikheid gegrond op hul huidige vermoëns. Hierdie basiese konsepte ontwikkel tot meer gesofistikeerde sienings namate ervaring toeneem (Schunk, 2000).

2.4.3.2 Bruner

Bruner het in sy teorie van verstandelike ontwikkeling onder meer gefokus op leerders se verskillende voorstellings van kennis. Bruner (1964:1) laat hom soos volg in hierdie verband uit:

The development of human intellectual functioning from infancy to such perfection as it may reach is shaped by a series of technological advances in the use of the mind.

Tegnologiese vordering is mede-afhanklik van groeiende taalvermoë en blootstelling aan sistematiese onderrig (Bruner, 1966). Soos wat leerders ontwikkel, word hul optrede al hoe minder beperk deur onmiddellike stimuli. Verstandsprosesse (denke en oortuigings) fasiliteer die verbinding tussen stimuli en reaksies sodat leerders dieselfde reaksies in veranderende omgewings behou of verskillende reaksies in dieselfde omgewing toon, afhangende van wat hulle as geskik ervaar (Schunk, 2000).

Bruner se teorie impliseer dat kennis in verskillende voorstellings aangebied behoort te word om by die leerder se ontwikkelingsvlak te pas. So word wiskundige bewerkings aanvanklik op die belevingsvlak van die leerder aangebied – met behulp van konkrete apparaat – later word dit met prente voorgestel en heel laaste met behulp van simbole. Daar kan dus aangeneem word dat 'n leerder nie verstaan nie as gevolg van die feit dat hy/sy nog nie gereed is daarvoor nie. Fasilitering van leer moet dus pas by die ontwikkeling van die verstand van die leerder (Schunk, 2000).

Bruner se teorie is konstruktivisties van aard omdat dit aanneem dat leerders van enige ouderdom betekenis aan stimuli en gebeure kan gee wat op grond van hul verstandsvermoëns en ervarings met hul sosiale en fisiese omgewings ooreenstem.

2.4.3.3 Vygotsky se teorie van kognitiewe ontwikkeling

Vygotsky (1978) se teorie oor kognitiewe ontwikkeling behels die volgende (Ormrod, 2003):

- Komplekse verstandsprosesse begin as sosiale aktiwiteite; as kinders ontwikkel, internaliseer (verinnerlik) hulle hierdie prosesse en gebruik dit onafhanklik. As gevolg van sosiale interaksie kom kinders agter hoe ander mense om hom/haar dink oor dinge en gebeure. Volgens Vygotsky is dialoog met ander mense onontbeerlik vir die ontwikkeling van sy/haar verstand – dit word deel van sy/haar innerlike. Kinders redeneer met mekaar omdat nie alle verstandsprosesse ontwikkel as kinders met volwassenes in wisselwerking is nie. Hierdie redenasies help kinders om 'n saak vanuit verskeie ander sienings as sy/haar eie te beskou.
- Denke en taal word tydens die vroeë kinderjare toenemend interafhanklik. Vygotsky het voorgestel dat denke en taal aanvanklik vir kinders twee aparte funksies is. Dis eers as kinders begin praat, dat taal en denke een funksie word. Wanneer dit gebeur, begin die kind om hardop met die self te

praat (privaatspraak). Vygotsky meen dat hierdie privaatspraak ontwikkel in innerlike gesprek, wat beteken dat die kind in sy verbeelding in gesprek met hom/haarself is. Kinders gee verbaal vir hulself aanduidings hoe om take en aktiwiteite aan te pak en af te handel. Deurdat kinders met hulself praat, leer kinders om hul eie gedrag deur moeilike take en komplekse optrede te rig soos wat volwassenes dit eers vir hulle gedoen het.

- Deur middel van informele gesprekke én formele skoolopleiding dra volwassenes die maniere oor waarop hul eie kultuur die wêreld interpreteer. Die mate waarin kinders aan hul spesifieke unieke kultuur blootgestel word, sal bepaal hoe die kultuur se unieke begrippe, idees en oortuigings deur die kinders van daardie kultuur verstaan word. Vygotsky se teorie impliseer dat daar 'n groter diversiteit in kinders se verstandsonwikkeling sal wees as wat Piaget gemeen het.
- Kinders kan meer gevorderde uitdagende take voltooi as hulle deur meer gevorderde bevoegde individue ondersteun word. Vygotsky beskryf twee tipes vermoëns wat kinders op enige tydstep sal hê: die een is die boonste perk van dit wat hy/sy onafhanklik en op sy eie kan doen (*actual developmental level*) en die ander is die boonste perk (limiet) van dit waarin die leerder in staat is as hy/sy hulp van 'n meer bevoegde individu sou kry (*level of potential development*). Hierdie hulp wat die kind ontvang, word 'steiers' (*scaffolds*) genoem. Om 'n kind se ware verstandsonwikkeling te bepaal, moet die kind se vermoë alleen én met die hulp van 'n meer bevoegde individu, geassesseer word.
- Uitdagende take bevorder die maksimale ontwikkeling van die leerder se verstand. Vygotsky noem dié take wat 'n kind nie alleen nie, maar met die hulp van ander kan doen die sone van nabye ontwikkeling (*zone of proximal development*). Dit sluit in die kind se vermoëns wat slegs begin het om te ontwikkel, soos om te leer en probleme op te los. Hierdie sone van nabye ontwikkeling verander voortdurend. Vygotsky stel verder voor dat dit juis lewensuitdagings is wat voortdurend kognitiewe ontwikkeling stimuleer en teweeg bring.

Vygotsky (1978) se teorie het ook 'n konstruktiewe inslag (Schunk, 2000) omdat die sosiale omgewing as 'n leer- en ontwikkelingsfasiliteerder optree. Die siening van selfregulering as 'n fenomeen is deur Vygotsky se teorie beïnvloed. Om selfregulering te fasiliteer, is metakognitiewe tussengangers soos beplanning, kontrolering en evaluering nodig. Leerders kan op verskillende maniere gehelp word om kognitiewe tussengangers (bv. tekens en simbole) te bekom deur middel van die sosiale omgewing. 'n Algemene toepassing sluit die konsep "leerfasilitering" deur 'onderrigsteiers' (*scaffolding*) in. Dit beteken dat taak elemente wat te moeilik vir die leerder se vermoëns is, gekontroleer word sodat die leerder kan fokus op dit wat hy/sy wel verstaan en kan doen (Schunk, 2000). Alhoewel hierdie siening van leerfasilitering deur middel van steiers nie deel is van Vygotsky se teorie nie, pas dit tog in by die sone van nabye ontwikkeling.

Piaget, Bruner en Vygotsky het elkeen in eie reg 'n bydrae gelewer tot die ontwikkeling van kognitiewe leerteorie, maar ook tot die konstruktivistiese leerteorie, soos telkens aangedui is.

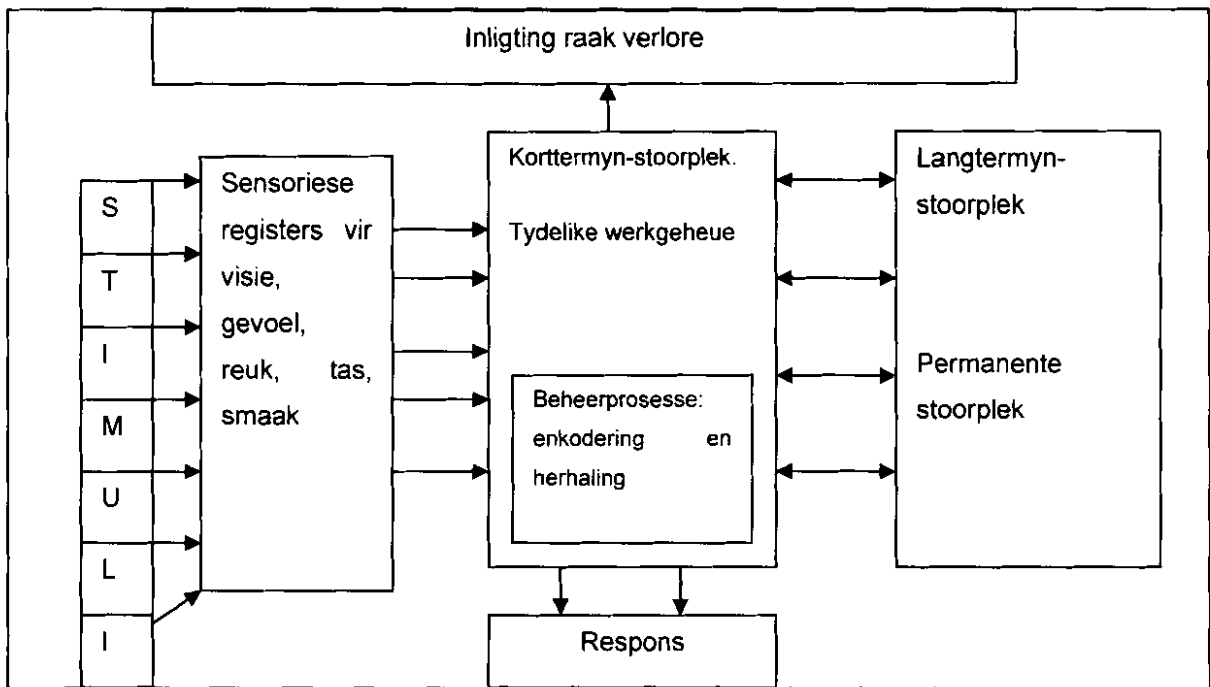
2.4.4 Inligtingverwerkingsteorie

Inligtingverwerkingsteoretici verskil van mekaar wat betref die aspekte van die verstand wat ondersoek en verduidelik moet word (dit is: aandag skenk, waarneming, geheue), asook ten opsigte van die prosesse wat hulle in inligtingverwerking beklemtoon (Louw *et al.*, 1998).

Ormrod (2003) beskryf die drie komponente van die inligtingverwerkingsmodel soos volg:

- (1) Die sensoriese register. Wanneer inligting ontvang word, word dit in die sensoriese register gestoor – min of meer in 'n ongekodeerde oorspronklike vorm. Alles wat 'n mens met sy/haar sintuie kan waarneem, word in die sensoriese register gestoor. Die sensoriese register het 'n groot kapasiteit, maar inligting wat in hierdie register gestoor word, hou nie lank nie (Cowan, 1995; Wingfield & Byrnes, 1981). Visuele inligting hou byvoorbeeld vir minder as 'n sekonde. Om inligting vir langer te bewaar, moet dit geskuif word na die werkende geheue. Inligting wat nie betyds verskuif word nie, gaan verlore. Die leerder moet aandag gee aan dit wat na die werkende geheue verskuif moet word. Dié aandag het weer slegs 'n beperkte kapasiteit – dit hang af of die gebeure al goed geleer (outomaties) is en of dit 'n komplekse gedetailleerde gebeure is (Anderson, 1990; Reisberg, 1997).
- (2) Die korttermynregister (werkende geheue). Die korttermyngeheue stoor die inligting tydelik terwyl dit in die verstand geprosesseer (verwerk) word. Die meeste denke, asook verstandspesesse, vind hier plaas. Hierdie register het 'n beperkte kapasiteit en die tydsduur is ook kort.
- (3) Die langtermynregister. Inligting beweeg heen en weer tussen die korttermynregister en die langtermynregister – om nuwe kennis in die langtermynregister te stoor, vereis dat bestaande kennis uit die langtermynregister gehaal sal word en na die korttermynregister gestuur word. Hier in die korttermyn of werkende register, word verbande tussen ou en nuwe kennis gemaak en dit word dan weer na die langtermynregister toe geneem om daar gestoor te word. Inligting word vir 'n relatiewe lang tyd hier gestoor. Die belangrikste eienskappe van die langtermynregister is dat dit inligting relatief lank stoor, 'n onbeperkte kapasiteit het, en dat dit uit 'n ryk netwerk van verbindings (verbande) bestaan.

Maree (1997) som kontemporêre inligtingverwerkingsteorieë op deur daarop te wys dat innerlike prosesse wat deur eksterne organisering van stimuli beïnvloed word, die aktiwiteite "leer" en "geheue" aan die werk kry. Leerders, met hul eie beskikbare geheue-inhoude, beheer (kontroleer) hierdie prosesse. Atkinson en Shiffrin (1971) se teorie oor die veelvuldige stoorplekmodel van geheue, word vervolgens uitgebeeld.



Figuur 5 Atkinson en Shiffrin se veelvuldige stoorplekmodel van geheue

Bron: Louw *et al.* (1998:86) en Ormrod (2003: 196-200)

Omdat die onderhawige studie vanuit die sosiaal-konstruktivistiese benadering beskou word, word dié teorie in die besonder uitgelig en ondersoek.

2.5 Fokus op sosiale konstruktivisme as die hoof-epistemologiese benadering wat die verskynsel "metakognisie" ten grondslag lê

2.5.1 Definisie van konstruktivisme

Von Glaserfeld (1991:31) definieer konstruktivisme as 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 practice 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.

Daar is volgens Von Glaserfeld (1991) 'n radikale verskil tussen 'n konstruktivistiese benadering tot leer, waar leerstrategieë gerig is op die verstaan van probleme en vakinhoud, en 'n behavioristiese benadering, waar die hoofdoel die repetisie en die indril van vaste patrone of metodes is.

Konstruktivisme is 'n psigologiese en filosofiese perspektief wat onder meer impliseer dat individue die meeste van wat hulle leer en verstaan self konstrueer (Brunning, Schraw, & Ronning, 1995). Dit beklemtoon die interaksies van persone en situasies in die verkryging en verfyning van vaardighede en kennis. Konstruktivisme staan in bepaalde opsigte in sterk kontras tot die behavioristiese sienings

van leer wat die invloed van die omgewing op die leerder beklemtoon, asook die klassieke inligtingverwerkingsteorie wat die lokus van leer in die verstand van die leerder plaas sonder om te veel aandag te gee aan die konteks waarin dit plaasvind. Konstruktivistiese leerteorie stem grotendeels ooreen met die sosiale kognitiewe teorie (Bandura, 1986, 1997) deurdat aangeneem word dat leerders, gedrag en omgewings op 'n wederkerige wyse interaktief is.

Kinders (leerders) en volwassenes verwerf die vermoë om die wêreld en die akademiese vakinhoud te verstaan en logies daarvoor te dink. Net so ontwikkel hul vermoë om ander mense se gedrag en sienings te verstaan en te erken. Wanneer leerders nadink oor die denke, optrede en reaksies van ander mense om hom/haar, raak hulle betrokke by sosiale kognisie (Ormrod, 2003).

2.5.2 Verskillende denkskole in konstruktivisme

Die siening van konstruktivisme kan as verwarrend beleef word wanneer in ag geneem word dat daar verskillende vorms van konstruktivisme in die literatuur beskryf word. Good, Wandersee en St. Julien (1993) noem 15 verskillende byvoeglike naamwoorde wat vooraan konstruktivisme geplaas kan word om die betekenis daarvan te verklaar: kontekstuele, dialektiese, empiriese, humanistiese, inligtingverwerking, metodologiese, matige, 'Piagetian', post-epistemologiese, pragmatiese, radikale, realistiese, sosiale en sosio-historiese. Etlike van hierdie byvoeglike naamwoorde verteenwoordig dieselfde aannames en oorvleuelings, terwyl ander weer verskillende verteenwoordig. Alle vorme van konstruktivisme stem nietemin saam dat kennis deur die individu gekonstrueer word. Daar word soos volg onderskei tussen enkele aksentverskille in die siening van die konsep "konstruktivisme."

Kognitiewe konstruktivisme beklemtoon die akkurate verstandelike konstruksie van die werklikheid.

Radikale konstruktivisme beklemtoon die konstruksie van duidelike ervaringswerklikhede. Dit neem verder aan dat individuele kennis soos 'n stroom is wat voortdurend vloei - met ander woorde, die verstand is betrokke in 'n konstante herevaluering deur aanpassing en ontwikkeling (Ernest, 1996).

Sosiale konstruktivisme beklemtoon weer die konstruksie van 'n werklikheid waarop daar 'sosiaal' ooreengekom is, 'n 'gedeelde' metafoer van kennis (Ernest, 1996). Die klem op sosiale interaksie in 'wederkerige' (*reciprocal*) leerfasilitering beklemtoon die sosiale invloede in Vygotsky se teorie (Schunk, 2000). 'n Ander beginsel wat in sosiale konstruktivisme gebruik word in die fasilitering van leer (onderrig) is onderrigsteiers⁵ (*instructional scaffolding*) deur elemente te kontroleer in take wat te moeilik vir leerders is om alleen uit te voer.

Schunk (2000) onderskei slegs tussen die volgende drie tipes konstruktivisme:

⁵ Kyk: Hoofstuk 2, 2.4.3.3 vir die verduideliking van onderrigsteiers.

- (1) *Eksogene konstruktiewisme*: Die verkryging van kennis stel 'n rekonstruksie van die eksterne wêreld voor. Die wêreld beïnvloed oortuigings deur ervarings, blootstelling aan modelle en onderrig. Kennis is akkuraat in die mate dat dit die eksterne wêreld reflekteer.
- (2) *Endogene konstruktiewisme*: Kennis ontstaan uit bestaande kennis en nie direk uit interaksie met die omgewing nie. Kennis is nie 'n spieëlbeeld van die eksterne wêreld nie, maar word eerder deur kognitiewe abstraksie ontwikkel.
- (3) *Dialektiese konstruktiewisme*: Kennis ontstaan uit interaksie tussen persone en hul omgewings. Konstruksies kan nie totaal aan die eksterne wêreld verbind word nie, maar ook nie totaal aan die werking van die verstand nie. Kennis reflekteer eerder die uitkoms van teenstrydighede in die verstand wat 'n gevolg is van die mens se interaksie met sy/haar omgewing.

Omdat hierdie studie vanuit die **sosiaal**-konstruktiewistiese benadering beskou word, is dit ook nodig om die sosiale leerteorie volgens Bandura uit te lig.

2.5.3 Sosiale leerteorie

Bandura (1986), wat algemeen beskou word as sosiale leerteoretikus, het aangetoon dat gedrag deur waarneming aangeleer kan word (Meyer, Moore, & Viljoen, 1988). Modelling (of waarnemingsleer) kan volgens Bandura (1986) slegs verklaar word as aanvaar word dat bepaalde verstandsprosesse in die leerder self plaasvind. Die leerder behoort onder meer in staat te wees om die gedrag van 'n bepaalde model simbolies te verwerk en dit dan oor te dra na latere situasies waar dit nageboots kan word (Louw *et al.*, 1998). Bandura het die volgende vier elemente, wat kan help om te verstaan hoe sosiale leer plaasvind, in sy sosiale leerproses geïdentifiseer:

Aandag gee aan en waarneming van die relevante aspekte van ander se gedrag

Herinneringe aan die gedrag, in woorde en/of in verbeeldingsvoorstellings

Oorskakeling van die gedrag uit die geheue na optrede

Motivering om die waargenome gedrag uit te voer (Louw & Edwards, 2003:251).

Cobb, Wood, Yackel en Perlwitz (1992:67-92) meen dat sosiale interaksie beduidend belangrik is wanneer wiskunde geleer word. Dié outeurs verduidelik hul siening in hierdie verband soos volg:

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.

Selman (1980) onderskei vyf vlakke waardeur 'n leerder se sosiale perspektiewe ontwikkel. Dié ontwikkeling word vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 5 Die ontwikkeling van 'n persoon se sosiale perspektiewe

Viak	Skoolfase	Beskrywing
Viak 0: Egosentriese perspektief	Voorskools tot grondslagfase	Leerders kan nie iemand anders se siening insien nie. Hulle beseef nie dat ander se gedagtes en gevoelens van hulle s'n verskil nie.
Viak 1: Subjektiewe perspektief	Meeste grondslagfase en (middel) intermediêre fase	Leerders beseef dat ander mense se gedagtes en gevoelens van hulle s'n verskil, maar sien dit hoofsaaklik op 'n eenvoudige een-dimensionele wyse in.
Viak 2: Tweede persoon, omgekeerde perspektief (<i>reciprocal</i>)	Meeste leerders in hoër intermediêre grade	Leerders beseef dat ander mense soms gemengde en moontlike teenstrydige gevoelens oor 'n situasie ervaar. Leerders beseef ook dat ander se optrede nie noodwendig hul gevoelens reflekteer nie en dat mense soms dinge doen wat hulle nie bedoel het om te doen nie.
Viak 3: Derde persoon, wedersydse perspektief	Baie leerders in die laer intermediêre en senior fases	Leerders sien hul eie en ander se sienings in en kan ook 'n standpunt buite die twee persone se verhouding inneem. Hulle kan nou die behoefte waardeer om die self, asook ander tevrede te stel en kan daarom samewerking, kompromieë en vertroue insien en waardeer.
Viak 4: Gemeenskaps-simboliese perspektief	Sommige senior fase- en Grade 10- tot 12-leerders	Leerders beseef dat mense 'n produk van hul omgewing is – dat gebeurde in die verlede én huidige omstandighede 'n bydrae lewer tot die vestiging van persoonlikheid en gedrag. Hulle begin selfs agterkom dat mense nie altyd bewus is waarom hulle doen wat hulle doen nie.

Bron: Saamgestel uit Selman (1980)

2.5.4 Die verband tussen leer en konstruktiewisme

Die konstruktiewe leerteorie is leerdergerig. Dit beklemtoon die leerder se individuele siening van die werklikheid en hoe hy/sy die werklikheid op idiosinkratiese wyse interpreteer (Schoenfeld, 1992). Leerfasiliteerders dra nie die kennis aan leerders oor nie, maar fokus eerder op die verstaan van die leerder se idees om hulle so te help om wiskundige idees te konstrueer of te herkonstrueer. Hatano (1996) hou vol dat leerders wat wiskundige kennis op hul eie konstrueer, uitgeken word aan proseduurmatige foute en wanbegrippe. Hy beweer verder dat wanbegrippe ontwikkel uit leerders se pogings om nuwe idees by bestaande, maar teenstrydige, kognitiewe strukture in te pas. Wanbegrippe ontstaan wanneer 'n leerder probeer om sy/haar beperkte ervarings te verstaan. Schoenfeld (1992) verduidelik hoe leer 'n totale konteks – wat uit verskillende legkaartstukke bestaan – betrek. Hy verklaar ook dat navorsers nog glad nie verstaan hoe hierdie dele gekonstrueer is of met mekaar verbind is nie. Borasi (1996) het wiskundeleer in konstruktiewe onderrigomgewings ondersoek en bevind dat leerders met verskillende vermoëns en agtergronde bemaagtig is om wiskundige verbande te maak.

2.5.4.1 Aspekte van konstruktiewisme

Die begrippe *construct* of “konstrueer” en *instruct* of “onderrig” wat deurentyd met konstruktiewisme verbind word, word vervolgens gelys en verduidelik:

Tabel 6 Die begrippe *instruct* of “onderrig” en *construct* of “konstrueer”

Outeur, datum	Begrip	Verduideliking
Crowther (1995: 247), Thompson (1995: 286)	<i>construct</i>	<i>to put or fit together</i>
Woolf, (1977: 599)	<i>forming a construct</i>	<i>mentally assembling and integrating sense-data</i>
Odendal <i>et al.</i> (1983:599)	konstrueer	saamstel, uit gegewens, reëls aflei
Crowther (1995: 619)	<i>instruct</i>	<i>to teach somebody a skill</i>
Woolf (1977: 599)	<i>instruct</i>	<i>to give information</i>
Odendal <i>et al.</i> (1983:760)	onderrig	leer, onderwys; voorlig, op die hoogte bring
In die algemeen:	<i>instructivism</i>	<i>teacher centred</i>
	<i>constructivism</i>	<i>learner centred</i>

2.5.4.2 Leerteorie en leerfasilitering

Ertmer en Newby (1993) wys daarop dat leerteorieë leerfasiliteringsontwerpe voorsien wat erkende leerfasiliteringstrategieë en -tegnieke insluit wat die leerfasiliteerder se keuse van leerfasiliteringstrategieë vergemaklik.

In aansluiting hierby kan navorsers nie die ervaring van wiskundeleerfasiliteerders, wat deur hul jare lange ervaring in die klaskamer 'n enorme hoeveelheid kennis oor wiskundeleer geakkumuleer het, ontken nie (Cross, & Steadman, 1996). As navorsers van die onderhawige studie stem ek saam met Cross en Steadman (1996) dat relevante leerteorieë in die praktyk aan die ervarings van bekwame leerfasiliteerders gekoppel moet word. Daarmee word nie uitgesluit dat wiskundeleerfasiliteerders voortdurend moet reflekteer oor hul eie leerfasilitering (onderrig en leer) nie en dat hulle doelbewus op hoogte moet bly van die nuutste ontwikkelings wat relevant is vir leerfasilitering in wiskunde.

2.5.4.3 Enkele aspekte van konstruktivistiese leerfasilitering in wiskunde

Die konstruktivistiese benadering tot leerfasilitering neig om op meer leerdergerigte omgewings te fokus. Dié benadering voorsien aktiwiteite wat kennis-konstruksie fasiliteer en wat leer genereer (Baylor, 2002). Driscoll (2000) onderskei vyf eienskappe van konstruktivistiese leerfasilitering. Dit sluit die volgende in:

- leer vind plaas in komplekse en realistiese omgewings
- voorsiening word gemaak vir sosiale onderhandelings
- verskeie perspektiewe word ondersteun en voorstellings word op verskeie wyses aanvaar
- leerders word aangemoedig om eienaarskap (verantwoordelikheid) van sy/haar leer te neem
- leerders se aandag word op hul bewuswees van die proses van kennis-konstruksie gefokus.

2.5.4.4 Die doel van leerfasilitering in wiskunde

Grossnickle, Reckzeh, Perry en Ganoe (1983) dui aan dat leerfasilitering in wiskunde sedert die tagtigerjare veral deur die volgende aspekte gekenmerk word:

- (1) Leerfasiliteerders en ander rolspelers (soos outeurs van wiskunde-handboeke) is nie net veronderstel om die inhoud van die vak te ken en te verstaan nie, hulle moet ook die leerders verstaan, en die wyse waarop leerders wiskunde verstaan en leer. Hulle moet dus vertrou wees met psigologiese beginsels en in staat wees om dit toe te pas op die vlak van die wiskunde wat by die leerders se verstandsonwikkeling pas.
 - (2) Probleemoplossingstrategieë behoort voorrang te geniet.
 - (3) Duidelik gedefinieerde doelwitte is die basis van 'n volledig gebalanseerde benadering tot die leer van wiskunde.
- Die vermoë om kwantitatief oor probleemoplossing-situasies te dink, moet verwerf word.

- 'n Funksionele kennis van taal en die struktuur van wiskunde – wat die volgende insluit: die vermoë om te skat, om te oordeel of die antwoorde vir probleme aanvaarbaar is al dan nie, notasies van wiskunde, woorde wat in die werklike lewe ander betekenis as in wiskunde het, ensovoorts.
- 'n Sensitiwiteit vir 'n wye verskeidenheid kwantitatiewe situasies in die gemeenskap, asook om wiskunde in alledaagse situasies te kan toepas.
- 'n Intelligente beheersing van rekenvaardighede en -vermoëns. Die leerder moet dus insig toon in die redes waarom sekere meganiese funksies juis op dié manier gehanteer word.
- Die leerder moet die nut (belang) van wiskunde in die 21ste eeu kan evalueer.
- Die leerder moet verkieslik 'n positiewe houding teenoor die leer van wiskunde toon.

Die konstruktivistiese benadering tot leer en leerfasilitering sowel as metakognisie, het gegroei vanuit die sosiaal-**kognitiewe** leerteorieë en daarom is dit belangrik om dit in ag te neem in die onderhawige studie.

2.5.4.5 Konstruktivisme se kognitiewe oorsprong

Waar persone wat 'n behavioristiese leerteoretiese siening vooropstel hoofsaaklik op die **uitkoms** van leer fokus, fokus die kognitiewe leerteoretici veral op die **leerproses**. Kognitiewe leerteorieë beklemtoon die verantwoordelikheid wat die leerder vir sy/haar eie verstaan neem, deur onder meer aktief betekenis te konstrueer (Cross & Steadman, 1996).

Shuell (1986) definieer leer vanuit 'n kognitiewe perspektief as 'n volgehoue veranderingswyse in gedrag of in die vermoë om op 'n bepaalde veranderingswyse te reageer op grond van oefening of ander vorms van ervaring. Leer is dus afeibaar – dit word nie regstreeks waargeneem nie, maar wel die uitkomst daarvan.

Kognitiewe perspektiewe handhaaf die volgende aannames oor leer (Tabel 7) en leerfasilitering (Tabel 8) wat implikasies het vir leerfasilitering (Ormrod: 2003).

Tabel 7 Basiese aannames van kognitiewe psigologie oor leer en implikasies vir leerfasilitering

Aanname	Implikasies vir leerfasilitering	Voorbeeld
Invloed van die kognitiewe proses	Moedig leerders aan om aan vakinhoud te dink op 'n manier wat hulle sal help om dit beter te onthou.	Laat leerders voorbeelde van plekke waar ewewydige lyne in die werklike lewe gevind word, noem wanneer die begrip ingevoer word.
Seleksie van wat geleer word	Help leerders om die belangrikste aspekte van dit wat geleer moet word, te identifiseer.	Verskaf aan leerders voorbeelde van probleme wat opgelos moet word. Gee ook probleme waar die geleerde inligting toegepas word.
Konstruksie van betekenis	Voorsien ervarings waaruit die leerders dit wat hulle moet leer, kan verstaan (konstrueer).	Laat leerders hul oplossing(s) van probleme verduidelik en verdedig.
Rol van vorige kennis en oortuigings	Verbind nuwe idees met dit wat die leerders reeds oor die wêreld weet en glo.	Wanneer gelykvormigheid in Euklidiese meetkunde ingevoer word, verbind dit met verhoudings/breuke wat reeds bekend is.
Aktiewe betrokkenheid by leer	Beplan klaskameraktiwiteite wat leerders aktief laat nadink oor dit wat hulle in 'n bepaalde leerarea geleer het.	Stel 'n probleem waar persoonlike oplossing(s) van leerders verwag word, soos wanneer verteëlings (tesselasies) gedoen word en laat leerders hul eie teël-ontwerpe skep.

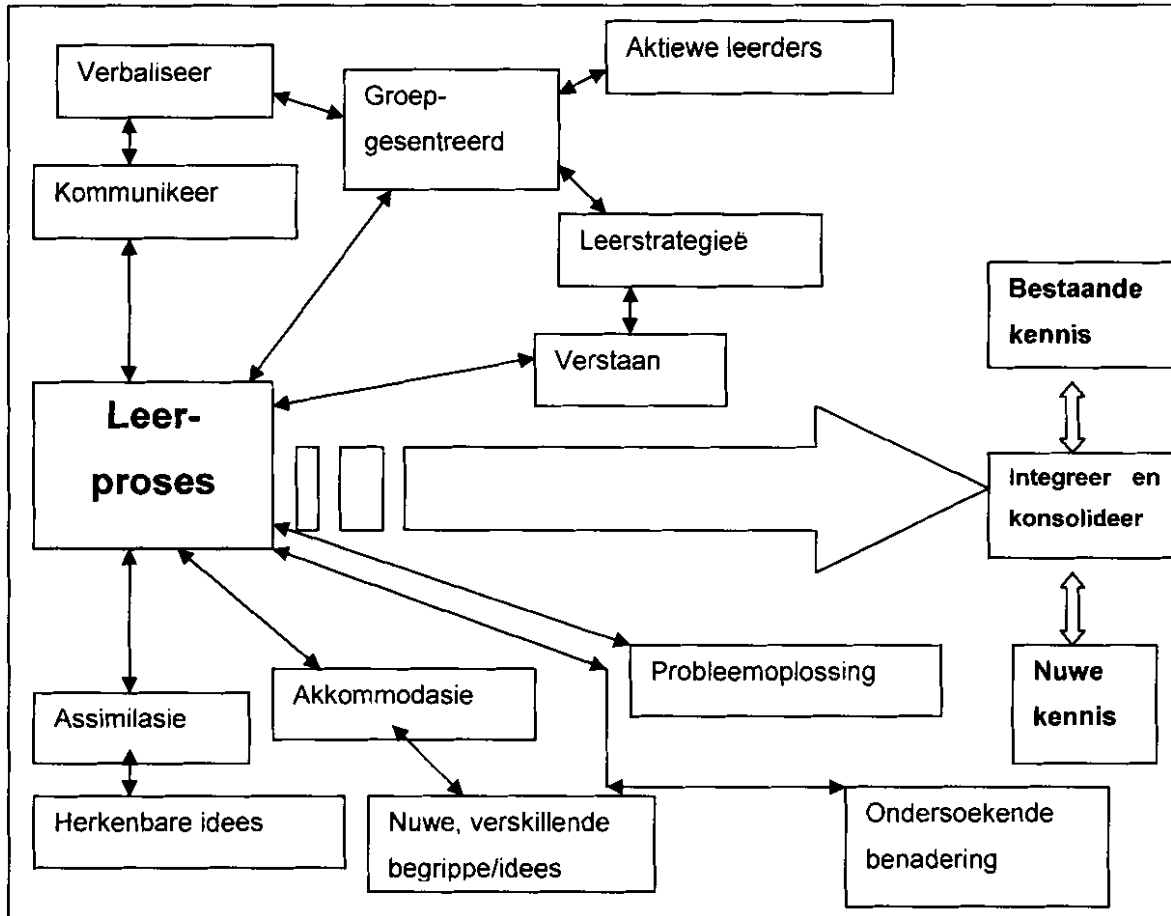
Bron: Saamgestel uit Ormrod (2003)

Tabel 8 Basiese aannames van sosiaal-kognitiewe teorieë en implikasies vir leerfasilitering

Aanname	Implikasie vir leerfasilitering	Wiskunde-voorbeelde (soos deur navorser gegee)
Leer deur waarneming	Help leerders om nuwe gedrag vinniger aan te leer deur dié gedrag self te modelleer.	Wees self 'n probleemoplosser en dink hardop om denke te modelleer.
Leer as 'n innerlike proses wat in gedrag gereflekteer kan word, al dan nie	Neem in ag dat leer nie altyd onmiddellik plaasvind nie, en dat dit eers later in leerders se gedrag gereflekteer kan word.	Onthou dat nie alle leerders ewe vinnig leer nie en dat sommige leerders langer tyd nodig het om sekere nuwe konsepte met gemak toe te pas.
Doelgerigte gedrag	Moedig leerders aan om vir hulself doelwitte te stel – uitdagend dog bereikbaar.	Wanneer nuwe werk bekend gestel word, laat leerders vir hulself doelwitte stel om dit te bereik.
Selfgereguleerde gedrag	Leer vir die leerders strategieë wat hulle kan gebruik om effektief te werk en toepaslik op te tree.	Leer leerders om byvoorbeeld opsommings of breinkaarte te maak ten einde die geheelbeeld te kry van die werk wat geleer moet word.
Indirekte invloed van versterkings en straf	Maak seker dat die opvoeder se reaksie op leerders se gedrag die regte boodskap oordra en aandui wat aanvaarbaar is en wat nie.	Moedig leerders aan om wiskundige terme te gebruik wanneer hulle vrae vra en verduidelik en hul eie metode verdedig.

Bron: Saamgestel uit Ormrod (2003)

Maree (1997) beskryf enkele moontlike aspekte wat verreken behoort te word in wiskundeleerfasilitering. Die interaksie tussen die konstrunkte kan soos volg voorgestel word:



Figuur 6 Enkele moontlike aspekte wat konstruktivisme beskryf en wat verreken behoort te word tydens wiskunde-onderrig

Bron: Saamgestel uit Maree (1997)

2.5.4.6 Behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings onderskeidelik van leer en leerfasilitering

Verskillende leerteorieë se sienings van leer en leerfasilitering het oor dekades ontwikkel. Om die ontwikkeling van leerteorieë se sienings van leer en leerfasilitering beter te verstaan, word sekere aspekte van die behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings van leer (Tabel 9) en leerfasilitering (Tabel 10) vervolgens in tabelvorm weergegee.

Tabel 9 Voorstelling van behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings van leer

Aspekte van die leerteorie	Behavioristiese leerteorie	Kognitiewe leerteorie	Konstruktivistiese leerteorie
Hoe vind leer plaas?	<ul style="list-style-type: none"> *Leer is 'n verandering in die gereedheid of vorm van sigbare gedrag *Leer volg op 'n spesifieke omgewing-stimulus *Die primêre saak is hoe die assosiasie tussen die stimulus en respons gemaak, versterk of behou word *Response wat gevolg word deur versterking, sal in die toekoms weer voorkom. 	<ul style="list-style-type: none"> *Leer is losstaande veranderinge tussen "toestande" van kennis, eerder as 'n moontlikheid van reaksies *Die verkryging van kennis is 'n verstandsaktiwiteit wat interne kodering en strukturering deur die leerder vereis *Die klem word gelê op wat die leerder weet en hoe die leerder dit te wete gekom het *Hoe is inligting deur die verstand ontvang, georganiseer, gestoor en herwin? 	<ul style="list-style-type: none"> *Leer is die skep van betekenis uit ervarings *Die individuele verstand filtreer die inligting wat vanuit die wêreld inkom om sy/haar eie werklikheid te skep *Leerders bou persoonlike interpretasies van die wêreld gebaseer op individuele ervarings en interaksies.
Watter faktore beïnvloed leer?	<ul style="list-style-type: none"> *Omgewingstoestande *Die rangskikking van stimuli en die gevolge daarvan in die omgewing *Waar presies moet met onderrig begin word, en watter versterkers die effektiwiefste is. 	<ul style="list-style-type: none"> *Omgewingstoestande soos verduidelikings, demonstrasies, voorbeelde, nie-voorbeelde, oefening en terugvoer is belangrik *Daar word gefokus op verstandsaktiwiteite wat lei tot 'n reaksie *Erken die verstandsprosesse soos beplanning, doelwitstelling, en die organiseer van strategieë. 	<ul style="list-style-type: none"> *Beide die leerder en omgewingsfaktore is interaktief om kennis te konstrueer *Konteks is belangrik. Inhoudskennis moet in die situasie/konteks waar dit gebruik word, verkry word *Dit is belangrik dat leer in realistiese omgewings voorkom en dat take gekies word wat relevant is vir leerders se ervarings *Leer moet aktiwiteit, konsep en kultuur insluit.

Tabel 9 Voorstelling van behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings van leer (vervolg)

Aspekte van die leerteorie	Behavioristiese leerteorie	Kognitiewe leerteorie	Konstruktivistiese leerteorie
Wat is die rol van die geheue?	<p>*Word nie gehanteer nie</p> <p>*Vergeet kom voor omdat die reaksies nie met verloop van tyd gebruik/geoefen word nie.</p>	<p>*Leer kom voor wanneer inligting in die geheue gestoor en betekenisvol georganiseer is</p> <p>*Strategieë soos gevorderde wyses om te organiseer, analogieë, hiërargiese verbande en matrikse word gebruik</p> <p>*Vergeet word veroorsaak deur die onvermoë om kennis vanuit die geheue te herwin.</p>	<p>*Geheue is deurentyd onder konstruksie as gevolg van die kumulatiewe geskiedenis van interaksies</p> <p>*Die klem is op die buigbare gebruik van bestaande kennis eerder as die herroep van 'voorafverpakte' skemas</p> <p>*Leeders skep nuwe en konteks-spesifieke verstaan deur vorige kennis vanuit diverse bronne te versamel sodat dit toepaslik is vir die probleem wat opgelos moet word.</p>
Hoe vind oordrag van leer plaas?	<p>*Oordrag is die gevolg van veralgemening</p> <p>*Situasies wat identiese of soortgelyke eienskappe het, laat toe dat gedrag oor dieselfde elemente oorgedra word.</p>	<p>*Oordrag is 'n funksie van hoe inligting in die geheue gestoor word. As 'n leerder verstaan hoe om kennis in verskillende kontekste toe te pas, het oordrag voorgekom</p> <p>*Nie net kennis word in die geheue gestoor nie, maar ook die gebruik van dié kennis (voorwaardelike kennis).</p>	<p>*Oordrag word gefasiliteer deur betrokkenheid in outentieke take wat in betekenisvolle kontekste geanker is</p> <p>*Verstaan word deur ervaring aangedui en outentieke ervarings is belangrik vir die vermoë om idees toe te pas en te gebruik</p> <p>*Toepaslike en effektiewe gebruik word verkry wanneer leerders betrek word in die gebruik van die gereedskap (kennis) in die werklike lewe.</p>

Tabel 9 Voorstelling van behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings van leer (vervolg)

Aspekte van die leerteorie	Behavioristiese leerteorie	Kognitiewe leerteorie	Konstruktivistiese leerteorie
Watter tipes leer word die beste verduidelik deur hierdie leerteorie?	*Strategie vir die bou en versterking van stimulus-respons assosiasies word voorgeskryf (oefening, leidrade, versterking) *Fasiliteer die leer van uitkomste soos onderskeidings, vergemennings, assosiasies en ry (volgorde) *Verduidelik nie die verkryging van vaardighede op 'n hoër vlak, of dieper prosessering van kennis nie.	*Komplekse tipes leer soos beredenering, probleemoplossing en inligtingverwerking.	*Gevorderde kennisverkryging in doelbewus vaaggedefinieerde situasies.

Bron: Saamgestel uit Ertmer en Newby (1993)

Tabel 10 Voorstelling van behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings rakende leerfasilitering

Aspek van leerteorie	Behaviorisme	Kognitiwisme	Konstruktiwisme
Watter basiese aannames of beginsels is relevant vir die ontwerp van onderrig of leerfasilitering?	<ul style="list-style-type: none"> *Klem lê op waarneembare en meetbare uitkomst (gedrag, taak-analise, kriteriumgerigte assessering) *Voorafassessering van leerder om vas te stel waar om met onderrig te begin (analise van leerder) *Bemeester eenvoudige stappe voordat meer komplekse vlakke aangepak word (bemeesteringsleer, onderrig van maklik na moeilik georden) *Gebruik versterking (belonings, terugvoer) *Gebruik leidrade, oefening en vorming om 'n sterk stimulus-reaksieassosiasie te verseker (oefeninge georden van maklik na moeilik, aansporing). 	<ul style="list-style-type: none"> *Gebruik terugvoer om akkurate verbande in die verstand te rig en te ondersteun *Analiseer leerder se leertegnieke/-strategieë deur (verstand-) struktuur vas te stel sodat assimilasië makliker gefasiliteer kan word *Aktiewe betrokkenheid van die leerder (leerder kontroleer self, metakognisie) *Hiërargiese analise om voorvereiste verbande te bepaal (kognitiewe taak-analise) *Struktureer, organiseer en orden inligting om optimale prosessering te verseker (kognitiewe strategieë soos om die hoofpunte vas te stel, opsommings te maak, en gevorderde organisering van inligting te gebruik) *Moedig verbande met bestaande kennis aan (herroep voorvereiste vaardighede, gebruik voorbeelde en analogieë). 	<ul style="list-style-type: none"> *Bring leer in verband met betekenisvolle kontekste waarin vaardighede aangeleer en toegepas moet word *Leerder kontroleer en manipuleer inligting *Stel inligting in 'n verskeidenheid vorme/wyses voor (kognitiewe buigbaarheid) *Ondersteun probleemoplossing wat leerders toelaat om verder as die gegewe inligting te werk *Kognitiewe vakmanskap, leer deur samewerking, kognitiewe buigbaarheid, sosiale onderhandelinge.
Hoe behoort fasilitering van leer (onderrig) gestruktureer te word?	<ul style="list-style-type: none"> *Voorstelling van betrokke stimuli en voorsiening van geleenthede waar die leerder kan oefen om die verwagte respons te gee *Gebruik leidrade om die reaksie aan te moedig *Gebruik versterking om die assosiasie te versterk. 	<ul style="list-style-type: none"> *Maak kennis betekenisvol en help leerders om nuwe inligting te organiseer en met bestaande kennis in die geheue te verbind. 	<ul style="list-style-type: none"> *Modelleer konstruksie van kennis, bevorder samewerking met ander leerders of leerfasiliteerder, ontwerp outentieke leeromgewings.

Tabel 10 Voorstelling van behavioristiese, kognitiewe en konstruktivistiese sienings rakende leerfasilitering (vervolg)

Aspek van leerteorie	Behaviorisme	Kognitiewisme	Konstruktiewisme
Rol van die leerfasiliteerder (onderwyser)	<ul style="list-style-type: none"> *Bepaal die leidraad wat die respons kan aandui *Orden aanmoedigings om by stimulus te pas *Orden omgewingstoestande só dat leerders korrekte reaksies kan gee en versterk kan word. 	<ul style="list-style-type: none"> *Erken dat vorige kennis leeruitkomste kan beïnvloed *Bepaal die effektiefste wyse om inligting te organiseer om op vorige kennis te bou *Orden oefeninge en terugvoer om assimilasië en akkommodasië van nuwe inligting te vergemaklik. 	<ul style="list-style-type: none"> *Onderrig/begelei leerder oor hoe om betekenis te konstrueer, effektief te monitor, te evalueer en hul eie konstruksies op datum te hou *Rig en ontwerp ervarings vir leerders só dat outentieke, relevante kontekste ervaar kan word.
Doel van leerfasilitering (onderrig)	<ul style="list-style-type: none"> *Om inligting op die effektiefste wyse te kommunikeer of aan leerders oor te dra *Tegniese van vereenvoudiging (reduksie) en standaardisering word gebruik *Kennis word geanaliseer, in stukke gebreek en word vereenvoudig tot basiese boublokke *Beklemtoon ontwerp van omgewingstoestande wat bevorderlik is vir optimale leer. 	<ul style="list-style-type: none"> * Beklemtoon effektiewe prosesseringstrategieë. 	

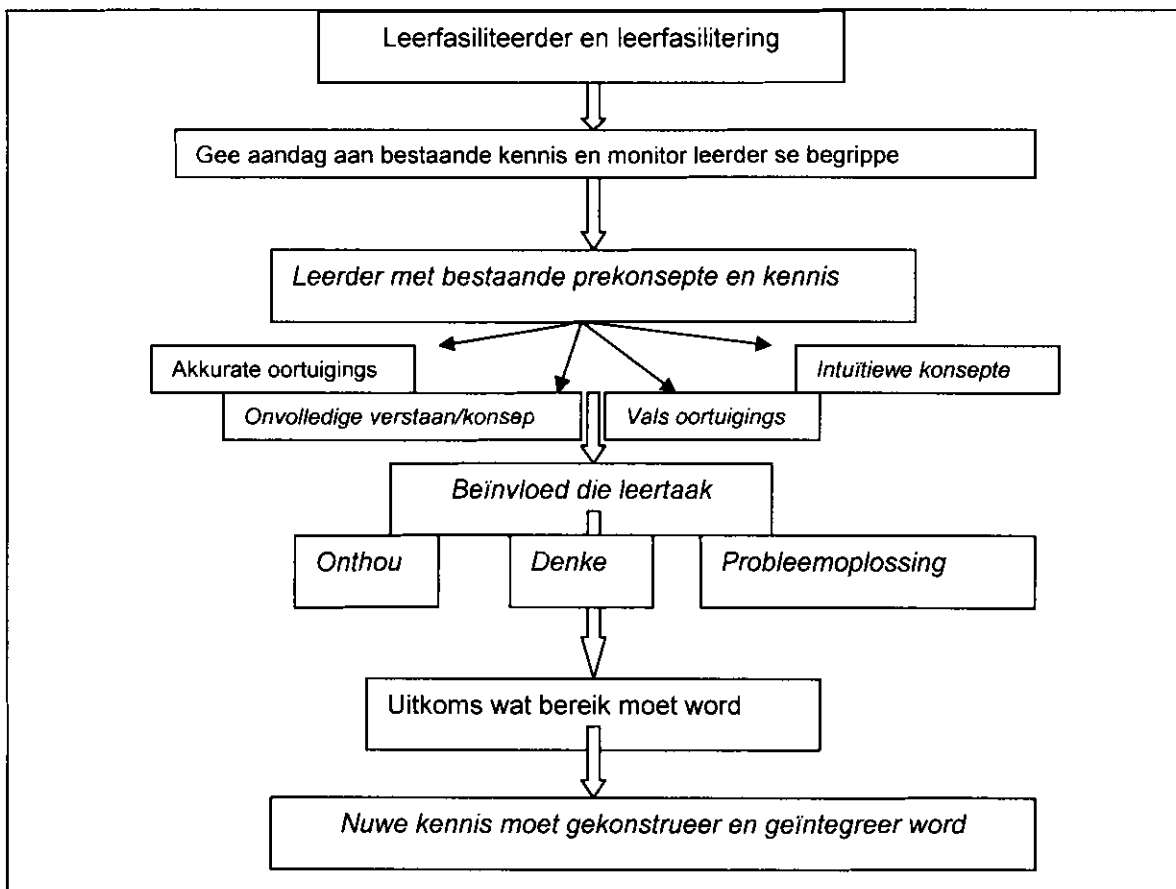
Bron: Saamgestel uit Ertmer en Newby (1993)

Ek fokus vervolgens op meer verwante, onlangse sienings van leer, leerders, leerfasilitering en leerfasiliteerders.

2.5.5 Meer onlangse sienings van leer, leerders, leerfasilitering en leerfasiliteerders

Bransford *et al.* (2003) lig in hul samevatting van onlangse navorsingsbevindings oor leer, leerders, leerfasiliteerders en leerfasilitering (onderrig) veral drie bevindings uit wat vervolgens kortliks verduidelik en skematies voorgestel word.

(i) Leerfasiliteerders behoort leerders se bestaande konsepte (verstaan van hoe die wêreld werk) in ag te neem, want as hierdie verstaan nie betrokke is by hul leer nie, gaan hulle nie verstaan nie en gaan nuwe inligting wat bekom word, slegs vir doeleindes van toetse geleer en dan weer vergeet word (Bransford *et al.*, 2003). Hierdie siening kan soos volg skematies voorgestel word:

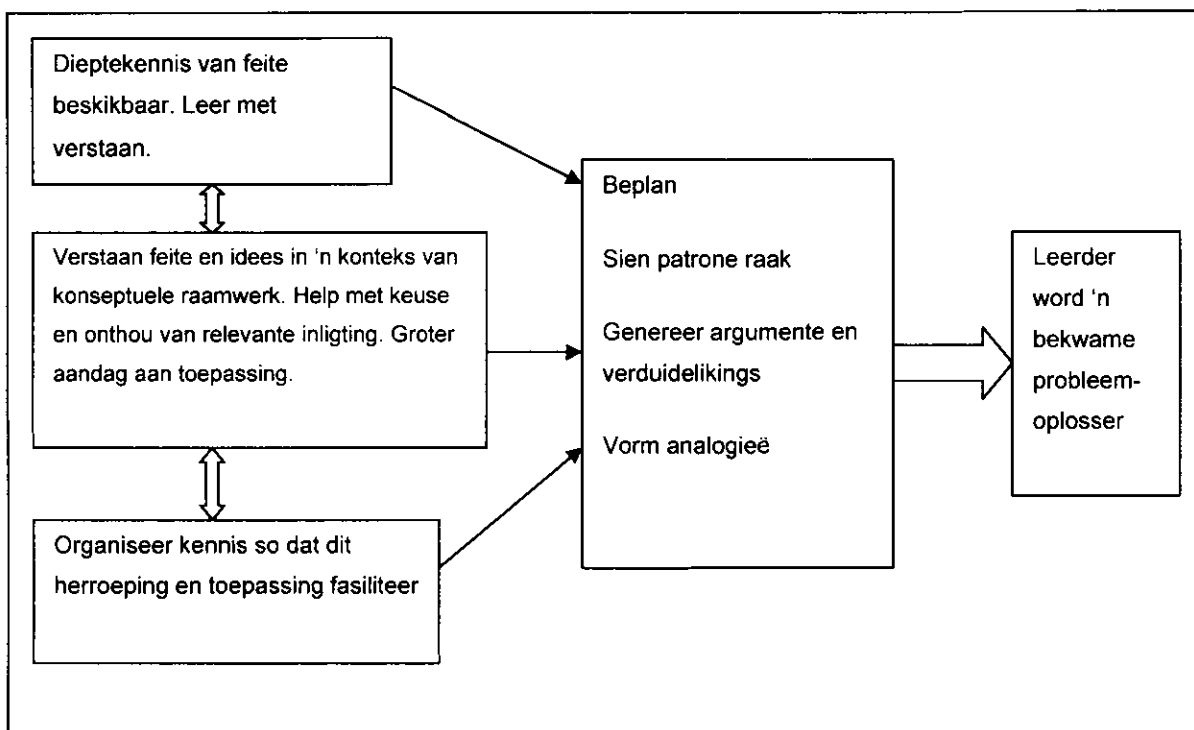


Figuur 7 Leer, leerder, leerfasilitering en leeruitkomste

Bron: Saamgestel uit Bransford *et al.* (2003: 14-16, 19)

(ii) Wanneer van leerders verwag word om bevoegdheid oor 'n aspek van die leerinhoud te bemeester, moet ingedagte gehou word dat hulle 'n grondige feitekennis van die inhoud van die leerarea benodig, dat hulle die feite en idees in die konteks van 'n konseptuele raamwerk behoort te

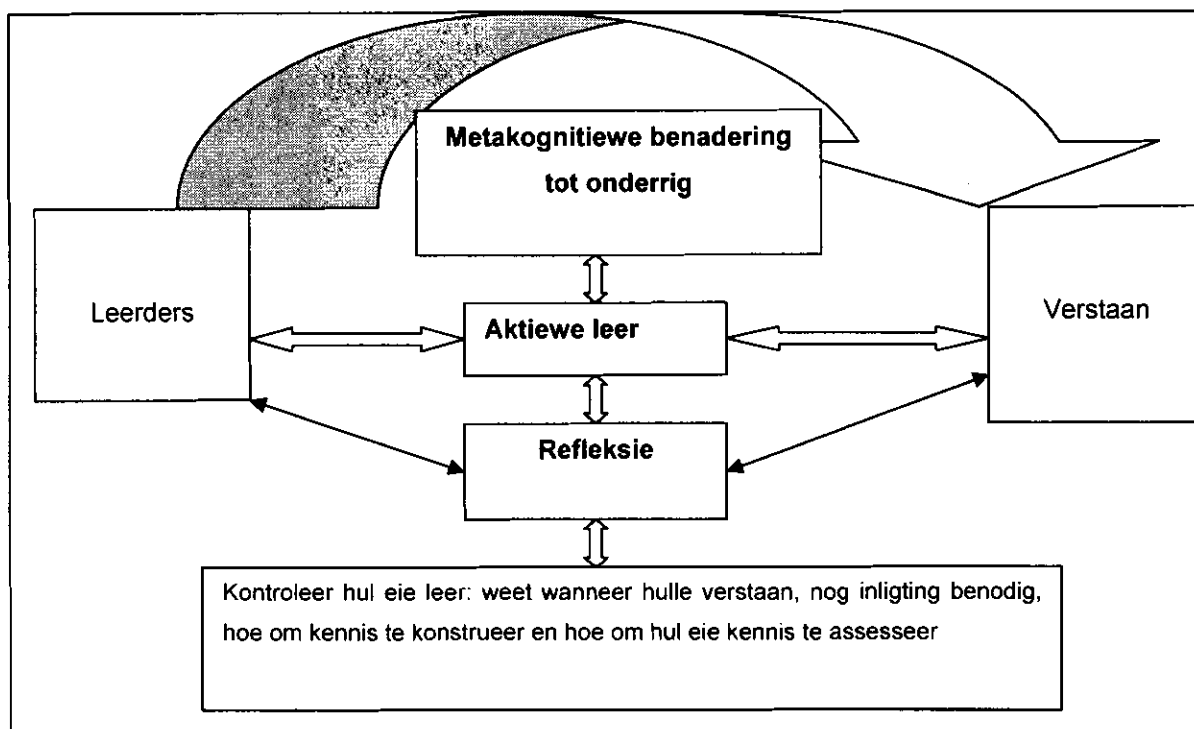
verstaan en dat hulle hul kennis op maniere behoort te organiseer wat herwinning en toepassing fasiliteer (Bransford *et al.*, 2003). Hierdie bevinding kan soos volg skematies voorgestel word:



Figuur 8 Die leerder as bekwame probleemoplosser

Bron: Saamgestel uit Bransford *et al.* (2003: 16-17, 20)

(iii) 'n Metakognitiewe benadering tot leerfasilitering help leerders om verantwoordelikheid vir hul eie leer te neem deur leerdoelwitte te stel en om hul vordering in die bereiking van hierdie doelwitte te monitor (Bransford *et al.*, 2003). Hierdie bevinding word vervolgens soos volg voorgestel:



Figuur 9 Metakognitiewe benadering tot aktiewe leer

Bron: Saamgestel uit Bransford *et al.* (2003: 18, 21)

Bogenoemde drie bevindings het bepaalde implikasies vir die klaskameromgewing en ek fokus vervolgens op enkele van hierdie implikasies.

2.5.6 Klaskamer-omgewings wat bevorderlik is vir konstruktivistiese leer

Die wiskundeleerfasiliteerder wat 'n konstruktivistiese leerbenadering volg, skep gewoonlik 'n klaskameromgewing wat onder meer vir die volgende belangrike aspekte voorsiening maak:

- deeglike verrekening van leerders en hul huidige kennis- en vaardigheidsvlak, asook hul houding teenoor wiskunde
- die daarstel van 'n leeromgewing wat bevorderlik is vir konstruktivistiese wyses van kennisverkryging
- formatiewe assessering (monitering, evaluering, beplanning en refleksie)
- 'n konstruktivisties-gerigte klaskamergemeenskap (Bransford *et al.*, 2003).

Outeurs benadruk dit herhaaldelik dat wiskundeleerfasiliteerders koöperatiewe leerstrategieë behoort te implementeer wat wiskundeleerders die geleentheid behoort te bied om aktief deel te neem aan die ontdekking van wiskunde en die konstruksie van hul eie kennis (Johnson & Johnson, 1989; Johnson,

Johnson, & Smith, 1991; King, 1993). Dit is dus nodig om in dié stadium kortliks op hierdie aspek te fokus.

2.5.7 Koöperatiewe, konstruktivistiese leer en metakognisie

Die koöperatiewe leerproses is 'n samewerking tussen die leerfasiliteerder en leerders en leerders onderling, waartydens die leerfasiliteerder aktiewe leerstrategieë implementeer wat daarop gerig is om leerders se bevoegdheids- en kritiese denke te ontwikkel (Henderson, 1996; King, 1993).

Wanneer leerders in 'n groep saamwerk om wiskunde probleme op te los, word van hulle verwag om mekaar aan te moedig om nie slegs te leer nie, maar inderdaad ook (mede-) verantwoordelikheid vir mekaar se verstaan te aanvaar (ten einde te probeer sorg dat alle deelnemers die gestelde uitkomst optimaal bereik) (Cohen, 1994; Johnson, Johnson, & Johnson-Holubec, 1993). Doelmatige oplos van ingewikkelde wiskunde probleme in groepverband stel die eis van metakognitiewe denke wat daarop gemik is om sowel taak- as groepvaardighede te optimaliseer (Dishon & O'Leary, 1984; Johnson & Johnson, 1993). Genoeg tyd behoort toegelaat te word waartydens groeplede deel kan word van die probleemoplossingsproses, maar ook om te reflekteer oor sowel die uitkoms van die probleemoplossing as die doelmatige funksionering van hul groep (Johnson, Johnson, & Johnson-Holubec, 1993). Metakognitiewe steiers⁶ behoort ontwikkel te word ten einde groepeerwerk te fasiliteer. 'Steiers' behels onder meer aspekte soos die fasilitering van kennis oor die leerproses en -strategieë (Hartman, 2001a), die implementering van selfrefleksie op hul eie leer deur 'n groepjoernaal by te hou (Blakey & Spence, 1990; Wilson & Johnson, 2000), en die skep van 'n ondersteunende sosiale omgewing waarbinne leerders hul metakognitiewe strategieë kan oefen en evalueer (Gourgey, 2001).

Koöperatiewe leer sluit sterk aan by die konstruktivistiese sienings van wiskunde leer, naamlik dat uitbreiding van en die lê van verbande tussen bestaande en nuwe kennis, asook tussen onthou en verstaan verbeter (Wittrock, 1986) wanneer leerders wat in groepe werk gereeld vir mekaar verduidelik. Mevarech en Light (1992) beweer dat leerders wat nie dieselfde vlak van vaardigheid rakende taakbemeestering bereik het nie, by uitstek tydens saamwerk in groepverband vaardighede soos toepaslike beredenering van wiskunde probleme en die oorkoming van struikelblokke behoort aan te leer en dat hierdie vaardighede op hul beurt leer fasiliteer. Dit is moontlik dat die waarneming van ander leerders in groepverband waar probleme opgelos word, minder vaardige leerders mag help om daardie kognitiewe funksies wat hulle nog nie toereikend bemeester het nie, maar steeds besig is om te bemeester of wat (in die taal van Vygotsky) in hul sone van nabye ontwikkeling voorkom, te internaliseer (Vygotsky, 1978). Interaksie tussen leerders in die wiskundeklas bevorder die verduideliking van strategieë en fasiliteer die verbalisering van wiskundige begrippe (die taal van wiskunde). Wanneer leerders die taal van wiskunde hul eie maak, word die uitvoer van ingewikkelde kognitiewe aktiwiteite (Schoenfeld, 1985b) gefasiliteer. Hierdie siening word ook ondersteun deur

⁶ Kyk: Hoofstuk 2, 2.4.3.3 waar 'steiers' vollediger verduidelik word.

Stein, Grover en Henningsen (1996) wat die waarde van kommunikasie in wiskundige beredenering en denke beklemtoon.

Uitkomsgerigte onderwys is kennelik 'n belangrike aspek van Kurrikulum 2005 en klaarblyklik gerig op die aktivering van die intellek van leerders om optimaal te presteer en om toegerus te word vir lewenslange leer (Department of Education, 1995), en hierdie benadering impliseer direk en indirek die fasilitering en implementering van metakognitiewe strategieë en vaardighede. Die raamwerk vir die nuwe onderwysstelsel in Suid-Afrika wat uitkomsgerigte onderwys beklemtoon, word dus vervolgens bespreek (Department of Education, 1995).

2.6 Uitkomsgerigte onderwys

Uitkomsgerigte onderwys behoort volgens Killen (s.a.) beskou te word as 'n kombinasie van 'n teorie oor en 'n sistemiese struktuur vir onderwys en klaskamerpraktyk (Killen, s.a.). Spady (1994) is weer van mening dat uitkomsgerigte onderwys gesien behoort te word as 'n teorie wat 'n stel aannames oor leerfasilitering (onderrig) en leer, en sistemiese strukture waarbinne leerfasilitering (onderrig) en leer plaasvind, huldig. Spady (1994:1) sê die volgende rakende uitkomsgerigte onderwys:

... [OBE] means clearly focusing and organizing everything in an educational system around what is essential for all students to be able to do successfully at the end of their learning experiences. This means starting with a clear picture of what is important for students to be able to do, then organizing the curriculum, instruction, and assessment to make sure this learning ultimately happens.

Spady (1994) onderskei tussen die volgende vier moontlike beginsels waarop uitkomsgerigte onderwys berus, naamlik:

- (i) die leerfasiliteerder fokus op dit wat leerders behoort te weet, verstaan en suksesvol kan uitvoer
- (ii) die beginpunt van alle skoolkurrikula-ontwerpe is dit wat leerders behoort te bereik aan die einde van hul formele skoolopleiding
- (iii) leerfasiliteerders het hoë verwagtinge van en stel hoë standaarde vir alle leerders
- (iv) intellektuele kwaliteit behoort nie net aan 'n paar leerders nie, maar uitgebreide geleenthede word vir alle leerders voorsien omdat nie alle leerders op dieselfde manier leer nie.

Killen (s.a.) meen dat outentieke leer eers plaasgevind het, wanneer bewys gelever word dat leerders werklik geleer het. Die uitkomsgerigte benadering tot onderwys waarna Killen (s.a.) verwys, neem die volgende in ag: (i) leerfasilitering fokus op **leer** eerder as op onderrig, (ii) leerders kan nie leer as hulle nie **dink** nie, (iii) denke word gefasiliteer en aangemoedig deur die **proses** wat geïmplementeer word om leerders te **betrek by die inhoud** sowel as die **inhoud self**, (iv) 'n leerarea bestaan nie in isolasie

nie, maar leerders behoort leiding te ontvang om **verbande** met ander leerareas te maak en (v) leerfasiliteerders behoort die verantwoordelikheid te neem om leerders te **leer hoe om te leer**.

Enkele aspekte van “metakognisie” binne die begrensing van die onderhawige studie word vervolgens aan die hand van verskeie temas uitgelig, ondersoek en verduidelik.

2.7 Metakognisie

“Metakognisie” is ’n breë konsep wat gebruik word om te verwys na ’n verskeidenheid epistemologiese prosesse wat moeilik is om te begrens (Brown, Bransford, Ferrara, & Campione, 1983). Hoewel sowel sielkundiges as opvoedkundiges saamstem oor die belangrikheid daarvan om metakognisie in klaskamers te implementeer, bestaan daar groot verskille onder navorsers oor hoe die term “metakognisie” gedefinieer behoort te word (Alexander, Schallert & Hare, 1991). Ek gaan vervolgens (in aansluiting by die definisies wat reeds in Hoofstuk 1 verskaf is) nog enkele definisies van die begrip verskaf, waarna ek in paragraaf 2.9 ’n samevattende definisie, wat vir die doel van die huidige navorsing gebruik sal word, verskaf.

Ter inleiding word genoem dat leerders wat metakognitief bewus is van hulself as leerders, strategieë het om uit te vind, of uit te dink, wat hulle moet doen wanneer hulle gekonfronteer word met ’n taak wat nie roetine-oplossingsprosedure(s) verg nie. Die gebruik van metakognitiewe strategieë aktiveer die leerder se denke, wat tot meer diepgaande leer en verbeterde prestasie kan lei (Anderson, 2002). Die verstaan van, en die kontrole oor kognitiewe prosesse, is van die belangrikste vaardighede wat die fasilitering van leer in die klaskamer kan ondersteun.

Vervolgens word nog enkele definisies van die begrip “metakognisie” hier verskaf.

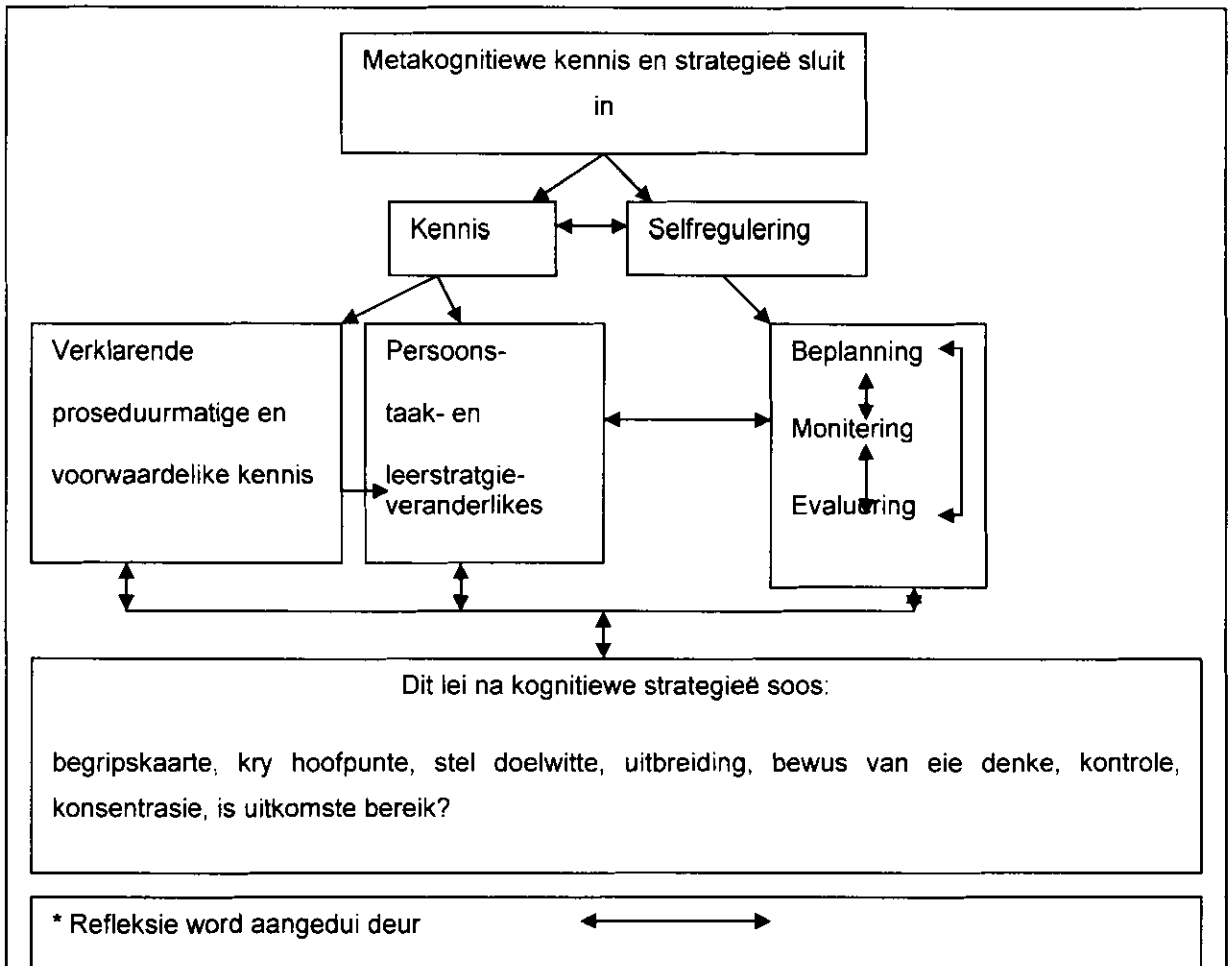
2.7.1 Enkele definisies van “metakognisie”

Tabel 11 Definisies en/of bespreking van “metakognisie”

Outeur(s)	Definisies en/of ’n kort bespreking van “metakognisie”
Gravelek en Raphael (1985)	Metakognisie word beskryf as ’n individu se vaardighede om kognitiewe aktiwiteite aan te pas om beter te verstaan.
Paris en Winograd (1990)	Selfwaardering (<i>self-appraisal</i>) en selfbestuur (<i>self-management</i>) van kennis is twee eienskappe wat by “metakognisie” ingesluit word. Selfwaardering is persoonlike refleksies deur leerders op hul eie kennis en vaardighede, hul affektiewe siening van hul eie kennis, vermoëns, motivering en eienskappe as leerders. Sulke refleksies verskaf inligting aangaande die leerder se kennis en die denkproses wat die leerder volg om besluite te neem oor wanneer en hoe om (kennis-) strategieë te gebruik. Selfbestuur verwys na metakognisie in aksie . Met ander woorde, dit is die verstandspesiese wat help om aspekte van probleemoplossing te bestuur – dit omvat die planne, wat die leerder maak voordat die probleem opgelos word, die aanpassings wat gedurende die oplossing van die probleem gemaak word, asook die

	hersiëning van die oplossing aan die einde van die taak.
Kluwe (1982)	<p>Uitvoerende moniteringsprosesse word beskryf as beide die kennis wat leerders het oor hul eie denke en dié van ander persone en die monitering en regulering van die gang van hul eie denke. Hierdie prosesse sluit in die besluite wat leerders neem om hulle te help om</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) die taak waarmee hulle tans besig is, te identifiseer (ii) die vordering met die huidige taak te bepaal (iii) te bepaal wat die uitkoms van dié vordering sal wees.
Hacker <i>et al.</i> (1998)	Leerders besluit self watter hulpbronne, wanneer en hoe dit (in watter volgorde) gebruik behoort te word, die intensiteit wat die taak vereis en die spoed waarteen die leerders behoort te werk.
Brown en Palinscar (1982)	Effektiewe denke en effektiewe leer vereis gereelde kontrole, doelwitstelling, herwaardering van dit wat gedoen is of waarmee besig is , asook die evaluering van die uitkoms.

Vir die doel van my studie, sal die volgende definisie van die begrip "metakognisie" gebruik word:



Figuur 10 Skematiese voorstelling van metakognisie

Die terme “metakognisie” en “kognisie” word dikwels op verwarrende wyse gebruik. Om verwarring te probeer uitkakeel, staan ek dus nou kortliks stil by ’n verduideliking van hierdie twee terme.

2.7.2 “Metakognisie” teenoor “kognisie”

Dit is belangrik om ’n onderskeid te tref tussen “kognitiewe” en “metakognitiewe” strategieë, omdat elkeen van die voorgenoemde begrippe by effektiewe leer betrokke is, maar elkeen ’n eie belangrike funksie het om te verrig en daarom word die twee begrippe vervolgens onderskeidend verduidelik.

Tabel 12 Verduideliking van “kognisie” en “metakognisie”

Outeur	Kognisie	Metakognisie
Flavell (1979)	Kognitiewe strategieë word opgeroep om kognitiewe vordering te maak.	Metakognitiewe strategieë word geïmplementeer om kognitiewe strategieë te monitor, te beplan, te kontroleer en die uitkoms te evalueer.
Garner, (1987)	Kognitiewe vaardighede is nodig om 'n taak uit te voer of 'n probleem op te los.	Metakognitiewe vaardighede is nodig om te verstaan hoe die taak uitgevoer of die probleem opgelos is.

Ek fokus vervolgens op die sienings van die grondleggers van die begrip “metakognisie” omdat hul bydrae die ontwikkeling van en die konsep self, verhelder en verduidelik.

2.7.3 Bespreking van enkele grondleggers se siening van die begrip “metakognisie”

Die eerste grondlegger by wie se werk ek wil stilstaan, is Flavell.

2.7.3.1 Flavell

Die werk van Jean Piaget het 'n invloed gehad op die werk van John Flavell, wat reeds in 1971 aandui dat “metakognisie” leerders help om bewustelik te beplan, te voorsien, doelbewus geïmplementeer word en gerig is op die voltooiing van 'n doelwit. Reeds in 1976 voer hy dié gedagte verder en meld dat “metakognisie” bestaan uit monitering én regulering. Sy eerste definisie van metakognisie lui as volg:

In any kind of cognitive transaction with the human or non-human environment, a variety of information processing activities may go on. Metacognition refers, among other things, to the active monitoring and consequent regulation and orchestration of these processes in relation to the cognitive objects or data on which they bear, usually in service of some concrete goal or objective (Flavell, 1976:232).

Flavell (1979) stel 'n model voor vir metakognisie wat die volgende wisselwerkende, interafhanklike komponente insluit:

- (i) **Metakognitiewe kennis** (persoons-, taak- en strategie-veranderlikes⁷) wat die kennis van of oortuigings oor metakognitiewe aktiwiteite insluit en wat tot kognitiewe aktiwiteite lei en dit weer opvolg.
- (ii) **Metakognitiewe ervarings** word verstaan as 'n bewuswees-proses waartydens ander inligting, geheue en vorige ervarings herroep kan word waarmee nuwe probleme opgelos kan word.

⁷ Kyk: Hoofstuk 2, 2.9.1 vir die verduideliking van die metakognitiewe veranderlikes wat hier genoem word.

- (iii) **Take en doelwitte** sluit alle inligting in wat tot leerders se beskikking is oor 'n voorgestelde taak. Hierdie inligting begelei leerders om 'n taak te bestuur en lig leerders in oor die mate van sukses wat moontlik bereik kan word.
- (iv) **Metakognitiewe strategieë** monitor kognitiewe vordering en leerders implementeer hierdie prosesse om hul eie leerprosesse te bestuur, te beplan, kognitiewe aktiwiteite deurgaans te monitor en om kognitiewe uitkomst te vergelyk met interne en eksterne standaarde.

Flavell (1987) glo verder dat intelligensie juis ontwikkel word wanneer leerders se bewuswees van hulself as leerders, ontwikkel word.

Ook Brown (1987), Baker (1991), Jacobs en Paris (1987) se name duik gereeld op wanneer "metakognisie" ter sprake is.

2.7.3.2 Brown

Brown (1987) en **Baker** (1991) onderskei ook tussen **kennis** van kognisie en die **regulering** van kognisie. Brown is van mening dat hoogs ontwikkelde metakognitiewe vaardighede, of die vermoë om vaardighede outomaties in die bewuste op te roep, eienskappe van hoë menslike intelligensie is. **Brown (1987)**, sowel as Jacobs en Paris (1987), kategorieer metakognitiewe kennis as verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike⁸ kennis.

Die werk en insigte van Vygotsky is eweneens van belang in die bespreking van "metakognisie".

2.7.3.3 Vygotsky

Vygotsky maak in 1978 veral daarop aanspraak dat alle hoër psigologiese funksies tydens sosiale interaksie ontwikkel. Hy maak veral ook aanspraak op onder meer die volgende aspekte van leer:

Wanneer volwasse en vaardiger portuur-leerders minder vaardige leerders in die wiskundeklas steun, onder meer deur medeverantwoordelikheid te aanvaar vir die suksesvolle voltooiing van bepaalde take, sodat minder vaardige leerders op bepaalde onderafdelings van hierdie taak kan konsentreer (en deurgaans deur vaardiger leerders gesteun word), word die werkklas op minder vaardige leerders minder. Vygotsky gebruik in hierdie verband die woord "onderrigsteiers"⁹ (*instructional scaffolding*) en verwys daarmee na die situasie wanneer die metakognitiewe kontrole oor die situasie deur vaardiger leerders (ekspert) oorgeneem word. Met ander woorde, vaardiger leerders monitor minder vaardige leerders se aktiwiteite en sien toe dat die gekose aktiwiteite doelgerig en toepaslik is vir die suksesvolle afhandeling van die taak. Die 'ekspert' se metakognitiewe kontrole maak die minder

⁸ Kyk: Hoofstuk 2, 2.9.1 waar hierdie kategorisering van metakognitiewe kennis, waarna Brown (1987) verwys, bespreek word.

⁹ Kyk: Hoofstuk 2, 2.4.3.3 vir meer besonderhede oor 'onderrigsteiers'.

vaardige leerders aanvanklik bewus van die belangrikheid daarvan om kognitiewe kontrole oor bepaalde take uit te kan oefen en minder vaardige leerders verwerf gaandeweg self kognitiewe kontrole, namate bepaalde prosesse geïmplementeer en inge oefen is (Vygotsky, 1962). Deurdad 'ekspert' leerders die uitvoerende rol vervul, modelleer hulle belangrike metakognitiewe prosesse vir minder vaardige leerders.

Enige bespreking van "metakognisie" sou onvolledig wees tensy melding gemaak word van die baanbrekerswerk van Schoenfeld.

2.7.3.4 Schoenfeld

Schoenfeld se bydrae tot die verstaan van die rol wat "metakognisie" vervul in die leer en leerfasilitering van wiskunde, is welbekend. Schoenfeld (1987:190) laat hom soos volg uit oor "metakognisie":

Metacognition has the potential to increase the meaningfulness of students' classroom learning, and the creation of a "mathematics culture" in the classroom best fosters metacognition. Schoenfeld believes that a "microcosm of mathematical culture" would encourage students to think of mathematics as an integral part of their everyday lives, promote the possibility of students making connections between mathematical concepts in different contexts, and build a sense of community of learners working out the intricacies of mathematics together.

Schoenfeld (1987) is van mening dat daar drie wyses is waarop daar na "metakognisie" by die leer van wiskunde verwys kan word: oortuigings en intuïesies, kennis asook selfregulering. Hy verduidelik hierdie beginsels soos volg:

(i) **Oortuigings en intuïesies** is die idees van wiskunde wat leerders na die leergeleentheid toe bring en die wyse waarop hierdie idees leerders se leer beïnvloed. Schoenfeld beskou leerders as persone wat hul eie wiskundige raamwerke bou wat gegrond is op hul oortuigings, intuïsie, en vorige ervarings en wat probeer om te verstaan en sin te maak van hul wêreld (Schoenfeld, 1987).

(ii) **Kennis** oor die eie denkprosesse handel oor die akkuraatheid van die beskrywing van die eie denke. Schoenfeld (1987) laat hom soos volg uit oor hierdie aspek:

How accurate are you in describing your own thinking?...Good problem solving calls for using efficiently what you know: if you don't have a good sense of what you know, you may find it difficult to be an efficient problem solver (Schoenfeld, 1987:190).

Leerders se benadering tot 'n taak en hul verstaan van die wyse waarop die taak opgelos moet/kan word, word onder meer beïnvloed deur die mate waarin hulle hul eie vermoë om te leer, realisties kan assesseer.

(iii) **Selfregulering** word gedefinieer as:

How well do you keep track of what you are doing when, for example, you're solving problems, and how well (if at all) do you use the input from such observations to guide your problem solving actions? (Schoenfeld, 1987:190).

Anders gestel: leerders is bewus van hul eie denke en of daar vordering gemaak word met die oplossing van die probleem.

Teen die agtergrond van die bydraes wat enkele individuele grondleggers tot die konsep "metakognisie" gemaak het as verheldering tot die begrip, is dit in hierdie stadium gepas om kortliks enkele tipes metakognitiewe teorieë uit te lig.

2.8 Tipes metakognitiewe teorieë

2.8.1 Schraw en Moshman se siening van enkele tipes metakognitiewe teorieë

Metakognitiewe teorieë is teorieë wat die individu se kennis en regulering van kognisie integreer. 'n Metakognitiewe teorie is dus 'n relatiewe stelselmatige kennisstruktuur wat gebruik kan word om 'n verskeidenheid kognitiewe en metakognitiewe fenomene mee te verduidelik en te voorspel (Schraw & Moshman, 1995). Wanneer individue oor kognisie teoretiseer, word metakognitiewe kennis geskep en saamgestel.

Schraw en Moshman (1995) stel drie verskillende tipes metakognitiewe teorieë voor, naamlik 'n onuitgesproke (*tacit*), 'n duidelike maar informele, en 'n duidelike formele teorie. Elkeen van hierdie begrippe word vervolgens kortliks beskryf:

Tabel 13 Bespreking van tipes teorieë wat leerders huldig oor hul "metakognisie"

Soort teorie	Beskrywing van die teorie
Onuitgesproke teorie	Die teorie word gekonstrueer sonder dat leerders bewus is dat hulle so 'n teorie besit (McCutcheon, 1992). Dweck en Leggett (1988) redeneer dat sommige leerders moontlik onuitgesproke teorieë kan hê oor kernaspekte wat hul gedrag in die wiskundeklas beïnvloed. Hierdie onuitgesproke teorie oor metakognisie mag vals of selfs wanaangepas wees (Schraw & Moshman, 1995).
Informele metakognitiewe teorie	Die teorie is baie keer gefragmenteerd omdat daar leerders is wat slegs bewus is van sommige van hul oortuigings en aannames oor 'n fenomeen, met ander woorde, hulle het nog nie 'n duidelike teoretiese struktuur gevorm wat hierdie oortuigings integreer en beoordeel nie (Schraw & Moshman, 1995).
Formele teorie	Die teorie bestaan uit stelselmatige bewyse/verklarings van 'n fenomeen wat duidelike teoretiese strukture insluit (Schraw & Moshman, 1995).

2.8.2 Wanneer leer leerders effektief?

Leerders se metakognitiewe kennis en reguleringsvaardighede is baie keer nie in 'n enkele konseptuele raamwerk geïntegreer nie. Een moontlike uitkoms hiervan is dat die meeste van die

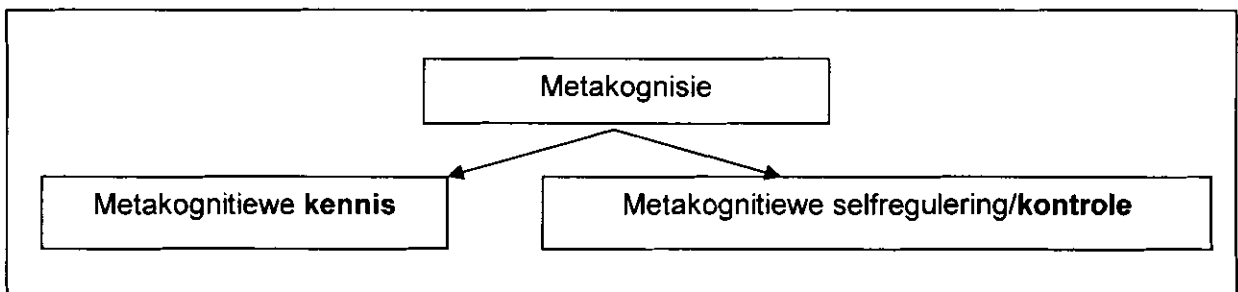
vaardighede wat tot leerders se beskikking is, onaktief bly en moeilik toegepas kan word, behalwe in die konteks waarin dit aangeleer is (cf. Kuhn, Schauble & Garcia-Mila, 1992). Wanneer leerders egter verstaan dat effektiewe leer afhang van

- relevante kennis wat uit hul eie geheue herwin word
- die gebruik van, waar moontlik, geoutomatiseerde prosedures
- beplanning (deur leerders self) hoe en waar beskikbare hulpbronne gebruik moet word
- strategieë wat selektief (deur leerders self) aangewend word en
- gemotiveerde dieper verstaan en leer (deur leerders self)

is hulle besig om tydens die leerproses op 'n metakognitiewe wyse te werk te gaan (Schraw & Moshman, 1995).

2.9 Voorlopige definiëring van die wese van die begrip “metakognisie”

Vir die doel van hierdie studie word “metakognisie” verstaan as bestaande uit twee aspekte, naamlik **metakognitiewe kennis** en **metakognitiewe selfreguleringsprosesse** (Brown, 1987; Ertmer & Newby, 1996). Vervolgens word die voorgenoemde aspekte skematies voorgestel:



Figuur 11 Hoofelemente van metakognisie

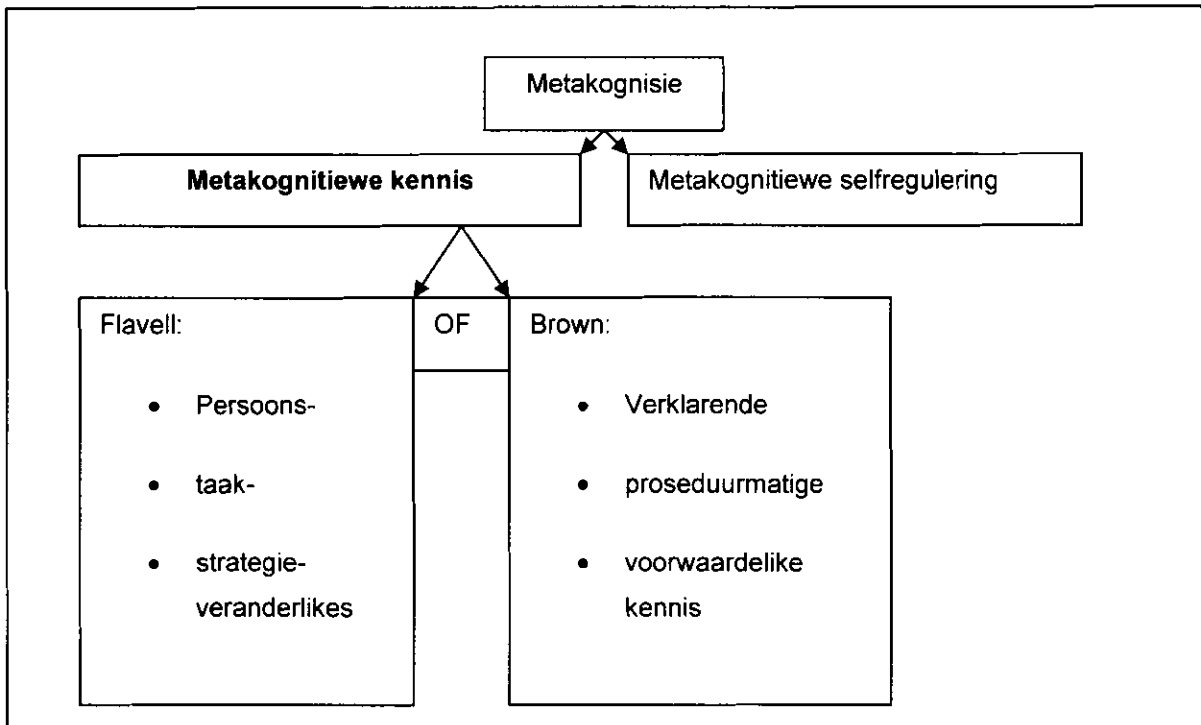
Bron: Ertmer en Newby (1996:7)

Ek fokus eerstens op **metakognitiewe kennis**.

2.9.1 Kort oorsig van die aard van metakognitiewe kennis

Leerteoretici soos Flavell beskou metakognitiewe kennis as 'n persoon-taak-strategiestelsel. Daarteenoor kategoriseer Brown (1987) metakognitiewe kennis op grond van 'n persoon se bewustheid van sy/haar metakognitiewe kennis en onderskei sy tussen verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis. Ertmer en Newby (1996) se voorstelling van die wese van “metakognisie”

word vervolgens aangepas om vir die siening van Flavell voorsiening te maak asook dié van Brown te inkorporeer.



Figuur 12 Metakognitiewe kennis soos voorgestel deur Flavell en Brown

Bron: Aangepas uit Ertmer en Newby (1996)

Metakognitiewe kennis of oortuigings word verkry deur ervarings en word in die langtermyngeheue gestoor onder 'sake rakende die menslike verstand en die werking daarvan'. Hierdie kennis handel oor faktore en veranderlikes se optrede en interaksies wat die uitkoms of rigting van kognitiewe take beïnvloed (Papaleontiou-Louca, 2003). (Die ingeligte leser kan die raakpunte tussen die siening van metakognitiewe kennis en die insigte van inligtingverwerking¹⁰ van leerteoretici nie miskyk nie).

Die drie veranderlikes waarna Flavell (1979) verwys, wat ook so pas hierbo genoem is en wat leerders help om bepaalde keuses uit te oefen, word vervolgens kortliks bespreek.

¹⁰ Kyk: Hoofstuk 2, 2.4.4 waar "inligtingverwerkingsteorie" bespreek is.

Tabel 14 Bespreking van persoons-, taak- en strategie-veranderlikes

Veranderlike	Bespreking van die veranderlike
Persoons-veranderlikes	Die kennis wat leerders van hulself as denkers of leerders het, asook hul oortuigings oor ander se denke.
Taakveranderlikes	Die wyse waarop 'n taak bestuur behoort te word, die graad van sukses wat leerders kan behaal, die aanvaarbare uitkomst van die kognitiewe betrokkenheid, die doelwitte wat behaal behoort te word, die moeilikheidsgraad van die taak en die beskikbare bronne wat geïmplementeer behoort te word om die taak suksesvol af te handel.
Strategie-veranderlikes	Identifiseer doelwitte en sub-doelwitte, selekteer kognitiewe prosesse om te presteer (Flavell, 1979). Ertmer en Newby (1996) onderskei tussen – beskikbare en toepaslike – kognitiewe strategieë, motiveringstrategieë en omgewingsveranderlikes .

Papaleontiou-Louca (2003) meen dat die interaksie tussen die drie veranderlikes wat hierbo genoem is, lei tot 'n verskeidenheid metakognitiewe ervarings, wat op hul beurt weer die betekenis en die implikasies van metakognitiewe ervarings op gedrag medieer.

Hoewel sowel Brown (1987) as Jacobs en Paris (1987) die begrip "metakognitiewe bewusthede" (kennis) anders as Flavell omskryf, werp die verskillende uiteensettings net nog meer lig op die konstruk "metakognisie". Metakognitiewe bewusthede (kennis) word deur Brown (1987) en Jacobs en Paris (1987) gekategoriseer as verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis wat vervolgens kortliks in tabelvorm verduidelik word en waarby voorbeelde van toepassings op die wiskundesituasie ook gegee word.

Tabel 15 Bespreking van verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis en die verskaffing van praktiese voorbeelde in wiskunde

Tipe kennis	Bespreking van die tipe kennis	Weet ...	Voorbeelde in wiskunde
Verklarende kennis	Verklarende kennis verwys na die weet dat van dinge en sluit kennis oor die self as leerder in en watter faktore prestasie beïnvloed. Dit blyk uit navorsing (Garner, 1987) dat vaardige leerders byvoorbeeld meer kennis oor hul eie geheue het en meer geneig is om dit wat hulle weet, te benut as amateurleerders. Kennis van kognisie wat gereguleerde gedrag tydens die oplossing van probleme fasiliteer, is dus verklarend van aard (Swanson, 1990).	Dat	Getalfeite ($2 + 2 = 4$) oortuigings (ek kan goed hoofrekene doen) taak-eienskappe (dit is nodig om die antwoord eers te skat, voordat ek die berekening doen) probleem-oplossing (word in spesifieke stappe aangepak).
Proseduurmatige kennis	Proseduurmatige kennis verwys na die weet hoe om die prosedure uit te voer. Leerders met meer proseduurmatige kennis implementeer vaardighede gouer outomaties (Stanovich, 1990), plaas strategieë makliker in 'n sinvolle orde (Pressley, Borkowski & Schneider, 1987) en implementeer meer dikwels verskillende strategieë om probleme mee op te los as leerders met minder proseduurmatige kennis.	Hoe	Wiskundige algoritmes wiskundige doelwitte (breek 'n moeilike som op in kleiner dele) wiskundige probleemoplossingstrategieë (teken 'n skets/tabel/grafiek van die gegewe inligting).
Voorwaardelike kennis	Voorwaardelike kennis verwys na die waar- en wanneer -aspekte van kognisie (Garner, 1987; Lorch, Lorch & Klusewitz, 1993). Dit is dus verklarende kennis van die relatiewe gebruik van kognitiewe prosedures.	Wanneer en hoekom	Wanneer moet akkuraat gemeet word, met watter instrument(e) en hoekom? (Daar is 'n groot verskil tussen die afweeg van speserye teenoor die afweeg van fyngoud – omdat goud per hoeveelheid, baie duurder as speserye is).

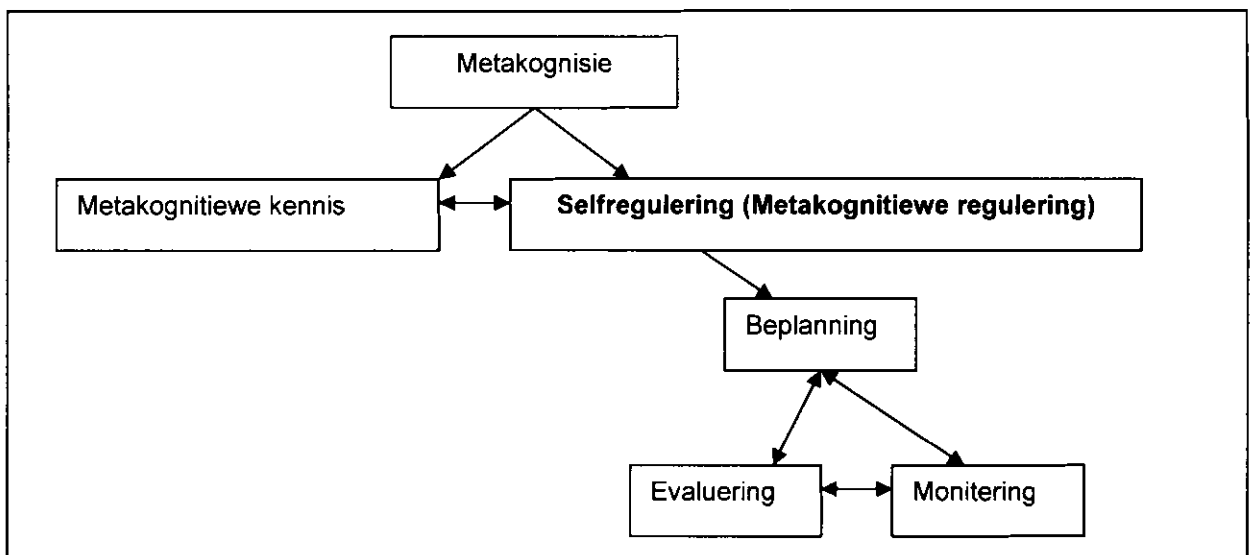
Bron: Aangepas uit Schunk (1991)

Ek het vroeër genoem dat **metakognitiewe selfregulering** een van die twee aspekte is van "metakognisie" waarna Ertmer en Newby (1996) verwys en ek sal nou vollediger op hierdie begrip fokus.

2.9.2 Kort oorsig van die aard van "metakognitiewe selfregulering"

Ertmer en Newby (1996), Jacobs en Paris (1987) en Kluwe (1987) definieer "metakognitiewe selfregulering" as denk-aktiwiteite/handeling wat leerders help om hul eie denke tydens die leerproses te kontroleer. Die oorkoepelende begrip "selfregulering" kom eerste aan die beurt, waarna beplanning, monitering en evaluering, as aktiwiteite wat onder selfregulering resorteer, ondersoek en uitgelig word.

Metakognitiewe selfregulering word allereers skematies voorgestel ten einde uit te lig hoe beplanning, monitering en evaluering tydens selfregulering funksioneer.



Figuur 13 Skematiese voorstelling van metakognitiewe selfregulering

Bron: Ertmer en Newby (1996:11)

2.9.2.1 Selfregulering

Volgens Borkowski (1996) stel selfregulering die hoogste vlak van metakognitiewe aktiwiteit voor wat tot gevolg het dat kognitiewe hulpbronne soos aandag beter aangewend, strategieë beter geïmplementeer en bewustheid van hul verstaan beter benut word (Schraw & Moshman, 1995).

Om suksesvol en effektief te leer, behoort leerders hul leerprosesse toereikend en noukeurig te bestuur, onder meer deur toepaslike strategieë vir die betrokke taak/probleem te kies. Metakognitiewe kennis van verstandspesesse en strategieë wat benodig word vir die suksesvolle afhandeling van die kognitiewe taak, naamlik verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis, manifesteer

uiteindelik in die strategiese kontrole (bestuur) van hierdie proses (Ertmer & Newby, 1996; Schmitt & Newby, 1986; Schunk, 2000).

Ertmer en Newby (1996) meen dat prestasie afhanklik is van meer as net die weergee van feite en die uitvoer van bepaalde prosedures, maar dat selfregulering ten opsigte van bepaalde vaardighede leerders in staat stel om te weet **wat** (verklarende kennis) belangrik is, **hoe** (proseduurmatige kennis) dit uitgevoer moet word en **wanneer, waar en hoekom** (voorwaardelike kennis) om die regte kennis en optrede toe te pas wat die **toepassing en evaluering van kennis in optrede** beskryf (Ertmer & Newby, 1996). Butterfield en Belmont (1977) beskryf selfregulering insiggewend as tydige en toepaslike aanbring van veranderings ten opsigte van kognitiewe vaardighede en strategieë in reaksie op nuwe en veranderde vereistes van 'n taak, terwyl Zimmerman (1986:308) selfgereguleerde leerders as *metacognitively, motivationally, or behaviorally active promoters of their academic achievement*, beskryf.

2.9.2.2 Beplanning

Beplanning beteken dat leerders 'n toepaslike strategie(ë) uit 'n bepaalde aantal beskikbare strategieë kies en hulpbronne (tyd, moeite, aandag, ensovoorts) toewys, wat prestasie beïnvloed. Hierdie beplanning vind plaas voordat leerders begin om die probleem op te los (Schraw & Moshman, 1995). Leerders behoort te kan **voorspel** wat die moeilikheidsgraad van spesifieke wiskundetake is om in staat te wees om toepaslik te konsentreer, strategieë te kies en met die taak te volhard (Desoete, Roeyers, & Buysse, 2001).

Die **doel en hooftake** van beplanning word soos volg deur Beyer (1987) saamgevat: beplanning vergemaklik die uitvoer van die taak, verbeter die kans op suksesvolle voltooiing van die taak en verseker 'n kwaliteitsuitkoms, terwyl die hooftake van beplanning soos volg daar uitsien:

- (i) Die doelwit behoort gestel te word.
- (ii) Strategieë en of prosedures behoort gekies en georden te word sodat die doelwit bereik kan word.
- (iii) Potensiële struikelblokke wat die suksesvolle afhandeling van die taak in die gesig staar, word geïdentifiseer.

2.9.2.3 Monitering

Monitering van leer is 'n komplekse optrede. Wanneer leerders **tydens** die uitvoering van 'n taak of die oplossing van 'n probleem, **deurentyd bewus** is van hul eie verstaan van die taak/probleem, hul eie vordering en hoe goed/swak die taak/probleem afgehandel/opgelos word, word dit monitering genoem. Leerders behoort onder meer

- bewus te wees van wat hulle besig is om te doen

- te verstaan waar dit waarmee hulle besig is om te doen, in die orde van die oplos/uitvoer van die taak/probleem inpas
- te kan voorsien en te beplan wat die volgende stap wat gevolg moet word, is (Ertmer & Newby, 1996).

Terwyl die plan wat gemaak is, geïmplementeer word, behoort die sukses van gekose kognitiewe, motiverings- en omgewingsveranderlikes gemonitor te word. Volgens Declos en Harrington (1991) kan die vaardigheid om te monitor deur fasilitering (onderrig) en inoefening verbeter word.

2.9.2.4 Evaluering

Evaluering verwys na die proses waartydens die mate waarin bepaalde uitkomst bereik is, geassesseer word en reguleringsprosesse rakende leerders se eie leer vasgestel word (Schraw & Moshman, 1995). Leerders assesseer enersyds die toepaslikheidsprosesse wat hulle geïmplementeer het en andersyds die mate waarin bepaalde uitkomst bereik is. Beyer (1987) onderskei soos volg tussen vier moontlike elemente waaraan tydens evaluering aandag gegee behoort te word:

- Die redelikheid en die akkuraatheid van die finale uitkomst: In watter mate is die doelwit bereik?
- Die struikelblokke wat voorgekom het: Hoe goed het ek 'gevaar' vermy/bestuur?
- Die stappe van die proses: Hoe effektief was dit om die gestelde doelwit te bereik?
- Die plan: Was dit effektief? Kan die plan weer in die toekoms vir 'n soortgelyke taak gebruik word?

Ek fokus vervolgens op wat ek beskou as die **belangrikste** aspek van "metakognisie", naamlik **refleksie**.

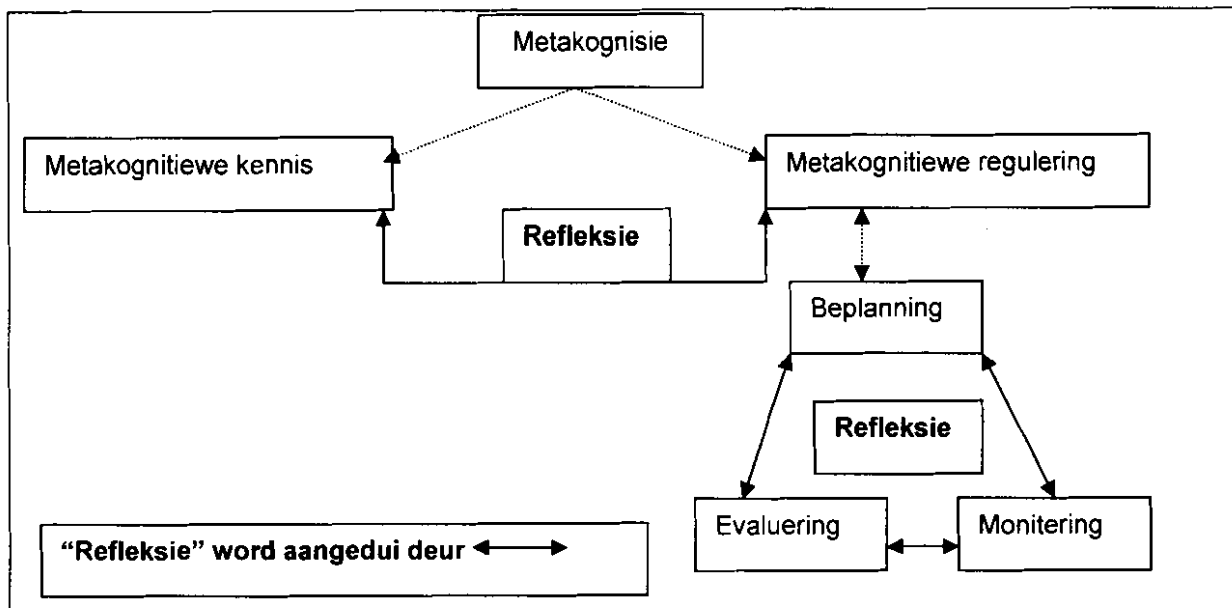
2.9.3 Refleksie as sleutelaspek van "metakognisie"

Ek begin my betoog deur moontlike definisies en/of bespreking van die begrip "refleksie" in tabelvorm te verskaf.

Tabel 16 Definiesies en/of bespreking van die begrip “refleksie”

Outeur	Definiesies en/of bespreking van “refleksie”
Borkowski, Carr, Rellinger en Pressley, (1990)	Refleksie is 'n strategie of vaardigheid wat op ander strategieë inwerk.
Ngeow en Kong, (2001)	Refleksie is denke wat fokus op leer tydens die leerproses . Die fokus is enersyds op die inhoud (Wat weet ek?) wat geleer moet word, en andersyds op die leerproses (Vorder ek? Kan ek anders te werk gaan?).
Dewey (1933)	Refleksie is 'n spesiale vorm van denke . Leerders leer meer deur te reflekteer op ervarings , as deur die ervaring self.
Smith (1991)	Leerders leer om te leer as hulle meer bewus is van hulself as leerders en aktief reflekteer op dit wat gebeur wanneer hulle leer .
Ertmer en Newby (1996)	Refleksie op die leerproses is 'n onontbeerlike deel van die ontwikkeling van vaardige leerders. Deur reflektiewe denkvaardighede te gebruik om die uitkoms van leerders se pogings om te leer, te evalueer, kweek 'n bewuswees van effektiewe strategieë en leerders verstaan dat die strategieë ook in ander situasies gebruik kan word. Aanlyn (<i>online</i>)-aanpassings, die implementering van alternatiewe strategieë en die oorgaan tot onbeplande optrede, as gevolg van deurlopende reflektiewe denke, skakel onnodige stappe uit. Hulle sien refleksie as die skakel wat metakognitiewe kennis met selfregulering verbind. Anders gestel; refleksie ' hou toesig ' oor leerders se eie leer terwyl hulle leer.
Smith (1991)	Daar word gereflekteer op dit wat reeds gedoen is, dit waarmee leerders besig is met die toekomstige implementering daarvan in gedagte.

Die begrip “refleksie” word vervolgens skematies voorgestel:



Figuur 14 Skematiese voorstelling van die begrip "refleksie"

Bron: Ertmer en Newby (1996:15)

Reflektiewe denke transformeer kennis wat **tydens** die probleemoplossing en **ná** voltooiing van die taak/probleem verwerf is, na kennis wat beskikbaar is **vir** 'n volgende taak/probleem (Ertmer & Newby, 1996). Reflektiewe denke benut bestaande kennis om nuwe kennis te bekom en is die **skakel** tussen metakognitiewe kennis en metakognitiewe selfregulering.

Samevattend word die wese van "metakognisie" deur sekere leerteoretici gesien as **metakognitiewe kennis** (statiese bron van kennis) en **metakognitiewe selfregulering** (metakognisie in aksie). **Metakognitiewe** kennis word dikwels verfyn as persoons-, taak- en strategie-veranderlikes aan die een kant en as verklarende, proseduurmatige en voorwaardelike kennis aan die ander kant. Metakognitiewe selfregulering word weer beskou as die implementering van beplanning, monitering en evaluering, terwyl al hierdie metakognitiewe kennis en aktiwiteite deurentyd aktief verbind word deur **refleksie**.

In die onderhawige studie word onder meer gefokus op die leerfasiliteerder se metakognitiewe denkprosesse tydens leerfasilitering. Hierdie faset van leerfasilitering in wiskunde word vervolgens ondersoek aan die hand van Artzt en Armour-Thomas (2001) se siening oor leerfasiliteerders se implementering van metakognitiewe strategieë en vaardighede.

2.10 Die leerfasiliteerder se metakognisie

Jackson (1968) beskou leerfasilitering allereers as probleemoplossing, om welke rede hy onderskei tussen vooraf- (*preactive*), interaktiewe (*interactive*) en agterna- (*postactive*) fases van leerfasilitering. Ek fokus vervolgens in meer detail op leerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë en vaardighede.

2.10.1 Komponente van die leerfasiliteerder se metakognitiewe strategieë en vaardighede

Artzt en Armour-Thomas (2001) kategoriseer leerfasiliteerders se kennis, oortuigings, doelwitte en denkprosesse as metakognitiewe komponente wat tydens leerfasilitering voltrek behoort te word en wat voor, tydens en ná afloop van die leerfasiliteringsgeleentheid geïmplementeer behoort te word. Schulman (1986) definieer die **leerfasiliteerder se kennisbesit (van kennisinhoud, en metakognitiewe kennis van leerders, leer, leerfasilitering en leerfasiliteringstrategieë)** as 'n geïntegreerde, multidimensionele stelsel geïnternaliseerde inligting (kennis en verstaan) oor leerders, leerarea-inhoud en leerfasilitering 'n faset wat wiskundeleer en -leerfasilitering grootliks beïnvloed (Fennema & Franke, 1992; Leinhardt, Putnam, Stein & Baxter, 1991 en Peterson, 1988).

Oortuigings dui weer op aannames aangaande die aard van leer, leerinhoud en leerfasilitering wat leerfasiliteerders se persepsies, oordeel en gedrag beïnvloed/beprek. Hierdie fasette van wiskundeleer dien as filters waardeur nuwe wiskunde-inhoud geïnterpreteer word, en waardeur betekenis aan ervarings gekoppel word. Implisiet hierin ingebed is aannames aangaande leerarea-inhoud, leerders en leer (Artzt & Armour-Thomas, 2001; Ernest, 1988; Kagan 1992; Pajares, 1992).

Doelwitte, wat sowel konseptuele as proseduurmatige verstaan beklemtoon, word gedefinieer as intellektuele, sosiale en emosionele uitkomst wat leerders as 'n gevolg van leerfasilitering en -ervarings behoort te bereik (Artzt & Armour-Thomas, 2001; Cobb, Yackel & Wood, 1991; Hiebert, 1986; Silver, 1987). Die uitkomst vir onderrig en leer van wiskunde wat deur die Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring Graad R-9 (Skole) (Departement van Onderwys, 2002) daargestel word en wat hierby ingesluit behoort te word, word vervolgens aangehaal:

Die onderrig en leer van wiskunde is daarop gerig om die volgende in die leerder te ontwikkel:

- *'n kritiese bewustheid van hoe wiskundige verwantskappe in sosiale, omgewings-kulturele en ekonomiese verband gebruik word;*
- *die nodige selfvertroue en bevoegdheid om enige wiskundige situasie te hanteer sonder om deur 'n vrees vir wiskunde belemmer te word;*
- *'n waardering vir die skoonheid en elegansie van wiskunde;*
- *'n gees van weetgierigheid;*
- *'n liefde vir wiskunde.*

Hierbenewens kan die onderrig en leer van wiskunde die leerder in staat stel om die volgende te doen:

- *ontwikkel 'n bewustheid van die uiteenlopende historiese, kulturele en sosiale toepassing van wiskunde;*
- *erken dat wiskunde 'n kreatiewe deel van menslike aktiwiteit is;*
- *ontwikkel diepgaande konseptuele begrippe ten einde wiskunde te verstaan;*
- *verwerf die spesifieke kennis en vaardighede wat nodig is vir:*

- die toepassing van wiskunde op fisiese, sosiale en wiskundige probleme;
- die studie van verwante materiaal (bv. ander leerareas),
- verdere studie in wiskunde (Departement van Onderwys, 2002: 4-5).

Artzt en Armour-Thomas (2001) definieer **leerfasiliteerders** se **denkprosesse** laastens as verstandsaktiwiteite wat hulle implementeer om toepaslik besluite te kan neem en oordele te kan fel voor (beplanning), tydens (monitering en regulering) en ná afloop van (assessering/evaluering en refleksie) leergeleenthede. Hierdie aspekte van leerfasiliteerders se denke is nie konseptueel onderskeibaar nie, maar is komponente van 'n ingewikkelde konfigurasie interafhanklike ontwikkelingsprosesse en implementeringskemas (Artzt & Armour-Thomas, 2001; Clark & Peterson, 1986; Shavelson, 1986; Shavelson & Stern, 1981).

Uit al die voorafgaande bespreking van die begrip "metakognisie" is die logiese vraag wat nou na vore tree die volgende: Hoe verwerf en ontwikkel leerders metakognisie?

2.11 Verwerwing van "metakognisie"

Vroeë **privaatspraak** (*private speech*) word beskryf as 'n voorganger van metakognitiewe gedrag wat ontwikkel deur middel van eksterne fasilitering van spraak, wat ontwikkel in interne fasilitering van spraak in die middel-kinderjare (Manning, White & Daugherty, 1994). Gedurende die middel-kinderjare word eksterne (hardop dink) privaatspraak sosiaal onaanvaarbaar en eers weer 'sigbaar' by adolessente. Volwassenes gebruik privaatspraak wanneer hulle betrokke is by 'n moeilike/uitdagende situasie.

Navorsing toon dat hoewel leerders bewus mag wees van sekere metakognitiewe strategieë, hulle baie keer nie verstaan hoe om dit toe te pas nie. Daarvoor het leerders **onderrig, riglyne en oefening** nodig om hulle te help om te leer hoe om effektiewe selfmoniteringstrategieë op akademiese take, soos op wiskundeprobleemoplossing, toe te pas (Brown, 1987).

Manning, White en Daugherty (1994) wat die **ontwikkeling** van selfreguleringsvaardighede by kinders ondersoek het, onderskei tussen vier moontlike kategorieë privaatspraak:

- Die eerste en laagste vlak hou verband met privaatspraak wat niks te doen het met die taak waarmee die kind besig is nie, maar eerder fokus op emosies en gevoelens (affektiewe uitdrukking) of vrae of opmerkings oor iets anders as die taak.
- Die tweede vlak is relevant vir die taak waarmee die kind besig is, maar hou nie verband met die voltooiing van die taak nie.
- Vlak drie is taak-relevante privaatspraak wat die taak op hande fasiliteer deur inhoud, proses of struktuur te beskryf en as strategie gebruik word om aandag te fokus (*i.e.* kognitiewe fokus).

- Vlak vier is hoër-orde fasiliterende privaatspraak. Dit sluit in die regstelling van foute, versterking van die aard van die taak/probleem of die baarspraak van die taak (i.e. metakognitiewe fokus).

Borkowski, Estrada, Milstead en Hale (1989) benader die **ontwikkeling** van metakognisie vanuit 'n ontwikkelingsperspektief, deur die verbetering van spesifieke kennis van strategieë en die prosesse waardeur selfmonitering en metakognisie verkry word, te ondersoek. Hierdie outeurs glo dat kinders van jongs af waarneem hoe ander individue probleme oplos en getuies is van ander se strategiese gedrag, asook van positiewe uitkomst. Kinders leer sulke gedrag deur middel van modellering **en** direkte fasilitering.

Die voorgaande insigte kan waarskynlik ten beste soos volg opgesom word: metakognisie en metakognitiewe strategieë dui op bepaalde vaardighede wat gefasiliteer, geoefen, verbeter en verwerf (aangeleer) **kan** word. Wanneer die toepassing van metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede bespreek word, is dit nodig om ook te motiveer waarom (doel) dit geïmplementeer behoort te word en daarom fokus ek vervolgens op die doel daarvan, asook op enkele toepassingsmoontlikhede.

2.12 Die toepassing van “metakognisie”

2.12.1 Die doel van “metakognisie”

Cardelle-Elawer (1995) onderskei drie redes waarom metakognitiewe strategieë benodig word:

- (i) Dit stimuleer en ontwikkel leerders se denke om insigte te verwerf van hul eie verstandspesesse.
- (ii) Wanneer leerders hul eie denke beoordeel, rig en lei dit hul aktiwiteite tydens probleemoplossing.
- (iii) Die klaskameromgewing word 'n plek waar interaksie en ondersoekende houdings aangemoedig word deur middel van besprekings tussen die leerfasiliteerder en leerders. Hierdie besprekings sluit nie net in **wat** geleer moet word nie, maar ook **hoe** en **hoe**kom geleer moet word.

Hierdie siening van leer en leerfasilitering, naamlik dat metakognitiewe kennis metakognitiewe ervarings aktiveer wat weer die gebruik van bepaalde metakognitiewe strategieë aktiveer (Garner, 1987), staan in sterk kontras met die tradisionele benadering tot wiskundeleerfasilitering (-onderrig) waar die leerfasiliteerder (onderwyser) slegs fokus op wat geleer behoort te word en leerders passief in dié proses is (Cardelle-Elawer, 1995).

Dit gebeur egter wel soms dat leerders, ten spyte daarvan dat hulle metakognitiewe vaardighede en strategieë aan die dag lê, onsuksesvol is met die oplossing van wiskunde probleme en enkele moontlike oorsake van dié gebrek aan sukses word vervolgens uitgelig.

2.12.2 Wanneer is die implementering van metakognitiewe strategieë oënskynlik nie suksesvol in die wiskunde klaskamer nie?

Ontoereikende metakognitiewe vaardighede kom in wese neer op 'n onvermoë om toereikend te leer (Baker, 1982; Wong, 1991). Wong (1991) beveel aan dat leerders wat blyke gee van probleme om toereikend te leer, **onderrig behoort te word** om metakognitiewe strategieë en selfregulerende gedrag te implementeer (en oor hul gedrag te reflekteer, behoort waarskynlik hierby bygevoeg te word). Net soos leerders se kennisbasis ontoereikend/gebrekkelig kan wees, kan 'n bepaalde leerder se metakognitiewe kennisbasis ook ontoereikend/gebrekkelig wees en kan die implementering van metakognisie dus ernstig skeefloop (Garner, 1987).

Schraw (2001) meen verder dat die volgende waarnemings kan aandui dat metakognitiewe vaardighede nie suksesvol geïmplementeer word nie: Leerders

- raak nie betrokke nie en hou nie vol met 'n uitdagende taak nie
- skryf sukses met 'n taak/probleem nie aan die implementering van strategieë en selfregulering toe nie
- lê nie toepaslik deurstellingsvermoë/moeite (*effort*) aan die dag nie
- glo dat intellektuele vermoë (alleen) of die tekort daaraan, feitlik eksklusief vir hul prestasie verantwoordelik is.

Dit is veel nader aan die waarheid om te beweer dat leerders se belewing van sukses tydens die bestuur van hul eie kennis, hulle help om wiskunde probleme toepaslik en toereikend op te los (Schoenfeld, 1985).

Ek fokus ten slotte op enkele moontlike wyses waarop metakognitiewe strategieë en vaardighede prakties in wiskunde klasse geïmplementeer kan word.

2.13 Ontwikkeling van metakognitiewe strategieë en vaardighede in die klaskamer

Die leerfasiliteerder kan verskeie strategieë aanwend om die implementering van metakognitiewe strategieë te verbeter. Ideaal gesproke is dit nodig dat leerfasiliteerders nie net metakognitiewe strategieë fasiliteer nie, maar ook geleenthede skep vir leerders om dit self toe te pas en te oefen. Koutselini (1991) stel die volgende strategieë voor wat leerfasiliteerders kan implementeer om leerders te ondersteun en te begelei om bewus te word van hul eie denke en metakognitiewe vermoëns: Leerfasiliteerders behoort

- leerders aan te moedig om hardop te dink
- leerders se aandag te fokus op die verstaan van hul eie denke sowel as die probleem wat hulle moet oplos

- van leerders te vereis om nie net 'n antwoord te verskaf nie, maar ook om hul denkprosesse en die strategieë wat gevolg is om die probleem op te los, te verduidelik
- strategieë te fasiliteer wat geïmplementeer kan word om struikelblokke tydens probleemoplossing te oorkom
- leerders aan te moedig om vrae te stel voor, tydens en na die uitbreiding van 'n probleem
- leerders te help om verbande, ooreenkomste en verskille raak te sien
- leerders te bemagtig om aandag te gee aan assesseringskriteria.

Hierdie riglyne wat leerfasiliteerders behoort te implementeer om metakognitiewe strategieë en vaardighede te ontwikkel, word aangevul met Blakey en Spence (1990) se voorstelle oor wat in die wiskundeklas behoort te gebeur:

- Leerders behoort dit wat hulle weet en dit wat hulle nie weet nie, te identifiseer. Met ander woorde, hulle behoort bewustelik te besluit wat die stand van hul eie kennis van die probleem is.
- Leerders behoort oor hul denke te praat om 'n woordeskat op te bou om hul denke te beskryf. Leerfasiliteerders behoort hul denke te modelleer en dit met leerders te bespreek, sodat leerders denkvaardighede kan herken.
- Leerders behoort 'n joernaal aan te hou waarin hulle op hul denke reflekteer, dubbelsinnighede en teenstrydighede aanteken en kommentaar lewer op struikelblokke wat oorkom is.
- Daar behoort van leerders verwag te word om geleidelik die verantwoordelikheid om hul eie leer te beplan en te reguleer, oor te neem.
- Denkprosesse behoort in 'n klasbespreking opgesom en verduidelik te word en daar behoort van ontoepaslike denkprosesse ontslae geraak te word.
- Selfevaluering behoort aanvanklik gerig te word deur 'n kontroelyst wat op denkprosesse fokus, maar leerders behoort die verantwoordelikheid geleidelik self oor te neem.

Dit is nie moontlik vir leerfasiliteerders om alles vir leerders te leer wat hulle vir hul leeftyd moet weet, of gaan nodig kry nie. Wanneer leerders toegerus word met metakognitiewe strategieë en vaardighede – wat nie uitgedien kan raak nie – word hulle bemagtig om onafhanklike, lewenslange leerders te word (Bonds, Bonds, & Peach, 1992).

2.14 Samevatting

In Hoofstuk 2 het ek gefokus op "leer", leerteorieë in die algemeen, die sosiaal-konstruktivistiese leerteorie in die besonder, asook uitkomsgerigte onderwys. Die spilpunt van hierdie hoofstuk is egter die begrip "metakognisie". Aspekte van "metakognisie" is aan die hand van definisies, die sienings van die vernaamste grondleggers van die begrip, leerteoretiese grondslae, die wese daarvan, menslike verwerwing, die toepassing in leerkontekste en laastens, voorstelle vir die fasilitering daarvan, uitgelig, ondersoek en verduidelik.

In Hoofstuk 3 word die navorsingsontwerp uiteengesit en verduidelik.



HOOFFSTUK 3 : Navorsingsontwerp

Onderzoek na metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer met besondere verwysing na die senior fase

Hoofstuk 1

Oriëntering

- 1.1 Algemene inleiding
- 1.2 Probleemstelling en motivering
- 1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk
- 1.4 Begripsverklaring
- 1.5 Hoofstukindeling

Hoofstuk 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

- 2.1 Inleidende oriëntering
- 2.2 Begrip "leer"
- 2.3 'Ander' aspekte van leer
- 2.4 Leerteorieë
- 2.5 Sosiale konstruktiewisme
- 2.6 Uitkomstgerigte onderwys
- 2.7 Metakognisie
- 2.8 Metakognitiewe teorieë
- 2.9 Wese van "metakognisie"
- 2.10 Leerfasiliteerder
- 2.11 Verwerwing van metakognisie
- 2.12 Toepassing van metakognisie
- 2.13 Ontwikkeling van metakognisie
- 2.14 Samevatting

Hoofstuk 3

Navorsingsontwerp

- 3.1 Inleidende oriëntering
- 3.2 Aannames van navorser
- 3.3 Steekproef en deelnemers
- 3.4 Data-insamelingsinstrumente
- 3.5 Data-insamelingsprosedure(s)
- 3.6 Strategieë vir data-analise
- 3.7 Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid
- 3.8 Opsomming en uiteensetting
- 3.9 Etiese oorwegings
- 3.10 Parameters
- 3.11 Voorsiene probleme
- 3.12 Samevatting

Hoofstuk 4

Resultate: Kwantitatiewe deel van die studie

- 4.1 Inleidende oriëntering
- 4.2 Statistiese gegewens: leerders
- 4.3 Statistiese gegewens: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 4.4 Samevatting

Hoofstuk 5

Resultate: Kwalitatiewe deel van die studie

- 5.1 Inleidende oriëntering
- 5.2 Resultate: leerders
- 5.3 Resultate: indiens-wiskundeleerfasiliteerder
- 5.4 Resultate: voordiens-wiskundeleerfasiliteerders
- 5.5 Samevatting

Hoofstuk 6

Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

- 6.1 Inleidende oriëntering
- 6.2 Triangulasie
- 6.3 Kontekstualisering: leerders
- 6.4 Kontekstualisering: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 6.5 Samevatting

Hoofstuk 7

Opsomming en aanbevelings

- 7.1 Inleidende oriëntering
- 7.2 Samevatting
- 7.3 Bevindings
- 7.4 Beperkings
- 7.5 Aanbevelings
- 7.6 Etiese aspekte
- 7.7 Slotopmerking

HOOFSTUK 3

Navorsingsontwerp

3.1. Inleidende oriëntering

3.2. Aannames

3.3. Steekproef en deelnemers

3.4. Data-insamelings-instrumente

3.5. Data-insamelings-prosedure(s)

3.6. Strategieë vir data-analise

3.7. Geldigheid, betroubaarheid, vertrouenswaardigheid

3.8. Opsomming en uiteensetting

3.9. Etiese oorwegings

3.10. Parameters

3.11. Voorsiene probleme

3.12. Samevatting

Metateoretiese aannames

Teoretiese aannames

Paradigmatiese perspektief

Navorsingsmetodologie

Skooltipes

Kwantitatief: steekproef

Kwalitatief: deelnemers

Kwantitatief

Kwalitatief

Kwantitatief

Kwalitatief

Rol as navorser

Kwantitatief

Kwalitatief

Triangulasie

Leerders

Indiens-wiskunde-leerfasiliteerders

Voorsiens-wiskunde-leerfasiliteerders

Leerders

Indiens-wiskunde-leerfasiliteerder

Voordiens-wiskunde-leerfasiliteerders

Leerders

Indiens-wiskunde-leerfasiliteerder

Voordiens-wiskunde-leerfasiliteerder

Leerders

Indiens-wiskunde-leerfasiliteerder

Voordiens-wiskunde-leerfasiliteerder

HOOFSTUK 3

Navorsingsontwerp

3.1 Inleidende oriëntering

In Hoofstuk 2 is gefokus op die literatuurstudie met betrekking tot metakognisie, leer en fasilitering van leer in wiskunde. In Hoofstuk 3 word op die navorsingsontwerp van die onderhawige studie gefokus.

3.2 Aannames van die navorser

My primêre navorsingsaannames is die volgende: die doel van navorsing is om die wêreld om ons beter te verstaan. Ek glo verder dat hierdie "verstaan" beïnvloed word deur hoe die navorser die wêreld sien, wat die navorser van die wêreld verstaan en wat die navorser as die doel van dié verstaan beleef (Cohen, Manion & Morrison, 2000).

Ek bespreek vervolgens enkele metateoretiese vertrekpunte en teoretiese aannames wat voortspruit uit die algemene aanname wat hierbo genoem is.

3.2.1 Metateoretiese vertrekpunte

Elke mens het 'n lewensvisie (metateoretiese vertrekpunte) wat deur Van der Walt (1999) gedefinieer word as 'n ordelike samehang van oortuigings wat as eenheid funksioneer om vir die mens rigting te gee. Rens (2005) definieer lewensvisie soos volg:

Die lewensvisie sluit idees oor God, die werklikheid of die skepping en die mens in en daarom vergestalt dit in die waardes wat 'n individu aanhang (Rens: 2005:14).

My metateoretiese vertrekpunte, met besondere verwysing na leer en leerfasilitering in wiskunde, word kortliks bespreek.

Die mens – liggaam, psige en gees – is die kroon van God se skepping. Volgens Van der Walt (1999) is die religieuse verhouding tot die God van die Bybel vir die Christen totaal, sentraal en integraal. Dit beteken dat my verhouding met God my hele lewe omvat, dat dit in my diepste wese by alles wat ek doen, betrokke is en dat die binding van my hart geïntegreer is met alles wat ek doen. God het die mens geskape as Sy **verteenwoordiger** (Gen 1:27) met die opdrag om te **heers** (Gen 1:28) oor die geskape werklikheid. God is die Skepper van alle dinge en daarom rig die volgende vers my siening van wiskunde: *Toe het God gekyk na **alles** wat Hy gemaak het, en dit was **baie goed*** (Gen 1:31). Ek aanvaar dat wiskunde ook *baie goed* is en dat die mens oor metakognitiewe vaardighede behoort te beskik om God se opdrag om te 'heers' op toepaslike wyse te kan uitvoer.

Die verwysingsraamwerk wat ek hierbo uitgestippel het, rig my denke. In die lig hiervan beskou ek die leerder en die leerfasiliteerder dus as unieke wesens met unieke gawes om te kan leer, leer te kan fasiliteer, te kan dink, keuses uit te kan oefen, ingeligte besluite te kan neem, keuses/besluite te

verander, as leerder of leerfasiliteerder te kan ontwikkel en op sy/haar handelwyse/optrede te kan reflekteer. Hierdie fasette is baie belangrik in die wiskundeklas, aangesien sowel leer as leerfasilitering in wiskunde die eis stel dat die leerder en die leerfasiliteerder deurlopend en aktief betekenis moet gee aan hul beewing van hul wiskundige vaardighede en handeling.

Enige besinning oor metateoretiese vertrekpunte en spesifiek in die onderhawige studie oor metakognisie, stel die eis van toepaslike besinning oor die verskynsel "refleksie", wat vir die doel van die onderhawige studie verwys na die sikliese of voortdurende handeling (sowel denk- as fisiese handeling) waar die leerder en die leerfasiliteerder bewus raak van hulself en hul handeling, en betekenis heg (verstaan) aan sy/haar leer of leerfasilitering in wiskunde (Hutchinson & Wilson, 1994). Refleksie help leerders en leerfasiliteerders dus potensieel om die betekenis wat hulle aan hul wiskundige ervarings heg, te ondersoek, te verstaan en te ken. Deur te reflekteer (diep na te dink, te besin oor handeling) verdiep die persoon wat reflekteer sy/haar kennis van (i) die self as wiskundeleerder/-leerfasiliteerder en van mekaar as leerders/leerfasiliteerders, (ii) wat die leerarea wiskunde behels en vereis (taakvereistes), asook (iii) beskikbare en toepaslike strategieë om in wiskundeleer of -leerfasilitering te implementeer.

Ek aanvaar verder dat die wiskundeleerfasiliteerder die leerder begelei om sy/haar volle potensiaal, in hierdie geval in wiskunde, te ontsluit. Dit blyk uit die literatuur dat die wiskundeleerfasiliteerder metakognitief te werk moet gaan: te weet wanneer om wat te doen en hoekom dit gedoen moet word en gedurig te reflekteer om seker te maak dat die begeleiding nog die gestelde doelwit nastreef. Met ander woorde, ek verwys na die klassieke verwysing "denke oor die denke" (Brown, 1978; Flavell, 1976, 1979; Inhelder & Piaget, 1958). Dit is nie voldoende dat leerfasiliteerders self oor metakognitiewe vaardighede beskik nie, dit is by uitstek hul taak om leerders te begelei om hul eie metakognitiewe vaardighede te ontwikkel. Die leerder wat goed ontwikkelde metakognitiewe vaardighede het, word potensieel bemaagtig om onafhanklik te kan leer en op sy/haar eie handeling te kan reflekteer.

Die metateoretiese vertrekpunte wat ek in hierdie betoog uitgestippel het, beïnvloed die teoretiese aannames wat vervolgens uitgestippel word.

3.2.2 Teoretiese aannames

Hierdie studie word vanuit die sosiaal-konstruktivistiese¹¹ teorie benader. Volmink (1993: 33-34) definieer konstruktivisme soos volg:

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

¹¹ Kyk: Hoofstuk 1, 1.3 en Hoofstuk 2, 2.4 waar die teorie, waarop dié onderhawige studie berus in meer diepte bespreek word.

experience and that they therefore should take charge of their own learning experiences.

Volmink (1993) suggereer dat selfrefleksie deel van sosiaal-konstruktivistiese denkprosesse uitmaak. Die idee strek egter veel verder terug. Reeds in 1933 skryf John Dewey in *How we think* oor die belangrikheid van selfrefleksie wanneer probleme opgelos word. Hy verwys implisiet na metakognisie. Nuwer navorsing is selfs meer uitgesproke oor hierdie aspek: Metakognitiewe denke kan die volgende insluit: die monitoring of kontrolering van, of reflektering op, die eie kognitiewe prosesse (Garofalo & Lester, 1985). Dit is dus veelseggend dat die verskynsel "metakognisie" direk en indirek terug te vind is in die Kritieke Uitkomst wat deur uitkomstgerigte onderwys en Kurrikulum 2005 (Department of Education, 1995) in Suid-Afrika in die vooruitsig gestel word. Een tema wat implisiet in die meeste van die gestelde uitkomst voorkom, is immers die idee dat leerders begelei behoort te word om na te dink oor hul eie denke, en wanneer metakognisie geïmplementeer word, is die persoon wat metakognitief handel of dink, juis besig om te dink oor sy/haar denke: denke oor die denke oor die denke ...

Sowel die metateoretiese vertrekpunte as die teoretiese aannames, wat so pas bespreek is, het my paradigmatiese perspektief gevorm. Hierdie aspek van my studie word vervolgens uitgestippel.

3.2.3 Paradigmatiese perspektief

Navorsing berus op basiese teoretiese aannames (vertrekpunte), navorsingstegnieke en vrae wat beantwoord moet word. Met ander woorde, dit is noodsaaklik dat navorsers allereers sekerheid kry oor hul basiese navorsingsoriëntasie, insluitend hul navorsingsparadigma, wat deur Neuman (2000) beskryf word as 'n basiese oriëntering tot 'n teorie. 'n Paradigma kan dus, vir die doel van my studie, beskou word as 'n denkmodel waarop wetenskaplikes of navorsers 'n teorie bou. 'n Beskrywing van my paradigmatiese perspektief stel my potensieel in staat om deur die proses van reflektering nog meer bewus te word van my eie veronderstellinge en om dit uit te sonder en te isoleer (McCracken, 1988).

In die lig van die voorgaande betoog, stel ek dit dat my studie primêr vanuit die KWANTITATIEWE-KWALITATIEWE, interpretatiewe epistemologie onderneem word. KWANTITATIEF-KWALITATIEF dui in die onderhawige studie daarop dat my navorsing beide kwantitatief en kwalitatief van aard is.

Die res van my betoog sluit nou aan by die denkraamwerk wat Neuman (2000) oor die interpretatiewe benadering huldig, naamlik dat

- die navorser wil leer en agterkom wat belangrik en relevant is vir die mense wie se handeling nagevors word
- die navorser die sosiale werklikheid van mense, soos hulle dit definieer aanvaar
- die navorser wil ontdek wat sekere handeling vir die mense wat dit uitvoer, beteken
- die navorser aanvaar dat mense betekenis en 'n werklikheid skep, en dat hierdie betekenis en werklikheid is wat hulle dink of ervaar dit is en dat daar nie 'beter' betekenis of werklikhede is nie
- gesonde menseverstand (*common sense*) 'n belangrike bron van inligting is om mense se handeling te verstaan, omdat die mens se gesonde menseverstand en sy verstaan van die

werklikheid ontstaan uit sy/haar eie gesitueerdheid in die werklikheid en sy/haar stel aannames oor die wêreld

- enige navorsingsverslag ryk beskrywende detail en beperkte abstraksies bevat.

Bracketing is vir Neuman (2000) van spesifieke belang en dui op 'n verstandsaktiwiteit waartydens die navorser dit wat almal weet/aanneem (veronderstellings), identifiseer en afsonder/soleer, sodat onderliggende steiers (*scaffolding*) waarop optrede gegrond word, sigbaar kan word en verstaan kan word. In aansluiting by Neuman (2000) oordeel ek verder dat navorsing nie waardeevry is nie. Die werklike rol van die navorser is intendeel om as geesdriftige deelnemer (*passionate participant*) (Guba & Lincoln, 1994:115) betrokke te wees by die mense wat bestudeer word.

Samevattend kan gesê word die interpretatiewe benadering tot navorsing is sensitief vir die konteks waarin gewerk word, word verskeie metodes ingeskakel om ander mense se handeling te verstaan. Dit is verder vir die navorser belangriker om mense empaties te verstaan as om die wette van menslike handeling te toets.

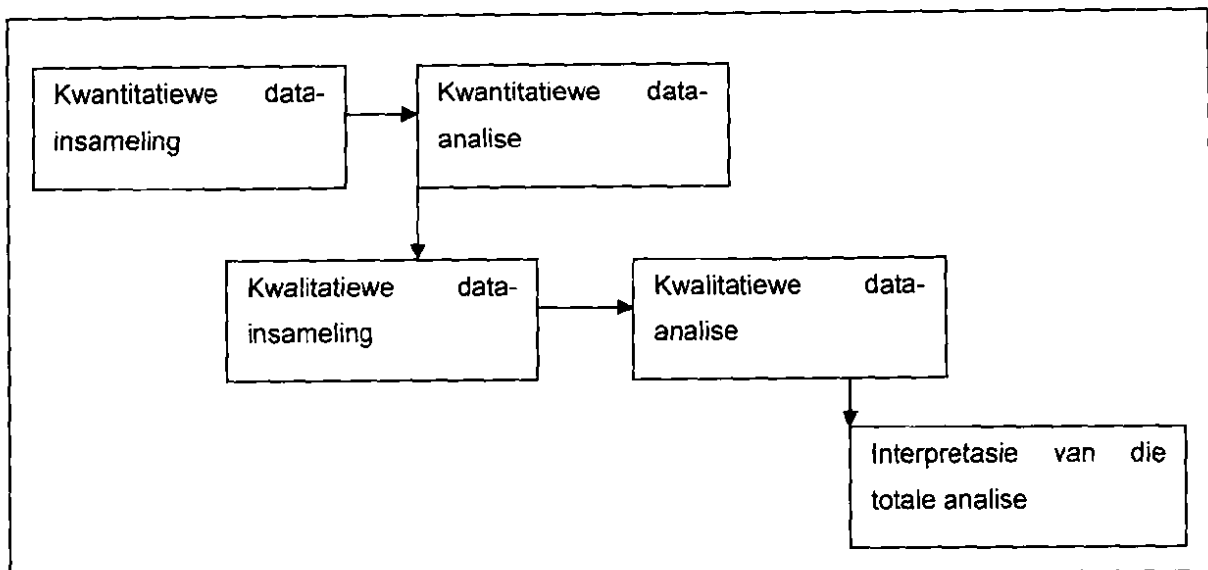
Ek sal vervolgens verduidelik hoedat my paradigmatiese perspektief beslag gegee het aan my navorsingsmetodologie.

3.2.4 Navorsingsmetodologie

Ek volg die tweefasige opeenvolgende gemengde navorsingsmetode (Creswell, 2003). Die kwantitatiewe resultate van die steekproef word opgevolg met kwalitatiewe navorsing waartydens vier leerders en een indiens-wiskundeleerfasiliteerder en agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe vaardighede ondersoek word om die kwantitatiewe resultate in meer diepte te verstaan.

In die eerste fase ondersoek ek aan die hand van kwantitatiewe vrae (Lucangeli & Cornoldi, 1997) die verband tussen die implementering van metakognisie en metakognitiewe strategieë tydens die oplossing van wiskunde probleme (onafhanklike veranderlike) en wiskunde prestasie (afhanklike veranderlike) by senior fase-leerders. Die leerders se kognitiewe strategiegebruik en hul selfregulering word deur middel van die *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) (Pintrich, Smith & McKeachie, 1989) ondersoek. In die eerste fase word indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se vlak van metakognitiewe vorming en wyse waarop metakognitiewe vaardighede geïmplementeer word aan die hand van 'n selfassesseringsvraelys ondersoek. In die tweede fase word kwalitatiewe waarnemings, oudiovisuele opnames, gestruktureerde onderhoude en aksiekaarte ingeskakel om by vier Graad 9-leerders, een indiens-wiskundeleerfasiliteerder en agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders aspekte van metakognisie te ondersoek en bevindings van die kwantitatiewe ondersoek uit te brei.

Vervolgens word die ondersoekmetode skematies voorgestel:



Figuur 15 Skematiese voorstelling van die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoekmetode van die onderhawige studie

Bron: Creswell (2003: 213, Figuur 11.2)

Vir die kwantitatiewe deel van hierdie studie is 'n eenmalige dwars-deursnit gebruik. Volgens Leedy en Ormrod (2001:194) is die voordeel van hierdie beskrywende kwantitatiewe model dat die navorser die benodigde data eenmalig insamel en nie hoef te sukkel met die opspoor van leerders wat dalk verhuis het nie. Die nadele van hierdie navorsingsmetode is dat verskillende ouderdomsgroepe as steekproef gebruik kan word en dié groepe dan nie met mekaar vergelyk kan word nie – omdat die verskille in die ouderdomme te groot kan wees. Dit lei verder daartoe dat korrelasies tussen die eienskappe wat ondersoek word, nie bereken kan word nie (Leedy & Ormrod, 2001).

'n Beskikbaarheidssteekproef is in die onderhawige studie gebruik. In hierdie studie is 339 leerders in die senior skoolfase, 40 indiens-wiskundeleerfasiliteerders en 88 voordiens-wiskundeleerfasiliteerders by die kwantitatiewe ondersoek betrek.

In die kwalitatiewe deel van hierdie ondersoek word op vier Graad 9-leerders, een Graad 9-indiens-wiskundeleerfasiliteerder en agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognisie en metakognitiewe strategieë gefokus. Daar word gebruik gemaak van gedetailleerde kwalitatiewe waarneming en gestruktureerde onderhoude.

Die situasie is ondersoek soos dit is, met ander woorde geen aanpassings of veranderings is gemaak nie. Die doel van hierdie studie is nie om oorsaak gevolg-verbande te ontdek nie (Leedy & Ormrod, 2001:191).

Vervolgens word die steekproef in die kwantitatiewe aspek en die deelnemers aan die kwalitatiewe aspek van die onderhawige studie, weergegee.

3.3 Steekproef van die kwantitatiewe deel en deelnemers aan die kwalitatiewe deel van die onderhawige studie

3.3.1 Skooltipes

Ses primêre/sekondêre skole in Potchefstroom het ingewillig om deel te neem aan hierdie navorsing. Uit alle skole in Potchefstroom en Ikageng is die volgende tipes skole ingesluit:

- Voormalige model-C skole sowel as *Township* (Ikageng)-skole;
- Afrikaans-medium, Engels-medium, sowel as dubbel- (Afrikaans- en Engels-) medium;
- Skole wat oorwegend swart sowel as oorwegend blanke leerders het.

Vervolgens word die respondente van die kwantitatiewe deel van die onderhawige studie beskryf.

3.3.2 Steekproef (kwantitatiewe faset van die navorsing)

3.3.2.1 Besikbaarheidsteekproef vir leerders

Die ouderdomme, geslagte en aantal leerders word per graad in tabelvorm weergegee.

Tabel 17 Frekwensies van die verspreiding van die ouderdomme en geslagte van die leerders

Veranderlike	12 jaar	13 jaar	14 jaar	15 jaar	16 jaar	17 jaar	n	Manlik	Vroulik
Aantal leerders	68	100	78	76	13	4	339	140	199

Tabel 18 Gemiddelde (\bar{x}) en standaardafwyking (s) van leerders se ouderdomme

Veranderlike	n	\bar{x}	s
Gemiddelde ouderdom van leerders van populasie (jare)	339	13.6	1.2

Die aantal leerders (gerealiseerde steekproef) soos per graad word in tabelvorm weergegee.

Tabel 19 Samestelling van die gerealiseerde¹² kwantitatiewe beskikbaarheidsteekproef van leerders

Skool	Aantal Graad 7-leerders	Aantal Graad 8-leerders	Aantal Graad 9-leerders	Hoe is die groep saamgestel?	Taalmedium van die skool	Rasse-verteenvoordinging
01		46	85	Alle Graad 8- en Graad 9-leerders	Dubbelmedium (Afrikaans en Engels)	Alle rasse
02	26			Elke vyfde leerder op die alfabetiese klaslyste	Afrikaansmedium	Oorwegend blank
03	23			Elke vyfde leerder op die alfabetiese klaslyste	Afrikaansmedium	Oorwegend blank
04	74			Alle Graad 7-leerders	Engelsmedium	Alle rasse (50-50)
05	27			Elke vyfde leerder op die alfabetiese klaslyste	Engelsmedium	Oorwegend swart
06			58	Alle Graad 9-leerders	Engelsmedium	Oorwegend swart
Totaal	150	46	143		Groot totaal: n = 339	

¹² Sommige skole het vereis dat al die leerders van die betrokke graad 'n vraelys moes invul, terwyl ander skole tevrede was dat slegs elke vyfde leerder op die alfabetiese klaslyste kon deelneem.

3.3.2.2 Beskikbaarheidsteekproef vir indiens-wiskundeleerfasiliteerders

Daar is gepoog om sowat 30 indiens-wiskundeleerfasiliteerders, wat wiskundeleer in die senior fase fasiliteer, te betrek. Slegs 12 wiskundeleerfasiliteerders het ingewillig om aan die studie deel te neem.

'n Verdere agt-en-twintig¹³ indiens-wiskundeleerfasiliteerders het die selfassesseringsvraelys by die AMESA¹⁴-kongres (27-30 Junie 2005, Kimberley) ingevul.

Tabel 20 Frekwensies van die ouderdomme en geslagte van die indiens-leerfasiliteerders

Veranderlike	20-30 jaar	30-40 jaar	40 jaar/ouer	Totaal	Manlik	Vroulik
Aantal indiens-leerfasiliteerders	6	17	17	n = 40	19	21

Tabel 21 Frekwensies van indiens-wiskundeleerfasiliteerders se jare ervaring

Jare ervaring per intervale	0-5 jaar	6-10 jaar	11 jaar en meer
Aantal indiens-leerfasiliteerders	7	11	22

Tabel 22 Frekwensies van indiens-wiskundeleerfasiliteerders per skoolfase

Skoolfase	Grondslag	Intermediër	Senior	Verdere onderwys en opleiding
	Graad R-3	Graad 4-6	Graad 7-9	Gr 10-12
Aantal indiens-leerfasiliteerders	2	6	24	8

3.3.2.3 Beskikbaarheidsteekproef vir voordiens-wiskundeleerfasiliteerders

Alle voordiens-wiskundeleerfasiliteerders wat in 2004 die eerste-, tweede- en derde-jaar wiskunde as kernmodule aan die Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit (Fakulteit

¹³ In ooreenkoms met my studieleier het ek indiens-wiskundeleerfasiliteerders wat my referaat tydens die AMESA-kongres op 28 Junie 2005 bygewoon het, gevra om die selfassesseringsvraelys in te vul.

¹⁴ Association for Mathematics Education of South Africa

Opvoedingswetenskappe) (B.Ed.) neem, en teenwoordig is op die dag wat die vraelyste ingeskakel word, word by die studie betrek.

Tabel 23 Frekwensies van voordiens-leerfasiliteerders per jaargroep en geslag

Aantal eerstejaar-voordiens-wiskundeleerfasiliteerders	Aantal tweedejaar-voordiens-wiskundeleerfasiliteerders	Aantal derdejaar-voordiens-wiskundeleerfasiliteerders	Totaal	Manlik	Vroulik
43	26	19	n = 88	16	72

Tabel 24 Frekwensies van ouderdomme en gemiddelde ouderdom in jare van voordiens-leerfasiliteerders

Veranderlike	17 jaar	18 jaar	19 jaar	20 jaar	21 jaar	22 jaar	23 jaar	Gemiddelde ouderdom
Aantal voordiens-leerfasiliteerders	1	13	23	36	9	5	1	19.6

Tabel 25 Gemiddelde (\bar{x}), mediaan (Me) en standaardafwyking (s) van prestasie in wiskunde wat voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in Junie 2004 behaal

Veranderlike	\bar{x}	Me	s
Prestasie in wiskunde (Junie 2004) behaal	54.3	59	21.1

Vervolgens word die deelnemers aan die kwalitatiewe ondersoek van die onderhawige studie omskryf.

3.3.3 Kwalitatiewe deelnemers

3.3.3.1 Leerders wat deelgeneem het aan die kwalitatiewe faset van die onderhawige studie

Die dubbelmedium skool (Skool 01, Tabel 19) waarin alle rasse (50-50) verteenwoordig word, word gevra om deel te neem aan die kwalitatiewe ondersoek. Dit word gedoen om 'n verteenwoordigende (taal, ras en geslag) groep leerders te hê, waaruit leerders genooi kan word om deel te neem aan die multimetode-onderhoude. Vier Graad 9-leerders word by die multimetode-onderhoudvoering betrek. Die vier leerders word soos volg saamgestel: Drie leerders wat bo 85% vir wiskunde aan die einde van Graad 8 behaal het en een leerder wat onder 60% vir wiskunde aan die einde van Graad 8 behaal het. Daar is gepoog om beide geslagte en verskillende rasse te betrek.

3.3.3.2 Die indiens-wiskundeleerfasiliteerder wat deelgeneem het aan die kwalitatiewe faset van die onderhawige studie

Een indiens-wiskundeleerfasiliteerder aan die dubbelmedium skool waarin alle rasse (50-50) verteenwoordig word (skool 01, Tabel 19), word gevra om deel te neem aan die kwalitatiewe ondersoek. Dit word gedoen om 'n verteenwoordigende (taal, ras en geslag) groep leerders tydens die leerfasiliteringsgeleentheid in die Graad 8- en 9-klasse te hê.

3.3.3.3 Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders wat deelgeneem het aan die kwalitatiewe faset van die onderhawige studie

Die agt deelnemers voldoen aan die volgende vereistes: hulle neem wiskunde as kernmodule, is voordiens-wiskundeleerfasiliteerders (B.Ed.) aan die Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit, is in hul derde studiejaar (tans ingeskryf vir WSKH 321), het bo 75% in die Junie 2005 semester-eksamen behaal en kan hul goed in Afrikaans uitdruk.

Vervolgens word die data-insamelingsinstrumente bespreek.

3.4 Data-insamelingsinstrumente

3.4.1 Kwantitatiewe instrumente van die onderhawige studie

Vervolgens word die kwantitatiewe instrumente wat in die onderhawige studie onderskeidelik by leerders, indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders ingeskakel word, bespreek.

3.4.1.1 Kwantitatiewe instrumente wat by leerders ingeskakel¹⁵ word

Leerders vul twee vraelyste in, naamlik die Lucangeli-Cornoldi-instrument (Lucangeli & Cornoldi, 1997) en twee afdelings van die MSLQ-instrument (Pintrich, Smith & McKeachie, 1989). Die leerders se prestasie in wiskunde in die Junie 2004-eksamen behaal, word ook gebruik. Die vraelyste word vervolgens kortliks bespreek.

(i) Leerders vul 'n vraelys in waarin hul implementering van metakognitiewe vaardighede, terwyl hulle wiskunde probleme oplos, ondersoek word en wat deur Lucangeli en Cornoldi (1997) ontwikkel is. Voortaan sal ek na hierdie vraelys verwys as die **Lucangeli-Cornoldi-instrument**¹⁶. Hierdie vraelys sluit in berekenings met breuke, probleemoplossingstake wat handel oor meting, vorm en ruimte (die berekening van die oppervlakte/area van 'n parallelogram binne-in 'n reghoek) en 'n probleemoplossingstake wat handel oor getalle (die berekening van gemiddeldes). Dit was nodig om die wiskunde-vrae aan te pas vir senior fase-leerders, aangesien die Lucangeli-Cornoldi-instrument (1997) se wiskunde-vrae gerig was op Graad 3- en 4-leerders. By elk van die vrae word

¹⁵ In oorleg met my studieleier, 'n bekende sielkundige, het ek besluit om die term "inskakel" te gebruik.

¹⁶ In oorleg met my studieleier word om etiese redes, geeneen van die kwantitatiewe of kwalitatiewe instrumente wat in die onderhawige studie ingeskakel word, as addendum(s) aangeheg nie.

metakognitiewe vaardighede – voorspelling, monitering en selfevaluering en refleksie – ingesluit. Dié voorspellingsvrae het die doen/oplos van die gegewe probleem voorafgegaan. Die moniterings-, evalueringsvrae van en refleksie op die gegewe probleem het op die gegewe probleemoplossing gevolg. **Voorspelling** is gedefinieer as die vermoë om sy/haar eie sukses of mislukking korrek te antisipeer; **monitering** as die vermoë om die toepaslike strategieë wat geïmplementeer is om die probleem op te los, te eien en neer te skryf; en **evaluering** as die vermoë om te skat (evalueer) of die resultaat korrek is of nie. Verder is ook van leerders verwag om te **reflekteer** op redes hoekom medeleerders met die spesifieke soort probleem sukkel en te sê watter soort foute leerders met hierdie tipe probleem maak (Lucangeli & Cornoldi, 1997:124).

Lucangeli *et al.* (1997) rapporteer in hul studie dat die onderskeie hoofareas van die metakognitiewe instrument α -Cronbach waardes in die orde van 0.79 tot 0.84 gelewer het.

Hier volg 'n voorbeeld van hoe 'n vraag oor 'n metakognitiewe komponent daar uitgesien het. Leerders voorspel hoe goed hulle 'n spesifieke probleem sal kan oplos. Hulle kies die toepaslike een uit die volgende moontlikhede:

- (5) Jy is absoluut seker dat jy die probleem reg sal oplos
- (4) Jy is redelik seker dat jy die probleem reg sal oplos
- (3) Jy is nie seker of weet hoe reg jy die probleem sal oplos nie
- (2) Jy is regtig nie seker nie en jy dink dat jy die probleem nie reg sal oplos nie
- (1) Jy weet dat jy die probleem nie reg sal oplos nie.

(ii) Die **Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)** is gebruik om die leerders se gebruik van metakognitiewe strategieë te bepaal (Pintrich, Smith & McKeachie, 1989). Die 13 items wat betrekking het op kognitiewe strategiegebruik en die nege items wat betrekking het op selfregulering word ingesluit. Voortaan sal ek hierna verwys as MSLQ(kognitiewe strategiegebruik) – en MSLQ(selfregulering)-instrumente. Leerders het hul eie gedrag, terwyl hulle besig is om wiskunde te leer of probleme op te los, geassesseer op die sewe punte van die Likert-skaal (1 = *Glad nie waar van my nie* tot 7 = *Baie waar van my*).

Pintrich en DeGroot (1990) rapporteer in 'n studie dat die kognitiewe strategiegebruik-skaal 'n $\alpha = 0.83$ gelewer het. Mathebula (1995) rapporteer 'n $\alpha = 0.73$ in sy studie in Suid-Afrikaanse omstandighede. Beide α -waardes word gegee, omdat die MSLQ nie gestandaardiseer is vir die respondente van Mathebula (1995) se studie nie. Die items wat betrekking het op kognitiewe strategiegebruik bestaan uit die volgende afdelings: die wat verband hou met herhalingstrategieë [e.g. *Wanneer ek vir 'n toets voorberei, herhaal ek die belangrikste feite vir myself oor en oor* (12)]; uitbreidingstrategieë soos om dele van die werk op te som [e.g. *Wanneer ek leer, sê ek die belangrikste inligtingfeite in my eie woorde* (6)]; strategieë om die werk te organiseer [e.g. *Ek stel skemas op van die hoofstukke in my*

handboek om my te help om beter te leer (20)].

Pintrich en DeGroot (1990) rapporteer dat die selfregulering 'n $\alpha = 0.74$ gegenereer het. Mathebula (1995) rapporteer 'n $\alpha = 0.55$. Die items wat betrekking het op selfregulering, is saamgestel uit items wat handel oor metakognitiewe en bestuursvaardighede. Die items oor metakognisie het gehandel oor beplanning en monitering van verstaan [e.g. *Ek stel vrae aan myself om seker te maak dat ek die werk ken wat ek geleer het* (3); *Wanneer werk te moeilik is, gee ek op of leer net die maklikste gedeeltes* (5)]. Die bestuursvaardighede se items het dinge soos volharding en beheer oor aandag ingesluit [e.g. *Ek vind dat wanneer die onderwyser praat, ek aan ander dinge dink en nie eintlik luister na wat gesê word nie* (16); *Ek werk hard om goeie punte te kry, selfs al hou ek nie van 'n vak nie* (21)].

(iii) Die leerders se wiskundepunte vir die eerste semester van 2004 is gebruik om hul prestasie te meet.

3.4.1.2 Instrumente wat by indiens-wiskundeleerfasiliteerders ingeskakel word

Die volgende instrument is ingeskakel:

Indiens-leerfasiliteerders assesseer hul eie implementering van geïntegreerde metakognitiewe strategieë in hul leerfasilitering van wiskunde deur die selfassesseringsvraelys¹⁷ in te vul (*Commonwealth of Pennsylvania, Teacher self-assessment, 2002:1*). [Die *Commonwealth of Pennsylvania* in samewerking met die *Keystone State Reading Association* en *The Pennsylvania Association of Federal Program Coordinators* se *Classroom Assessment Advisory Group* het die selfassesseringsitems vir indiens-leerfasiliteerders in grade 4 tot 8 ontwerp].

Die vrae in die vraelys lui soos volg:

Om die leerders in my klas te help om in onafhanklike leerders te ontwikkel, doen ek die volgende:

(A1) ek onderrig metakognitiewe strategieë

(A2) ek implementeer koöperatiewe leer (groepwerk).

Indiens-leerfasiliteerders assesseer hul eie leerfasiliteringsgedrag en merk die toepaslike respons op 'n vyf-punt-skaal. Die response wissel van *Ek doen dit deurgaans (altyd)* (5); *Ek doen dit gereeld* (4); *Ek doen dit soms (by geleentheid)* (3); *Ek doen dit min (omtrent nooit)* (2); tot *Ek doen dit nooit nie* (1).

¹⁷ Die selfassesseringsvraelys vir indiens-leerfasiliteerders is deur professor C Dreyer (aanvanklike studieleier) goedgekeur; geen negatiewe kommentaar word gelewer of wysigings voorgestel nie.

3.4.1.3 Kwantitatiewe instrumente wat by voordiens-wiskundeleerfasiliteerders ingeskakel word

Dieselfde selfassesseringsvraelys wat deur indiens-wiskundeleerfasiliteerders ingevul word, word aangepas¹⁸ vir die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders om hul implementering van metakognisie en metakognitiewe strategieë terwyl hulle wiskundeleer of wiskunde probleme oplos, te ondersoek (*Commonwealth of Pennsylvania, Teacher self-assessment, 2002:1*).

Die vraelys word soos volg aangepas:

Om onafhanklik te leer, implementeer ek strategieë soos

(A5) om te modelleer hoe ek leer, deur hardop te dink

(A8) Om onafhanklik te wees wanneer ek leer, gebruik ek strategieë

(A11) om verstaan te monitor.

Voordiensleerfasiliteerders assesseer hul eie gedrag terwyl hulle wiskundeleer of probleme oplos en merk die toepaslike respons op 'n vyf-punt-skaal. Die response wissel van *Ek doen dit deurgaans (altyd)* (5); *Ek doen dit gereeld* (4); *Ek doen dit soms (by geleentheid)* (3); *Ek doen dit min (omtrent nooit)* (2); tot *Ek doen dit nooit nie* (1).

Vervolgens word die prosedure(s) wat gevolg word om die kwalitatiewe data in te samel, weergegee.

3.4.2 Prosedure(s) gevolg by kwalitatiewe deel van die onderhawige studie

3.4.2.1 Prosedure gevolg by die leerders se multimetode-onderhoudvoering

Tydens twee geleenthede voor die multimetode-onderhoude sal ek die leerders in 'n groep ontmoet om te verduidelik wat met die onderhoud beoog word en om deelnemers op hul gemak te stel.

Die benadering van Wilson (2001: 12-13) wat hierdie multimetode-onderhoudvoering met leerders ontwikkel het, word gevolg. Tydens elke leerder se multimetode-onderhoud (op 'n tyd geskeduleer wat vir die leerder gerieflik is) ontvang die leerder 'n stel van 32 aksiekaarte waarop metakognitiewe aktiwiteite uitgespel is. Hierdie aksiekaarte het betrekking op die volgende aktiwiteite: bewuswees, evaluering, regulering, kognitiewe handeling en handeling wat betrekking het op die bou van 'n tangram-figuur. Die leerder lees dit deur en maak seker dat hy/sy verstaan wat op die kaarte staan. Daar sal geleentheid wees om die betekenis van die aktiwiteite op die kaarte uit te sorteer.

Vervolgens ontvang die leerder 'n probleem om op te los. Die oplossing van die probleem word op videoband opgeneem. Nadat die probleem opgelos is, neem die leerder die pakkie aksiekaarte en

¹⁸ Die aangepaste selfassesseringsvraelys vir voordiens-leerfasiliteerders is deur professor C Dreyer (aanvanklike studieleier) goedgekeur; geen negatiewe kommentaar is gelewer of wysigings voorgestel nie

soek dié uit wat hy/sy tydens die oplossing van die probleem geïmplementeer het. Wanneer die leerder dit afgehandel het, plaas hy/sy dit in volgorde soos wat dit geïmplementeer is vanaf die begin van die probleemoplossing. Skoon kaarte word voorsien om op te skryf, sou die leerder 'n metakognitiewe optrede/aksies gebruik het wat nie op die gegewe kaarte verskyn nie.

As kontrolemaatreël word die video teruggespeel (gesimuleerde herroep). Die leerder kyk daarna om die keuse van kaarte te kontroleer en om die aksiekaart-volgorde te verander, indien nodig. Wanneer nodig, vra die navorser oop vrae om leerders se keuses uit te brei. Tydens die gesimuleerde herroep, dui leerders op die video aan waar watter metakognitiewe aktiwiteit geïmplementeer is. Die aksiekaarte wat die leerder kies, word gelys. Hierdie prosedure is twee keer met elke leerder gevolg. Die leerders ontvang onderskeidelik 'n tangram-figuur om te bou en 'n probleem (breuke) om op te los.

Al vier die leerders neem oor 'n tydperk van drie weke (1-20 Junie 2005) aan hierdie onderhoude deel. Leerders het telkens 'n ander tangram-figuur/probleem ontvang as die vorige leerder. Die rede hiervoor is dat die leerders met wie eers later 'n onderhoud gevoer is, nie vooraf geweet het watter probleem hulle gaan kry nie.

3.4.2.2 Prosedure gevolg by indiens-wiskundeleerfasiliteerder

Twee wiskundeleergeleenthede van die indiens-leerfasiliteerder word op videoband geneem om te ondersoek (10-24 Mei 2005). Gestruktureerde kwalitatiewe onderhoude word voor en na afloop van elke leergeleentheid met die indiens-leerfasiliteerder gevoer. Daar word weer na video-opnames van die werklike leergeleentheid gekyk en vrae word gevra om beter te verstaan. Alles word op videoband opgeneem sodat dit in diepte ondersoek kan word.

Ek volg die prosedure wat deur Artzt en Armour-Thomas (2001) ontwerp is. Die doel van hierdie kwalitatiewe studie is om die leerfasiliteerder se denke stelselmatig te ondersoek (Artzt & Armour-Thomas, 2001). Leerfasilitering in wiskunde word deur hierdie navorsers gesien as probleemoplossing waarin metakognisie 'n goedgedefinieerde rol speel. Met ander woorde, die volgende drie vrae moet beantwoord word:

- (1) **Hoe berei die leerfasiliteerder voor** om die leerfasiliteringsprobleem op te los? (onderhoude voor die leergeleenthede)
- (2) **Hoe los die leerfasiliteerder die leerfasiliteringsprobleem op** in die klaskamer? (inhoud van die werklike leergeleentheid)
- (3) **Hoe maak die leerfasiliteerder seker dat die leerfasiliteringsprobleem opgelos is?** (onderhoud na afloop van die leergeleenthede)

Soos Artzt en Armour-Thomas (2001) wil ek in die onderhawige studie die probleemoplossingstrategie gebruik om die komponente van metakognisie te verstaan wat die fasilitering van leer (deur die leerfasiliteerder) in die wiskundeklaskamer ondersteun/begron. Die leerfasiliteerder het haar eie ontwerpte leerfasilitering van wiskunde aangebied.

Verskillende tipes data word ingesamel: Video-opnames van leerfasiliteringsgeleenthede, video-opnames van die onderhoude voor en ná afloop van die leergeleenthede en *verbatim* transkripsies van al die video-opnames.

3.4.2.3 Prosedure gevolg by fokusgroeponderhoude met voordiens-leerfasiliteerders

Morgan (1997) beskryf fokusgroepe as 'n tegniek om navorsing te doen waar data ingesamel word deur middel van groepinteraksie oor 'n onderwerp, wat deur die navorser bepaal is. Fokusgroepe of groeponderhoude is "*a way of listening to people and learning from them*" (Morgan, 1998:9).

Drie fokusgroeponderhoude (27 Julie tot 3 Augustus 2005) word in hierdie multimetode-navorsing gebruik om studiegewoontes van agt voordiens-leerfasiliteerders te ondersoek nadat kwantitatiewe data daarvoor reeds ingesamel is. Die navorser wil poog om beter te verstaan hoe 'n spesifieke groep derdejaars met wiskunde as kernmodule se studiegewoontes, met spesifieke verwysing na hul metakognisie en metakognitiewe strategieë, daar uitsien. Fokusgroepe maak dit vir die navorser moontlik om toegang te verkry tot die menings, sienings, houdings en ervarings van individue (Madriz, 2000). Greeff (2002) wys daarop dat individue in 'n groepopset bemagtig en ondersteun voel. Dit is ook waarskynliker dat individue in groepverband hul ervarings en oortuigings sal deel as hulle hierdie groeplede sien as mense wat in dieselfde omstandighede as hy of sy self staan (Farquhar & Das, 1999).

Die onderhoude word telkens op videoband opgeneem en onmiddellik ná die onderhoud en voor die volgende onderhoud plaasvind, *verbatim* getranskribeer vir die doeleindes van analise en interpretasie.

Agt deelnemers word uitgenooi om aan die fokusgroeponderhoude deel te neem. Die aantal deelnemers kan 'n bespreking genereer, dog is nie te veel sodat een dalk uitgesluit word nie (Greeff, 2002). Ek self fasiliteer die onderhoude.

Vervolgens word die prosedures wat gevolg word om onderskeidelik die kwantitatiewe en kwalitatiewe data in te samel, verduidelik.

3.5 Data-insamelingsprosedure(s)

3.5.1 Data-insamelingsprosedures gevolg by kwantitatiewe deel van die onderhawige studie

Alle vraelyste (leerders, indiens¹⁹- en voordiens²⁰-leerfasiliteerders) word gedurende Junie 2004 ingeskakel. Die navorser hou self toesig by die leerders terwyl hulle die vraelys invul. Toestemming word van die Noordwes Provinsie se onderwys-owerhede in Potchefstroom bekom (Addendum A, B

¹⁹ Agt-en-twintig indiens-leerfasiliteerders vul op 28 Julie 2005 tydens die AMESA-kongres die selfassesseringsvraelys in.

²⁰ Toestemming van die Dekaan van die Fakulteit Opvoedingswetenskappe is per elektroniese pos verkry en is op navraag beskikbaar.

en C). Hierdie toestemming word na die skole geneem. Skoolhoofde keur vraelyste goed en stem in dat leerders in hul skool mag deelneem aan die navorsing. Afsprake word gemaak vir die inskakeling van die vraelyste en dit word stiptelik nagekom.

3.5.2 Insameling van kwalitatiewe data van die onderhawige studie

Die volgende prosedures word gebruik (spel presies uit hoe alles gedoen is):

- Die navorser samel notas in terwyl daar as toeskouer waargeneem word – terwyl die leerders probleme oplos, die indiens-leerfasiliteerder leer fasiliteer en tydens die onderhoude en terwyl die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders besig is met die onderhoudvoering.
- Ongestruktureerde en gestruktureerde onderhoude word telkens tydens die probleemoplossing, leerfasilitering en onderhoudvoering op videoband opgeneem en later *verbatim* getranskribeer.
- Individuele leerders word op videoband opgeneem terwyl hulle besig is om elk van die twee wiskunde probleme (een op 'n keer) op te los, aksiekaarte te kies en in volgorde te plaas.
- Wiskundeleergeleenthede en gestruktureerde onderhoude word op videoband opgeneem, *verbatim* getranskribeer en ondersoek.
- Fokusgroeponderhoude met voordiens-leerfasiliteerders word op videoband opgeneem, *verbatim* getranskribeer en ondersoek.
- Die navorser se verslag bestaan dus uit waarneming, videobande en aksiekaarte wat uitgesoek is, asook *verbatim* transkripsies.

Patton (1990: 40-41), ondersteun deur Swanson en Holton (1997:95), het tien temas geïdentifiseer wat deel is van elke kwalitatiewe ontwerp. In Tabel 26 word die tien temas gelys teenoor die navorser se voorgenome optrede.

Tabel 26 Die tien temas wat 'n integrerende deel is van 'n kwalitatiewe ondersoek en die navorsers se ooreenstemmende voorgenome optrede

Tema	Voorgenome optrede van die navorsers
Naturalistiese ondersoek	Ondersoek vind plaas in die klaskamer/skool/universiteitsomgewing.
Induktiewe analise (begin deur die detail in te samel wat lei tot veralgemenings)	Data-insameling geskied deur die gebruik van verskillende metodes (soos hierbo gemeld) en toon verbande aan tussen bevindings en so word groter insigte verkry.
Holistiese perspektief (fenomene word verstaan as komplekse stelsels)	Metakognisie en metakognitiewe strategieë, as 'n komplekse stelsel, word ondersoek by leerders van die hele spektrum van senior skoolfase, indiens-leerfasiliteerders en voordiens-leerfasiliteerders.
Kwalitatiewe data (gedetailleerde beskrywings wat ingesamel is)	Gedetailleerde beskrywings word moontlik gemaak deur video-opnames, waarnemings, aksiekaarte en <i>verbatim</i> transkripsies.
Persoonlike kontak en insig (navorsers is in persoonlike kontak met die deelnemers)	Insameling van die data vind plaas by 'n skool en universiteit terwyl ekself die onderhoude fasiliteer.
Dinamiese stelsels (siening dat die fenomeen dinamies is en gedurende die studie kan verander)	Verskillende leerders, indiens- en voordiens-leerfasiliteerders word betrek en daarom word in ag geneem dat hul metakognisie en metakognitiewe vaardighede verskil.
Unieke oriëntasie vir elke leerder (Elke deelnemer aan die navorsing is uniek en spesiaal)	Elke leerder/indiens- of voordiens-leerfasiliteerder is uniek en elkeen leer en dink op 'n unieke wyse.
Sensitiwiteit vir kontekste (plaas bevindings in 'n sosiale, historiese en tydelike konteks)	Die konteks fokus op vier individuele leerders, een indiens-wiskundeleerfasiliteerder en agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognisie en metakognitiewe strategieë gesien vanaf die eindproduk (resultaat).
Empatiese neutraliteit (hoewel die navorsers nie volkome objektief kan wees nie, sal die navorsers nie die navorsingsproses vir persoonlike gewin gebruik nie)	Ek is nie deel van die skool se personeel nie en het geen voorname om leerders te onderrig in metakognisie en metakognitiewe strategieë nie. Ek is ook nie betrokke by leerfasilitering by deelnemende voordiens-wiskunde-leerfasiliteerders nie.
Buigbaarheid van die ontwerp (die ondersoekproses is aanpasbaar en kan verander soos die ondersoekproses vorder)	Die kwalitatiewe benadering is buigbaar en daarom kan dit onderhoude en opvolg-onderhoude aangepas word – wanneer nodig.

Bron: Saamgestel uit Patton (1990) en Swanson en Holton (1997)

3.5.3 My rol as navorser

My rol as navorser is so gekies dat dit die navorser bemagtig om in samewerking met die deelnemers die data in te samel en te analiseer met die doel om beter te verstaan. Dit is dus nodig dat die navorser 'n sensitiewe waarnemer moet wees wat fenomene so getrou moontlik kan rapporteer, ten spyte van addisionele vrae wat na vore mag kom en vermoedens/intuïesies wat gekontroleer moet word hoe dieper in die analise van die fenomeen inbeweeg word (McMillan & Schumacher, 2001).

Die kundigheid van die Statistiese Konsultasiediens aan die Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit, sal gebruik word om die akkurate analise van die kwantitatiewe data te verseker. Dr. Suria Ellis, kundige op hierdie terrein, staan my by tydens die afhandeling van die statistiese deel van my navorsing. Die navorser sal reflekteer op en verslag doen oor kognitiewe en affektiewe reaksies en response wat deur respondente/deelnemers voorsien is om die verstaan ryker en dieper te maak. Sulke tipe verstaan sal alleen moontlik gemaak word deur die data van die kwantitatiewe sowel as die kwalitatiewe bronne te trianguleer (kyk: Hoofstuk 6, 6.2).

Die funksionele rol van die navorser is dus onder meer:

- vraelyste opstel
- vraelyste afneem
- onderhoude voorberei en struktureer
- onderhoude voer
- wiskunde probleme vir die kwalitatiewe ondersoek kies en voorberei
- onderhoude met leerders en opvoeder fasiliteer
- data analiseer
- data trianguleer.

Vervolgens word strategieë vir data-analise onderskeidelik vir die kwantitatiewe en kwalitatiewe data weergegee.

3.6 Strategieë vir data-analise

3.6.1 Statistiese prosedures wat gebruik word tydens die kwantitatiewe deel van hierdie studie

Daar word van beskrywende sowel as afgeleide statistieke gebruik gemaak (gemiddeldes, mediane, persentasies, standaardafwykings, t-toetse, Spearman-rangordekorrelasies en Cronbach α -waardes) om die data te analiseer.

Betroubaarheid van instrumente word bepaal deur die α -Cronbach waardes wat bepaal is.

Die gemiddelde en die mediaan word gebruik om die sentrale neiging van waardes te bepaal. Die standaardafwyking toon aan hoe wyd die waardes versprei is.

Spearman-rangordekorrelasies (ρ) word bereken. Effek-groottes (r) word bereken om die betekenisvolheid van verbande in die praktyk te bepaal. Praktiese betekenisvolheid word aanvaar as $r > 0.5$ en moontlik praktiese betekenisvolheid as $r > 0.3$ is. Statistiese betekenisvolheid word op die 5%-peil bepaal.

3.6.2 Prosedures wat gevolg word om die kwalitatiewe data van die onderhawige studie te analiseer

Die analise van die data word gedoen tydens en ná afhandeling van die data-insamelingsproses. Die data-analisestategie wat die navorser gebruik, word gegrond op Creswell (2003: 191-195) se benadering:

- (1) Data word bekom uit onderhoude, waarnemings en video-opnames
- (2) Ek organiseer en berei die data voor vir die analise. Onderhoude (video-opnames) word *verbatim* getranskribeer, inligting word deeglik bekyk, data word gesorteer in verskillende tipes op grond van die bronne van inligting. Cohen, Manion en Morrison (2000: 149-150) wys daarop dat data-analise in kwalitatiewe navorsing reeds tydens die data-insamelingsproses geskied.
- (3) Data word deurgelees. 'n Algemene oorsig van die inligting word so verkry. Daar word gereflekteer op die betekenis van die data as geheel. Vrae soos die volgende word beantwoord: Watter algemene idees (patrone) kom by die deelnemers voor? Wat is die algemene indruk van diepte, betroubaarheid en gebruik van die inligting?
- (4) Daar word begin met 'n gedetailleerde analise deur die koderingsproses. Kodering is 'n proses om die inligting in kleiner dele te organiseer voordat betekenis aan hierdie dele gegee word. Dit beteken dat data in segmente/sinne in kategorieë geplaas en dan word hierdie kategorieë benoem. Beskrywings en eienskappe word geïdentifiseer.
- (5) Die koderingsproses word gebruik om 'n beskrywing van die deelnemers te gee, sowel as kategorieë of temas wat vir die analise gebruik word. Beskrywing is 'n gedetailleerde weergawe van die inligting oor die mense of gebeure in 'n omgewing. Kodering word gebruik om 'n paar temas of kategorieë te genereer ooreenkomstig hooftemas. Hierdie temas is die belangrike bevindings.
- (6) Die navorser dui aan hoe beskrywing en temas in die kwalitatiewe verslag gerapporteer sal word.
- (7) Interpretasie en verduidelikings van die data. Triangulasie word gebruik om hierdie stap te fasiliteer. Die kern word saamgevat in die vraag: Wat is die lesse wat hieruit geleer word/is? Dit

kan die navorser se persoonlike interpretasie wees, of 'n betekenis wat afgelei is uit die vergelyking van die inligting met inligting uit die literatuur, of dit kan 'n interpretasie wees waar die navorser 'n teoretiese lens gebruik om die inligting te interpreteer. Uiteindelik stel die navorser voor watter veranderings of hervorming nodig is.

(8) 'n Finale verslag van die bevindings word saamgestel.

Kwaliteitskriteria van kwantitatiewe en kwalitatiewe studies word vervolgens bespreek.

3.7 Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid

Enige studie is afhanklik van geldige, betroubare en vertrouenswaardige metodes om inligting in te samel, uit te beeld en te interpreteer. Hammersley en Atkinson (1983) meen dat data op sigself nie geldig of ongeldig kan wees nie, wat wel belangrik is, is die afleidings wat daaruit gemaak word. Maxwell (1992) ondersteun hierdie siening deur te verklaar dat geldigheid nie 'n inherente eienskap van 'n spesifieke metode is nie, maar dat dit gaan om die data, hoe dit verklaar word, naamlik gevolgtrekkings wat gemaak word deur dié metode in 'n spesifieke konteks vir 'n spesifieke doel te gebruik.

Vanweë die verskillende paradigmatische uitgangspunte van kwantitatiewe en kwalitatiewe studies, verskil die kwaliteitskriteria wat van toepassing is op 'n kwantitatiewe studie (betroubaarheid en geldigheid) van dié wat van toepassing is op 'n kwalitatiewe studie (vertrouenswaardigheid). Die wetenskaplikheid van 'n kwantitatiewe studie word medebepaal deur die mate waarin dieselfde resultate behaal word indien die studie onder dieselfde omstandighede gerepliseer word (betroubaarheid), asook die geldigheid van die navorsing wat daarop dui dat die instrument meet wat dit veronderstel is om te meet (Polit & Hungler, 1993). Die term "vertrouenswaardigheid" vervang die terme betroubaarheid én geldigheid in kwalitatiewe navorsing (Lincoln & Guba, 1985).

McMillan en Schumacher (2001:408) stel 10 strategieë voor om die geldigheid van 'n kwalitatiewe ontwerp te verbeter. Hierdie raamwerk (Tabel 27) is gebruik om voorgenome optrede in reaksie op elke strategie te beskryf.

Tabel 27 Verbetering van die geldigheid van die kwalitatiewe ontwerp

Strategie	Beskrywing van navorser se voorgenome optrede
Langdurige en volgehoue veldwerk	Die insameling van die data vind plaas in verskillende fases, terwyl die analise van die data en triangulasie verseker dat daar 'n vergelykbare ooreenkoms is tussen die bevindings en die deelnemer se werklikheid.
Multimetode-strategieë	Hierdie studie maak voorsiening vir triangulasie tydens die insameling en die analise van die data.
Die taal van die deelnemer; <i>verbatim</i> verslae	Onderhoude sal opgeneem en <i>verbatim</i> getranskribeer word.
Lae-gevolgtrekking-beskrywers word gebruik	Gedetailleerde beskrywing van verduidelikings en situasies sal aangeteken word.
Meervoudige navorsers	Die navorser toets of die data reg verstaan is tydens data-insameling en tydens hersiening daarvan saam met die promotor van hierdie studie. Dit sal ooreenstemming fasiliteer oor die beskrywende data wat ingesamel is.
Data word meganies opgeneem	Daar word gebruik gemaak van video-opnemers.
Deelnemer-navorser	Daar word verslag gehou van die navorser se persepsies en aannames. Die navorser gaan die bedoeling daarvan na om te bepaal of dit reg verstaan is.
Kontrole deur deelnemers	Navorser kontroleer vir akkuraatheid op 'n informele wyse tydens die insameling van die data met die deelnemers.
Hersiening deur deelnemers	Navorser versoek dat deelnemers die sintese van al die onderhoude hersien om so die akkuraatheid van die sintese te verseker.
Negatiewe gevalle of teenstrydige data	Navorser soek aktief na negatiewe gevalle of teenstrydige data wat 'n uitsondering op die reël is of wat reël/patrone wat in die data voorkom wysig wat gerapporteer en geanaliseer sal word.

Bron: Saamgestel uit McMillan en Schumacher (2001:408)

Cohen, Manion en Morrison (2000:107) lys vyf soorte geldigheid in kwalitatiewe navorsing:

- (1) **Beskrywende geldigheid:** Hierdie soort geldigheid verteenwoordig die feitelike akkuraatheid van die verslag; dat dit nie opgemaak, uitgekies of vervorm is nie.

- (2) Geïnterpreteerde geldigheid: Hierdie geldigheid verwys na die vermoë van die navorser om die betekenis, interpretasie, terme en bedoelings wat situasies en gebeure vir die deelnemers self het, weer te gee.
- (3) Teoretiese geldigheid: Dit is die mate waarin die navorsing die fenomeen verduidelik.
- (4) Veralgemeningsgeldigheid: Veralgemening beteken dat die teorie wat gegenerer is nuttig is om ander soortgelyke situasies te verstaan.
- (5) Evalueringsgeldigheid: Hierdie soort geldigheid verwys na die toepassing van die evalueringsraamwerk wat die fenomeen wat ondersoek word, beoordeel eerder as beskryf of verduidelik.

McMillan en Schumacher (2001) se lys van strategieë om geldigheid te verbeter kan aangevul word deur die volgende vertrouenswaardigheidstrategieë – soos deur Krefting (1991) voorgestel – by te voeg:

- a) Geloofwaardigheid (*credibility*) realiseer in die onderhawige studie onder meer deur 'n verskeidenheid databronne (leerders, indiens- en voordiens-leerfasiliteerders) wat ingesluit word; 'n verskeidenheid metodes (opnames, individuele en fokusgroeponderhoude, aksiekaarte) wat geïmplementeer word; terugvoer na en van deelnemers; digtheid van bevindings en bespreking van negatiewe gevalle.
- b) Toepasbaarheid/Oordraagbaarheid (*applicability*) realiseer onder meer deur die identifisering van verteenwoordigende inligtingsbronne en validering van resultate deur deelnemers.
- c) Vertroubaarheid/Konsekwentheid (*consistency*) realiseer in die onderhawige studie deur die duidelike beskrywing van die steekproef, data-insameling, data-kodering en data-analise; die duidelike beskrywing van probleme en oplossing; en die beskrywing van die tyd-ruimtelike konteks van die studie.
- d) Bevestigbaarheid/Neutraliteit (*neutrality*) realiseer in die onderhawige studie deur die konsekwente beskrywing van die navorsingskonteks en navorsingsmetodes; logiese beredenering van navorsingsbesluite, besluitnemingspad en beskikbaarheid van oorspronklike databronne vir toekomstige gebruik.

Kwaliteitsversekering word gefasiliteer deur triangulasie van die data bekom tydens die uitvoer van die kwantitatiewe en kwalitatiewe fasette van my studie. Vervolgens word triangulasie uitgelig.

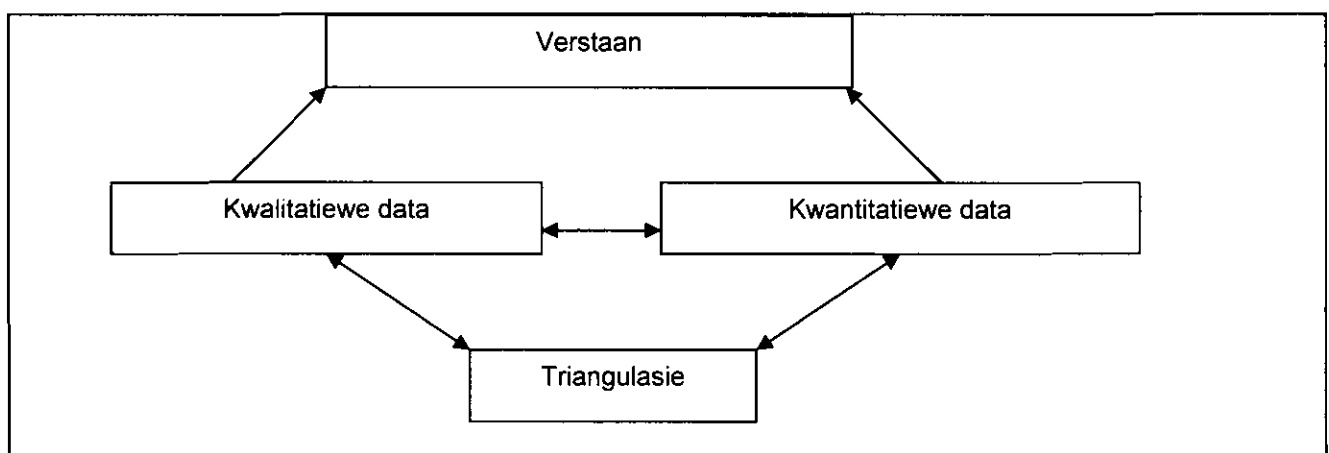
3.7.1 Triangulasie

Lather (1986) en McMillan en Schumacher (2001) wys daarop dat triangulasie 'n kritieke rol speel in die versekering van data-betroubaarheid. Kwaliteitsversekering, insluitend die fasilitering van geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid geskied onder meer deur die fasilitering van

triangulasie (Maxwell, 1996:94). Triangulasie verminder verder die risiko van vooroordele en toevallige assosiasies. Triangulasie berus op die insameling van data van uiteenlopende individue, plekke en die gebruik van verskillende metodes (Maxwell, 1996:93). Onafhanklike tellings van die fenomeen behoort ooreen te stem (Swanson & Holton, 1997:105). Dit beteken dat data wat ingesamel word deur 'n een-tot-een-onderhoud en 'n psigometriese instrument wat byvoorbeeld metakognitiewe vaardighede pas en positief behoort te korreleer.

Die voorgestelde rol van triangulasie in hierdie studie is om die geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid van die data-insameling en -analise te ondersteun; en om resultate/bevindings te integreer. Daar sal van triangulasie gebruik gemaak word as 'n tegniek om te bepaal of data van verskillende bronne ooreenstem en om beter kruisgekontroleerde insigte te verkry (Burgess, 1985).

Vervolgens word die triangulasieproses skematies voorgestel:



Figuur 16 Skematiese voorstelling van triangulasie

Bron: Saamgestel uit Creswell (2003)

3.8 Opsomming en uiteensetting van die navorsingsontwerp

Tabel 28 Opsomming en uiteensetting van die navorsingsontwerp.

Doelwit	Data-insameling	Data-ontleding	Steekproef	Geldigheid, betroubaarheid, vertrouenswaardigheid
<p>Fase 1: Kwantitatief</p> <p>Leerders:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lucangel-Cornoldi-instrument • MSLQ (Hoërskool) • Prestasie in skoolwiskunde (Junie 2004) <p>Indiensleerfasilitateerders</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selfassesseringsvraelys <p>Voordiensleerfasilitateerders</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selfassesseringsvraelys oor metakognisie; • Prestasie in wiskunde (Junie 2004.) 	<p>Statistiese prosedure(s):</p> <p>beskrywende en afgeleide statistieke; (gemiddeldes, mediane, persentasies, standaardafwykings, t-toetse, Spearman-rangordekorrelasies, effekgroottes en Cronbach α-waardes)</p> <p>Prestasie behaal in wiskunde</p>	<p>Respondente:</p> <p>Senior fase-leerders:</p> <p>n = 339</p> <p>Indiens-wiskundeleerfasilitateerders</p> <p>n = 40</p> <p>Voordiens-wiskundeleerfasilitateerders</p> <p>n = 88</p>	<p>Geldigheid: inhoudsgeldigheid van meet-instrument (vraelys)</p> <p>Betroubaarheid: voorafgetoetste vraelys</p> <p>Triangulasie: meer as een metode gebruik</p>	

Tabel 28 Opsomming en uiteensetting van die navorsingsontwerp (vervolg)

Doelwit	Data-insameling	Data-ontleding	Deelnemers	Geldigheid, betroubaarheid, vertrouenswaardigheid
<p>Fase 2: kwalitatiewe ondersoek</p>	<p>Leerdere: Multimetode-onderhoudvoering: metakognitiewe aksiekaarte, probleemoplossing, kies getimplenteerde optrede, kontroleer. Junie 2005</p> <p>Indiens-wiskundeleerfasilliteerder: Twee leerfasilliteringsgeleenthede deur een wiskundeleerfasilliteerder word op videoband opgeneem</p> <p>Gestruktureerde kwalitatiewe onderhoude voor en na ahandeling van die leergeleenthede (op videoband opgeneem)</p> <p>April – Mei 2005</p> <p>Voordiens wiskundeleerfasilliteerder: Drie gestruktureerde kwalitatiewe oop-onderhoude met 'n fokusgroep van agt voordiens-wiskundeleerfasilliteerders</p> <p>Julie-Augustus 2005</p>	<p>Analise van data word gedoen tydens en ná ahandeling van die data-insamelingsproses.</p> <p>Volg die sewe stappe vir die data-analise wat deur Creswell (2003) voorgestel word, nl.</p> <p>Insameling van data</p> <p>Organisering van data</p> <p>Oorsig van data verkry</p> <p>Kodering van data</p> <p>Skep van kategorieë</p> <p>Skryf van verslag</p> <p>Interpretasie en triangulasie</p> <p>Finale verslag</p>	<p>Vier Graad 9-leerders</p> <p>Een Indiens-wiskundeleerfasilliteerder</p> <p>Agt voordiens-wiskundeleerfasilliteerders</p>	<p>Geloofwaardigheid, oordraagbaarheid, vertrouenswaardigheid en bevestigbaarheid Lincoln en Guba (1985:290) stel die volgende sewe stappe voor:</p> <p>Langdurige volgehoue veldwerk</p> <p>Multimetode-strategieë</p> <p>Verbatim transkripsies</p> <p>Lae-gevolgtrekking-beskrywers</p> <p>Meganiese insameling van data</p> <p>Terugvoer en kontrole van bedoelings</p> <p>Triangulasie word toegepas om geldigheid, vertrouenswaardigheid te verseker.</p>

3.9 Etiese oorwegings

Etiek word in die algemeen gesien as oortuigings van wat reg of verkeerd, aanvaarbaar of onaanvaarbaar, goed of sleg is (McMillan & Schumacher, 2001).

Die navorser onderneem om op die navorsingsvrae te fokus en nie in te meng nie – wat dalk die integriteit van die data of die studie as geheel in gevaar sal stel. Die navorser sal al die data self insamel. Daar word geen onaangename of skadelike effekte op die individu of die omgewing (skool, klaskamers) gelaat nie. Die doelwit, aard van en die toekomstige gebruik van hierdie bevindings word aan deelnemers gekommunikeer voordat daar begin word met die insameling van die data. Deelname is uit vrye wil en ingeligte toestemming is 'n voorvereiste.

Die navorser sal hou by die volgende etiese aspekte (Du Plooy, 1995: 45-46, 65, 85, 169):

- Die regte van deelnemers sal beskerm word deurdat hulle geen emosionele skade aangedoen sal word nie, deelnemers se reg tot selfrespek en menswaardigheid sal beskerm word.
- Alle feite word weergegee sonder dat dit verdraai of wanvoorgestel word.
- Daar word gewaak teen vooroordele wanneer data geïnterpreteer of gerapporteer word.
- Daar word gepoog om bevindings te veralgemeen en te rapporteer asof dit van toepassing is op die betrokke populasie. Hierdie tipe terugvoer word beperk word tot die betrokke/toeganklike populasie.
- Daar word van meetinstrumente gebruik gemaak wat by die navorsingsprobleem pas.
- Daar word bewustelik gepoog om nie groter vertrouwe in die tellings te stel as wat werklik die geval is nie.
- Teenstellende getuienis(se) word gerapporteer.
- Enige swakhede en beperkings van die navorsing word gerapporteer.

Daar is geen rede waarom deelnemers se identiteit bekend gemaak moet word nie, daarom sal die navorser die name van deelnemers en die betrokke skole se identiteit vertroulik hou.

Deelnemers sal geleentheid kry om te leer uit hul deelname, daarom sal die uitkoms van hierdie studie beskikbaar gestel word aan die deelnemers (leerders, indiens- en voordiens-leerfasiliteerders).

3.10 Parameters van die studie

Die navorser het die volgende kwalitatiewe afbakenings verkry deur gebruik te maak van die raamwerk wat deur Patton (1990: 40-41) voorgestel is, en deur Swanson en Holton (1997:95) ondersteun word.

Tabel 29 Voorgestelde kwalitatiewe parameters van die onderhawige studie

Tema	Parameters
Naturalistiese ondersoek	Alle leerders in Graad 9 neem wiskunde en moet probleme kan oplos, die indiens-leerfasiliteerder is 'n wiskundeleerfasiliteerder, die voordiens-leerfasiliteerders neem wiskunde as kernmodule.
Induktiewe analise	Slegs die navorser, ek, samel data in en interpreteer dit.
Holistiese perspektief	Die Hawthorne-effek mag dinamika van individue beïnvloed.
Kwalitatiewe data	Gedetailleerde beskrywings word moontlik gemaak deur kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes. 'n Individu voer hierdie taak uit.
Persoonlike kontak en insig	Bevindings mag gekritiseer word ooreenkomstig die Hawthorne-effek en persoonlike voorkeure.
Dinamiese stelsels	Metakognisie is dinamies en kan daarom in/by 'n individu verander, byvoorbeeld weens die konteks waarin 'n probleem opgelos moet word.
Oriëntering vir unieke geval(le) en konteks-sensitiwiteit	Die konteks fokus op die denkprosesse van die leerder(s), indiens- en voordiens-leerfasiliteerders tydens wiskundeprobleemoplossing. Die invloed van leerfasiliteringstrategieë van vorige wiskundeleerfasiliteerders op leerders is nie bekend nie. Omgewingsinvloede en verskille wat leerders, indiens- en voordiens-leerfasiliteerders kan beïnvloed, is nie bekend nie.
Empatiese neutraliteit	Die rol van die waarnemer, en nie die van die deelnemer nie, mag dalk vreemd wees vir individuele deelnemers en kan dus gedrag beïnvloed.
Buigbaarheid van die ontwerp	Gestruktureerde navorsingsvereistes mag dalk die aard van die buigbaarheid, wat met hierdie studie geassosieer word, beïnvloed.

Ek het verder die volgende kwantitatief-afgeleide parameters geïdentifiseer deur gebruik te maak van die raamwerk wat Borg en Gall (1979: 162-166) en Swanson en Holton (1997:90) en voorsien.

Tabel 30 Voorgestelde kwantitatief-afgeleide parameters vir die onderhawige studie

Tema	Parameters
Neutrale en objektiewe ondersoek	Ek gaan poog om neutraal, objektief en los van die werklikheid wat ondersoek word, te bly.
Hawthorne-effek (-invloed)	Die resultate van navorsing wat met mense werk, kan verdraai word weens die waargenome spesiale aandag wat respondente ontvang. Die Hawthorne-effek mag die terugvoer van respondente beïnvloed. Die respondente gaan verseker word dat daar geen korrekte of verkeerde response is nie.
Eienskappe van vereistes	Respondente mag dalk oorsensitief wees vir al die aspekte van die navorsingsomgewing. Respondente mag dan gevolgtrekkings of aannames maak oor wat ek (die navorser) mag verkies, wat van hulle verwag word (persepsie van die respondent), en wat die navorser hoop om te vind (volgens die siening van die respondent). Respondente mag hul response dienooreenkomstig rig.
Gekose steekproef	Nie alle senior fase-leerders in Potchefstroom en Ikageng het aan die navorsing deelgeneem nie. Nie alle indiens-wiskundeleerfasiliteerders het aan die navorsing deelgeneem nie. Slegs die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders wat aan die Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit studeer, het deelgeneem.

Bron: Saamgestel uit Borg en Gall (1979: 162-166), asook Swanson en Holton (1997:90)

Hierdie voorgestelde parameters sal dien as 'n konstante kontrolelys en om my (die navorser) te herinner aan die potensiële tekortkomings en moontlike swakhede in hierdie studie. Die lys sal verder as 'n bykomende geldigheidsmeting dien om te verseker dat die voorgestelde parameters deurentyd gemonitor word.

3.11 Voorsiene probleme

Die onderhawige studie is 'n plaaslike studie op klein skaal en die veralgemeningswaarde is moontlik skraal. Die volgende is moontlike probleme:

- Dit is moeilik om metakognitiewe strategieë te ondersoek omdat die strategieë nie sigbaar is nie – dit is die denke van die betrokke persoon, wat ondersoek word. Die effektiwiteit van spesifieke assesseringstrategieë van metakognitiewe gedrag tydens die oplossing van wiskunde probleme, is nog nie in diepte nagevors nie (Wilson, 2001).
- Leerders mag dalk onseker wees oor wat hulle doen, nie in staat wees om hul eie denke en optrede te verwoord nie, hulle mag antwoorde opmaak of probeer om die navorser tevrede te stel (Wilson, 2001:2). Ginsburg, Kossan, Schwartz en Swanson (1983) argumenteer dat geen bron van data oor metakognisie ooit volledig kan wees, of alle antwoorde kan verstrek nie.

- Verder kan metakognitiewe optrede by sekere leerders al geoutomatiseer wees (Wilson, 2001).
- Deelnemers/respondente kan/mag onttrek.
- Onderhoude mag aanlyn-aanpassing(s) vereis, omdat deelnemer(s) byvoorbeeld nie die navorser verstaan nie.
- Beskikbare tyd mag beperkend wees, byvoorbeeld die tyd wat by skole toegelaat word om vraelyste in te skakel of onderhoude te voer.
- Die navorser hou die volgende belangrike bevindings in hierdie verband in gedagte wanneer daar na die resultate van dié onderhawige studie gekyk word: die meetinstrumente (Lucangeli-Cornoldi- en MSLQ-meetinstrumente) is nie gestandaardiseer vir die diversiteit van Suid-Afrikaanse leerders nie.

3.12 Samevatting

In Hoofstuk 3 is gepoog om die navorsingsontwerp duidelik uiteen te sit. In Hoofstuk 4 en Hoofstuk 5 word onderskeidelik die kwantitatiewe en kwalitatiewe resultate weergegee.

A black and white photograph of a dense forest. Sunlight filters through the canopy, creating a dappled light effect on the ground and tree trunks. The trees are tall and thin, with a thick layer of leaves. The overall atmosphere is serene and natural.

**HOOFTUK 4 : Die resultate van die kwantitatiewe
aspek van die empiriese ondersoek**

Onderzoek na metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer met besondere verwysing na die senior fase

Hoofstuk 1

Oriëntering

- 1.1 Algemene inleiding
- 1.2 Probleemstelling en motivering
- 1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk
- 1.4 Begripsverklaring
- 1.5 Hoofstukindeling

Hoofstuk 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

- 2.1 Inleidende oriëntering
- 2.2 Begrip "leer"
- 2.3 'Ander' aspekte van leer
- 2.4 Leerteorieë
- 2.5 Sosiale konstruktivisme
- 2.6 Uitkomsgerigte onderwys
- 2.7 Metakognisie
- 2.8 Metakognitiewe teorieë
- 2.9 Wese van "metakognisie"
- 2.10 Leerfasiliteerder
- 2.11 Verwerwing van metakognisie
- 2.12 Toepassing van metakognisie
- 2.13 Ontwikkeling van metakognisie
- 2.14 Samevatting

Hoofstuk 3

Navorsingsontwerp

- 3.1 Inleidende oriëntering
- 3.2 Aannames van navorser
- 3.3 Steekproef en deelnemers
- 3.4 Data-insamelingsinstrumente
- 3.5 Data-insamelingsprosedure(s)
- 3.6 Strategieë vir data-analise
- 3.7 Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid
- 3.8 Opsomming en uiteensetting
- 3.9 Etiese oorwegings
- 3.10 Parameters
- 3.11 Voorsiene probleme
- 3.12 Samevatting

Hoofstuk 4

Resultate: Kwantitatiewe deel van die studie

- 4.1 Inleidende oriëntering
- 4.2 Statistiese gegewens: leerders
- 4.3 Statistiese gegewens: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 4.4 Samevatting

Hoofstuk 5

Resultate: Kwalitatiewe deel van die studie

- 5.1 Inleidende oriëntering
- 5.2 Resultate: leerders
- 5.3 Resultate: indiens-wiskundeleerfasiliteerder
- 5.4 Resultate: voordiens-wiskundeleerfasiliteerders
- 5.5 Samevatting

Hoofstuk 6

Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

- 6.1 Inleidende oriëntering
- 6.2 Triangulasie
- 6.3 Kontekstualisering: leerders
- 6.4 Kontekstualisering: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 6.5 Samevatting

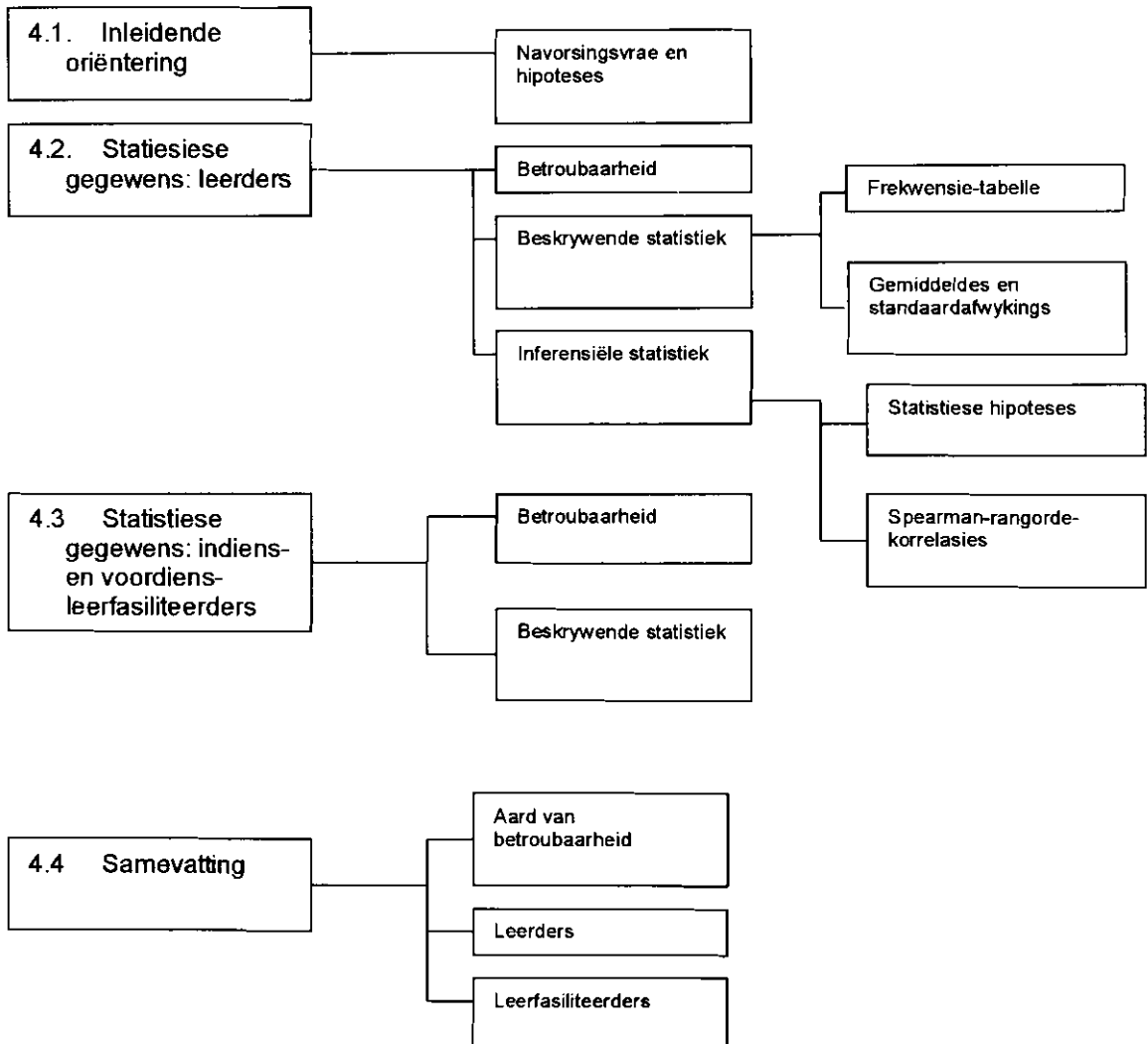
Hoofstuk 7

Opsomming en aanbevelings

- 7.1 Inleidende oriëntering
- 7.2 Samevatting
- 7.3 Bevindings
- 7.4 Beperkings
- 7.5 Aanbevelings
- 7.6 Etiese aspekte
- 7.7 Slotopmerking

HOOFSTUK 4

Die resultate van die kwantitatiewe aspek van die empiriese ondersoek



HOOFSTUK 4

Die resultate van die kwantitatiewe aspek van die empiriese ondersoek

4.1 Inleidende oriëntering

In Hoofstuk 3 is gefokus op 'n bespreking van die navorsingsontwerp vir die onderhawige studie. In Hoofstuk 4 word die empiriese data kortliks weergegee.

4.1.1 Navorsingsvrae en hipoteses

In Tabel 31 word die navorsingsvrae gelys, asook die onderafdelings in Hoofstuk 4 wat hieroor handel.

Tabel 31 Verwysings na onderafdelings wat oor die navorsingsprobleme en hipoteses handel

Primêre en sekondêre navorsingsvrae	Onderafdeling van hoofstuk
1. Hoe sien metakognisie in wiskundeprobleemoplossing in die senior fase daar uit?	
1.1 Watter metakognitiewe strategieë word deur leerders in wiskundeprobleemoplossing in die senior fase gebruik, indien enige?	4.2 Tabelle 35-47b
1.2 Is daar 'n verskil in die wiskundeprestasie van leerders wat metakognitiewe strategieë in die oplossing van wiskunde probleme implementeer en dié van leerders wat nie metakognitiewe strategieë in probleemoplossing implementeer nie?	4.2 Tabel 35
1.3 Oor watter kennis rakende metakognitiewe strategieë beskik voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders, indien enige?	4.3 Tabelle 48-50

In Tabelle 32 en 33 word 'n kort oorsig gegee van die navorsingsvrae, gepaardgaande hipoteses en die statistiese prosedures wat gevolg is om die hipoteses te ondersoek.

Tabel 32 Navorsingsvrae, gepaardgaande hipoteses en statistiese prosedures wat gevolg is om die hipoteses te ondersoek

Navorsingsvraag	Primêre navorsingsvraag	Sekondêre navorsingsvrae	Statistiese prosedures wat gevolg is om hipoteses te ondersoek
<p>Hoe sien metakognisie in leerders se wiskunde-probleemoplossing in die senior fase daar uit?</p>	<p>Die verband tussen leerders se prestasie in wiskunde-probleem-oplossing in die senior fase en die gebruik van metakognisie en metakognitiewe strategieë</p>	<p>1. Die verband tussen die metakognitiewe strategieë wat leerders in wiskunde-probleemoplossing gebruik en hul prestasie in skoolwiskunde in die senior fase</p>	<p>Beskrywende statistiek: frekwensies, gemiddeldes, mediane en standaardafwykings is bepaal vir MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)-, MSLQ(selfregulering)- en Lucangeli-Cornoldi-instrumente (Tabel 35 tot 43). Spearman-rangordekorrelasies (Tabel 47b) is bepaal om verbande tussen prestasie in skoolwiskunde, bewerkings met breuke, die oplossing van probleme, voorspelling van sukses, monitering van stappe, evaluering van sukses, die gebruik van kognitiewe strategieë en selfregulering wat statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk betekenisvol ($r > 0.5$) of moontlik betekenisvol ($r > 0.3$) is, is ondersoek (Tabelle 35 tot 47b).</p> <p>Alle statistiese berekenings is met behulp van SAS (SAS Institute Inc., 2005) gedoen.</p>
		<p>2. Die verskil tussen die prestasie van leerders wat metakognitiewe strategieë in wiskunde-probleemoplossing gebruik en die leerders wat dit nie gebruik nie</p>	<p>Hierdie hipotese kon nie statisties ondersoek word nie. Te min leerders was suksesvol met die oplossing van die meetkunde- en die persentasie-probleme om hulle as 'n aparte groep te beskou (Tabel 35).</p> <p>Die kwantitatiewe ondersoek is opgevolg met individuele onderhoude met vier Graad 9-leerders, om hul metakognisie tydens wiskunde-probleemoplossing kwalitatief te ondersoek (Hoofstuk 5).</p>

Tabel 33 Navorsingsvrae met betrekking tot voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders en statistiese prosedures wat gevolg is om navorsingsvrae te ondersoek

Navorsingsvraag	Statistiese prosedures wat gevolg is om navorsingsvrae te ondersoek
<p>Hoe sien metakognisie by indiens-wiskundeleerfasiliteerders in die senior fase daar uit?</p>	<p>Gemiddeldes en standaardafwykings is bepaal vir die selfassesseringsvraelys wat indiens-wiskundeleerfasiliteerders se kennis en gebruik van metakognisie en metakognitiewe strategieë ondersoek (Tabel 50).</p> <p>Alle statistiese berekenings is met behulp van SAS (SAS Institute Inc., 2005) gedoen.</p> <p>Dit is opgevolg met die kwalitatiewe ondersoek na die metakognisie en metakognitiewe strategieë van een indiens-wiskundeleerfasiliteerder tydens die fasilitering van leer in wiskunde (Hoofstuk 5).</p>
<p>Hoe sien metakognisie by voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se wiskundeprobleemoplossing daar uit?</p>	<p>Gemiddeldes en standaardafwykings is bepaal vir die selfassesseringsvraelys wat voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se kennis en gebruik van metakognisie en metakognitiewe strategieë ondersoek (Tabel 50).</p> <p>Alle statistiese berekenings is met behulp van SAS (SAS Institute Inc., 2005) gedoen.</p> <p>Dit is opgevolg met drie fokusgroeponderhoude waartydens agt derdejaar-studente(voordiens-wiskundeleerfasiliteerders) met wiskunde as kernmodule se kennis en gebruik van metakognisie kwalitatief ondersoek is (Hoofstuk 5).</p>

4.2 Statistiese gegewens vir die leerders

Die resultate van die leerders se vraelyste word eerste weergegee.

Eerstens word die Cronbach-alpha (α) waardes verstrek vir die Lucangeli-Cornoldi-instrument, die MSLQ(kognitiewe strategiegebruik) en MSLQ(selfregulering).

4.2.1 Betroubaarheid

Die betroubaarheid van die onderskeie items is bepaal deur die Cronbach-alpha-koëffisiënt te bereken. Die Cronbach-alpha-waardes word in Tabel 34 verstrek.

Tabel 34 Cronbach-alpha-waardes vir instrumente wat vir leerders gebruik is

Veranderlikes	α Onderhawige studie Graad 7-9	Ander studies
Oplos van meetkunde-probleem (M2), voorspelling (M1), monitering (M3), evaluering (M4) en refleksie (M5).	0.60	
Oplos van persentasie-probleem (P2), voorspelling (P1), monitering (P3), evaluering (P4) en refleksie (P5).	0.55	
Berekenings met breuke (B1, B2) en monitering (B3, B4)	0.83	
MSLQ (kognitiewe strategiegebruik)	0.70	MSLQ(LS) (Pintrich & DeGroot, 1990) 0.83
MSLQ (selfregulering)	0.57	MSLQ(SR) (Pintrich & DeGroot, 1990) 0.74

Die α -waardes is in die orde van 0.55 tot 0.83 en kan as aanvaarbaar beskou word vir die doel waarvoor dit in die onderhawige studie gebruik word.

Vervolgens word die beskrywende statistiek verstrek.

4.2.2 Beskrywende statistiek

T-toetse en p-waardes is bereken om verskille ten opsigte van geslag en graad te bepaal vir die MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)- en MSLQ(selfregulering)- instrumente. Geen statisties betekenisvolle ($p < 0.05$) verskille is bevind nie. Verder is die verbande tussen die onderskeie items van die Lucangeli-Cornoldi-instrumente en die onderskeie geslagte en grade deur middel van tweerigting-gebeurlikheidstabelle en effekgroottes (w) bereken. Daar is geen statisties betekenisvolle ($p < 0.05$) en prakties betekenisvolle ($w > 0.5$) of moontlik prakties betekenisvolle ($w > 0.3$) verbande bevind nie.

4.2.2.1 Frekwensie-tabelle

Tabel 35 Frekwensies van punte wat leerders behaal ten opsigte van korrekte bewerkings met breuke en die oplossing van twee probleme

Kodering van punte	Punte behaal uit vyf	Werklike sukses: breuke-optelling (B1)	Werklike sukses: breuke-deling (B2)	Werklike sukses: meetkunde-probleem (M2)	Werklike sukses: persentasie-probleem (P2)
Swak	Twee of minder (0, 1, 2)	218 (64%)	233 (69%)	290 (86%)	331 (98%)
Gemiddeld	Drie (3)	13 (4%)	51 (15%)	35 (10%)	4 (1%)
Goed	Vier of vyf (4, 5)	108 (32%)	55 (16%)	14 (4%)	4 (1%)

Tabel 36 Frekwensies van punte wat leerders behaal ten opsigte van die monitering van stappe in bewerkings met breuke en die oplossing van probleme

Kodering van punte	Punte uit vyf	Monitering: breuke-optelling (B3)	Monitering: breuke-deling (B4)	Monitering: meetkunde-probleem (M3)	Monitering: persentasie-probleem (P3)
Geen, of 'n ontoepaslike, of een toepaslike stap	Twee of minder (0, 1, 2)	238 (71%)	243 (72%)	324 (96%)	337 (99%)
Twee toepaslike stappe	Drie (3)	3 (0,8%)	26 (8%)	9 (3%)	1 (0,5%)
Kort een toepaslike stap of het alle toepaslike stappe	Vier of vyf (4, 5)	98 (28%)	70 (20%)	6 (1%)	1 (0,5%)

Tabel 37 Frekwensies van punte wat leerders behaal ten opsigte van die voorspelling en evaluering van sukses vir die oplossing van die meetkunde- en persentasie-probleme

Kodering van punte	Punte uit vyf	Voorspelling-sukses: meetkunde (M1)	Voorspelling-sukses: persentasie (P1)	Evaluering-sukses: meetkunde (M4)	Evaluering-sukses: persentasie (P4)
Weet daar is fout, of regtig nie seker van sukses nie	Een of twee (1, 2)	91 (27%)	131 (39%)	96 (28%)	175 (52%)
Nie seker van sukses nie	Drie (3)	111 (33%)	119 (35%)	100 (30%)	83 (24%)
Redelik/absoluut seker van sukses	Vier of vyf (4, 5)	137 (40%)	89 (26%)	143 (42%)	81 (24%)

Tabel 38 Frekwensies van punte wat leerdere behaal ten opsigte van refleksie op die oplossing van onderskeidelik die meetkunde- en persentasie-probleem

Kodering van punte	Punte uit vyf	Refleksie: meetkunde (M5)	Refleksie: persentasie (P5)
Geen rede, uitgelaat, of ontoepaslike rede	Nul, een of twee (0, 1, 2)	81 (24%)	121 (36%)
Redes soos: nie geluister nie, nie huiswerk gedoen nie, of nie geleer nie	Drie (3)	153 (45%)	82 (24%)
Toepaslike redes soos: Kan nie probleme oplos nie, of verstaan nie die konsep (area of persentasie) nie	Vier of vyf (4, 5)	105 (31%)	136 (40%)

Vervolgens word die rekenkundige gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) van die items en/of instrumente wat vir die leerdere gebruik is, weergegee.

4.2.2.2 Rekenkundige gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s)

In Tabele 39 tot 43 word die rekenkundige gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) weergegee vir die prestasie in skoolwiskunde (Junie-eksamen, 2004), die verskillende items in die Lucangeli-Cornoldi-, MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)- en MSLQ(selfregulering)-instrumente en -items.

Tabel 39 Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) van prestasie in skoolwiskunde wat leerdere na die Junie 2004-eksamen behaal

Veranderlike	Waarde van n	\bar{x} (Persentasie)	s
Prestasie in skoolwiskunde na die Junie 2004-eksamen behaal	338	49.2	23.8

Tabel 40 Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van die onderskeie items van die Lucangeli-Cornoldi-instrument

Veranderlike	\bar{x} (Punt uit 5)	s (Punt uit 5)
B1: Sukses behaal met breuke-optelling	2.0	1.9
B2: Sukses behaal met breuke-deling	1.7	1.9
M2: Sukses behaal met oplos van meetkunde-probleem	1.0	1.4
P2: Sukses behaal met oplos van persentasie-probleem	1.0	1.1
B3: Mate waarin leerder stappe van B1 kon monitor	1.7	1.6
B4: Mate waarin leerder stappe van B2 kon monitor	1.5	1.7
M3: Mate waarin leerder stappe van M2 kon monitor	0.2	0.8
P3: Mate waarin leerder stappe van P2 kon monitor	0.5	0.7
M1: Voorspelling van sukses: meetkunde-probleem	3.2	1.0
P1: Voorspelling van sukses: persentasie-probleem	2.9	1.1
M4: Evaluering van sukses: meetkunde-probleem	3.3	1.1
P4: Evaluering van sukses: persentasie-probleem	2.7	1.3
M5: Refleksie op meetkunde-probleem se oplossing	3.0	1.0
P5: Refleksie op persentasie-probleem se oplossing	2.9	1.3

Tabel 41 Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)- en MSLQ(selfregulering)-instrumente

Veranderlike	\bar{x} (7-punt-skaal)	s (7-punt-skaal)
MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)	5.3	0.9
MSLQ(Selfregulering)	4.9	1.0

Tabel 42 Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van die onderskeie items van die MSLQ(kognitiewe strategiegebruik)-instrument

Kognitiewe strategiegebruik-items	\bar{x} (7-punt-skaal)	s (7-punt-skaal)
1	5.4	1.7
2	6.2	1.3
4	3.9	2.0
6	5.3	2.0
7	5.6	1.7
8	6.2	1.4
9	5.2	2.1
12	5.9	1.6
14	4.8	2.0
17	5.4	1.7
19	5.2	2.0
20	4.3	2.1
22	5.7	1.5

Tabel 43 Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) ten opsigte van die onderskeie items van die MSLQ(selfregulering)-instrument

Selfreguleringsitems	\bar{x} (7-punt-skaal)	s (7-punt-skaal)
3	5.3	1.9
5	4.6	2.3
10	4.1	2.1
11	5.4	1.8
13	5.5	1.8
15	4.3	2.1
16	4.1	2.2
18	4.9	2.2
21	5.9	1.4

Tabelle 39 tot 43 weerspieël die rekenkundige gemiddeldes en die standaardafwykings wat leerders in die steekproef behaal het.

Tabelle 35-43 bring onder meer die volgende aan die lig:

- (i) Die bewerkings met gewone breuke en die monitering van die stappe daarvan:

Die gemiddeld wat leerders behaal het vir die optelling van gewone breuke is 2 en die standaardafwyking is 1.9 (B1) (Tabel 40). Slegs 32% van die leerders het goed gevaar en 64% het

swak gevaar met dié bewerking (B1) (Tabel 35), 71% van die leerders kon hoogstens een toepaslike stap vir die bewerking neerskryf (B3) (Tabel 36).

Net so is die gemiddeld wat leerders vir die deling van breuke behaal het 1.7 en die standaardafwyking 1.9 (B2) (Tabel 40). Die standaardafwyking is groter as die gemiddeld wat dui op 'n groot variasie in die data. Slegs 16% van die leerders het met dié bewerking goed gevaar en 69% het swak gevaar (B2) (Tabel 35). Verder kon 72% hoogstens een toepaslike stap vir die bewerking neerskryf (B4) (Tabel 36). Die gemiddeld wat leerders behaal het vir die monitering van die stappe van die deling-bewerking is 0.2 en die standaardafwyking 0.8 (B4) (Tabel 40). Dit dui weer op 'n groot variasie in die data.

(ii) Die oplossing van die meetkunde-probleem (M2), voorspelling van sukses (M1), monitering van stappe (M3), evaluering van sukses (M4) en refleksie op die probleemoplossing (M5):

Die gemiddeld wat leerders behaal het met die oplossing van die meetkunde-probleem is 1.0 en die standaardafwyking is 1.4 (M2) (Tabel 40). Volgens die data in Tabel 35 het 86% van die leerders swak gevaar met die oplossing van die probleem (M2). Die data in Tabel 37 toon aan dat 40% en 42% van die leerders onderskeidelik redelik tot absoluut seker was van sukses met die oplossing van die meetkunde-probleem in hul voorspelling (M1) en evaluering (M4) van sukses, 96% van die leerders kon hoogstens een toepaslike stap vir die oplossing van die probleem neerskryf (M3) (Tabel 36). Uit Tabel 37 blyk dit dat onderskeidelik 33% en 30% van die leerders die opsie 'nie seker nie' gekies het by die voorspelling (M1) en evaluering (M4) van sukses met die oplossing van die meetkunde-probleem. Volgens Tabel 38 kon 31% van die leerders sinvol op die meetkunde-probleem reflekteer (M5). Die gemiddeld vir die refleksie op die probleem is 3.0 en die standaardafwyking 1.0 (M5) (Tabel 40).

(iii) Die oplossing van die persentasie-probleem (P2), voorspelling van sukses (P1), monitering van stappe (P3), evaluering van sukses (P4) en refleksie op die probleemoplossing (P5):

Leerders het gemiddeld 1.0 behaal vir die oplossing van die persentasie-probleem en die standaardafwyking is 1.1 (P2) (Tabel 40). Die data in Tabel 34 toon aan dat 1% van die leerders goed gevaar en 98% swak gevaar het met die oplossing van dié probleem (P2). Volgens die data in Tabel 36 was onderskeidelik 26% en 24% van die leerders seker van sukses in hul voorspelling (P1) en evaluering (P4) van hul eie sukses, 99% van die leerders kon hoogstens een toepaslike stap neerskryf vir die monitering van die probleem (P3) (Tabel 36) en volgens Tabel 38 kon 40% sinvol op die probleem reflekteer (P5).

(iv) Leerders se gemiddelde persentasie behaal in skoolwiskunde na die Junie 2004-eksamen is 49.2 en die standaardafwyking 23.8 (Tabel 39). Die leerders se punte het gewissel van 25.4% tot 73% (Tabel 39).

(v) Volgens die data in Tabel 41 het leerders op 'n sewe-punt-skaal 'n gemiddeld van onderskeidelik 5.3 en 4.9 aangedui as die mate waarin hulle, volgens die selfassessering in MSLQ-hoërskoolleerders, onderskeidelik van kognitiewe strategieë en van selfregulering gebruik maak. Die leerders (mediaan is 4.9 en die standaardafwyking is 0.9, Tabel 40) het van 4 tot 6 op die sewe-punt-skaal gekies vir kognitiewe strategiegebruik én selfregulering. Volgens Tabel 42 wissel die gemiddeld vir die gebruik van kognitiewe strategieë van 3.9 tot 6.2 vir die individuele items van die MSLQ(kognitiewe strategiegebruik). Die standaardafwykings vir dié gemiddeldes wissel van 2.0 tot 1.4. Volgens Tabel 43 wissel die gemiddeld vir die gebruik van selfregulering van 4.1 tot 5.9 vir die individuele items van die MSLQ(selfregulering). Die standaardafwykings vir dié gemiddeldes wissel van 2.1 tot 1.4. Leerders se assessering van hul eie gebruik van kognitiewe strategieë en selfregulering neig meer na die ' baie waar van my'-punt as na die 'nie waar van my nie'-punt op die sewe-punt-skaal.

4.2.3 Inferensiële statistiek

4.2.3.1 Statistiese hipoteses

Statistiese hipoteses met verwysing na die Spearman-rangordekorrelasies (r) (Tabel 47b) word in Tabelle 44–47 gestel.

Tabel 44 Statistiese hipotese oor die verband tussen MSLQ(kognitiewe strategiegebruik) en MSLQ(selfregulering)

Nul hipotese	Alternatiewe hipotese	p-waardes en effekgroottes (r) ²¹ Tabel 47b	Gevolgtrekkings
$H_{01}/SR.KS = 0$ Daar is geen verband tussen die leerder se gebruik van kognitiewe strategieë en selfregulering nie	$H_{a1}/SR.KS \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die leerder se gebruik van kognitiewe strategieë en selfregulering.	$p < 0.05$ $r = 0,46$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0,05$) en in die praktyk moontlik ($r > 0,3$) betekenisvol is.

²¹ Sien Hoofstuk 3, 3.6.1

Tabel 45 Statistiese hipoteses oor die verband tussen die voorspelling en/of evaluering van sukses en/of sukses behaal met die oplossing van 'n meetkunde- en 'n persentasie-probleem

Nul hipotese	Alternatiewe hipotese	p-waardes en effekgroottes (<i>r</i>)	Gevolgtrekkings
$H_{02}/P_{11},M4 = 0$ Daar is geen verband tussen die leerder se voorspelling van sukses met sy/haar oplossing van die meetkunde-probleem en die evaluering van sukses met sy/haar oplossing van die probleem nie	$H_{a2}/P_{11},M4 \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die leerder se voorspelling van sukses met sy/haar oplossing van die meetkunde-probleem en die evaluering van sukses met sy/haar oplossing van die probleem	Tabel 47b $p < 0.05$ $r = 0.67$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk ($r > 0.5$) betekenisvol is.
$H_{03}/P_{11},P4 = 0$ Daar is geen verband tussen die leerder se voorspelling van sy/haar sukses met die oplossing van die persentasie-probleem en die evaluering van sy/haar sukses met die oplossing van die probleem nie	$H_{a3}/P_{11},P4 \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die leerder se voorspelling van sy/haar sukses met die oplossing van die persentasie-probleem en die evaluering van sy/haar sukses met die oplossing van die probleem	$p < 0.05$ $r = 0.57$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk ($r > 0.5$) betekenisvol is.
$H_{04}/P_{11},M2 = 0$ Daar is geen verband tussen die leerder se voorspelling van sukses met sy/haar oplossing van die meetkunde-probleem en die mate waarin die leerder wel sukses behaal het met die oplossing van die meetkunde-probleem nie	$H_{a4}/P_{11},M2 \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die leerder se voorspelling van sukses met sy/haar oplossing van die meetkunde-probleem en die mate waarin die leerder wel sukses behaal het met die oplossing van die meetkunde-probleem	$p < 0.05$ $r = 0.4$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk moontlik ($r > 0.3$) betekenisvol is.

Tabel 45 Statistiese hipoteses oor die verband tussen die voorspelling en/of evaluering van sukses en/of sukses behaal met die oplossing van 'n meetkunde- en 'n persentasie-probleem (vervolg)

<p>$H_{05}/M2.M4 = 0$</p> <p>Daar is geen verband tussen die mate waarin die leerder sukses behaal het met die oplossing van die meetkunde-probleem en die leerder se evaluering van sy/haar sukses met die oplossing van die meetkunde-probleem nie</p>	<p>$H_{a5}/M2.M4 \neq 0$</p> <p>Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die mate waarin die leerder sukses behaal het met die oplossing van die meetkunde-probleem en die leerder se evaluering van sy/haar sukses met die oplossing van die meetkunde-probleem</p>	<p>$p < 0.05$</p> <p>$r = 0.4$</p>	<p>Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk moontlik ($r > 0.3$) betekenisvol is.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabel 46 Statistiese hipoteses oor die verband tussen die monitering van stappe en die sukses behaal met breuke-bewerkings of die oplossing van 'n meetkunde- of persentasie-probleem

Nul hipotese	Alternatiewe hipotese	p-Waardes en effek-groottes (<i>r</i>) Tabel 47b	Gevolgtrekkings
$H_{06}/\rho_{P2:P3} = 0$ Daar is geen verband tussen die werklike sukses wat die leerder behaal het met die oplossing van die persentasie-probleem en die leerder se vermoë om die stappe van die probleem te monitor nie	$H_{a6}/\rho_{P2:P3} \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die werklike sukses wat die leerder behaal het met die oplossing van die persentasie-probleem en die leerder se vermoë om die stappe van die probleem te monitor	$p < 0.05$ $r = 0.68$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk ($r > 0.5$) betekenisvol is.
$H_{07}/\rho_{M2:M3} = 0$ Daar is geen verband tussen die leerder se werklike sukses met die oplossing van die meetkunde-probleem en die leerder se vermoë om die stappe van die meetkunde-probleem te monitor nie	$H_{07}/\rho_{M2:M3} \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die leerder se werklike sukses met die oplossing van die meetkunde-probleem en die leerder se vermoë om die stappe van die meetkunde-probleem te monitor	$p < 0.05$ $r = 0.3$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk moontlik ($r > 0.3$) betekenisvol is.
$H_{08}/\rho_{B1:B3} = 0$ Daar is geen verband tussen die sukses wat die leerder behaal het met die uitvoer van die optelling van gewone breuke en die mate waarin die leerder die stappe van die optelling van gewone breuke kon monitor nie	$H_{a8}/\rho_{B1:B3} \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die sukses wat die leerder behaal het met die uitvoer van die optelling van gewone breuke en die mate waarin die leerder die stappe van die optelling van gewone breuke kon monitor	$p < 0.05$ $r = 0.6$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk ($r > 0.5$) betekenisvol is.
$H_{09}/\rho_{B2:B4} = 0$ Daar is geen verband tussen die sukses wat die leerder behaal het met die uitvoer van die deling van gewone breuke en die mate waarin die leerder die stappe van die bewerking kan monitor nie	$H_{a9}/\rho_{B2:B4} \neq 0$ Daar is 'n statisties betekenisvolle verband tussen die sukses wat die leerder behaal het met die uitvoer van die deling van gewone breuke en die mate waarin die leerder die stappe van die bewerking kon monitor	$p < 0.05$ $r = 0.70$	Die nulhipotese word verwerp omdat die verband statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk ($r > 0.5$) betekenisvol is.

4.2.3.2 Spearman-rangordekorrelasies: Lucangeli-en-Cornoldi- en MSLQ-instrumente

Spearman-rangordekorrelasies tussen leerders se prestasie in skoolwiskunde, MSLQ(kognitiewe strategiegebruik), MSLQ(selfregulering), metakognitiewe optrede (voorspelling, monitering, evaluering en refleksie), die bewerkings met breuke (optelling en deling) en die oplossing van probleme (meetkunde en persentasie) is bepaal en die resultate word deurgaans in Tabel 47b verskaf.

Die Spearman-rangordekorrelasies (r) is betekenisvol in die praktyk as $r > 0.5$ en moontlik betekenisvol in die praktyk as $r > 0.3$. Statistiese betekenisvolheid is op die 5%-peil bepaal.

Vervolgens word die kodes wat in die Spearman-rangordekorrelasietabel (Tabel 47b) gebruik is, in Tabel 47a verstrekk.

Tabel 47a Verduideliking van die kodes wat in die Spearman-rangordekorrelasietabel gebruik is

Kode	Beskrywing	Kode	Beskrywing
%	Prestasie in skoolwiskunde behaal ná die Junie 2004-eksamen	M1	Voorspelling van sukses: meetkunde-probleem
KS	MSLQ kognitiewe strategiegebruik	M2	Sukses behaal met oplos van meetkunde-probleem
SR	MSLQ selfregulering	M3	Mate waarin leerder stappe van die oplossing van die meetkunde-probleem kon monitor
B1	Sukses behaal met breuke-optelling	M4	Evaluering van sukses: meetkunde-probleem
B2	Sukses behaal met breuke-deling	M5	Refleksie op oplossing van die meetkunde-probleem
B3	Mate waarin leerder stappe van optelling van breuke kon monitor	P1	Voorspelling van sukses: persentasie-probleem
B4	Mate waarin leerder stappe van deling van breuke kon monitor	P2	Sukses behaal met oplos van persentasie-probleem
		P3	Mate waarin leerder stappe van die oplossing van die persentasie-probleem kon monitor
		P4	Evaluering van sukses: persentasie-probleem
		P5	Refleksie op oplossing van die persentasie-probleem

Tabel 47b Die Spearman-rangordningskorrelatiekoefficienten tussen prestatie in schoolwiskunde (Junie 2004), items van Lucangeli-Cornoldi- en MSLQ(LS)- en MSLQ(SR)-instrumente (*: p<0.05)

	KS	SR	B1	B2	B3	B4	M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5
%	1.00															
KS	0.09	1.00														
SR	0.28*	0.46*	1.00													
B1	0.49*	0.09	0.19*	1.00												
B2	0.57*	0.15*	0.26*	0.50*	1.00											
B3	0.62*	0.05	0.21*	0.61*	0.53*	1.00										
B4	0.60*	0.15*	0.25*	0.48*	0.70*	0.62*	1.00									
M1	0.26*	0.17*	0.07	0.35*	0.32*	0.37*	0.27*	1.00								
M2	0.43*	0.06	0.15*	0.35*	0.38*	0.31*	0.36*	0.37*	1.00							
M3	0.21*	0.02	0.08	0.23*	0.28*	0.22*	0.17	0.20*	0.33*	1.00						
M4	0.30*	0.19*	0.13*	0.39*	0.31*	0.31*	0.24*	0.67*	0.39*	0.16*	1.00					
M5	0.11*	0.07	0.05	-0.08	0.20*	0.01	0.14*	-0.08	0.04	0.08	-0.18	1.00				
P1	0.11*	0.21*	0.10	0.18	0.26*	0.19	0.14	0.36*	0.19*	0.09	0.42*	0.09	1.00			
P2	0.31*	0.20*	0.24*	0.39*	0.34*	0.29*	0.35*	0.14	0.24*	0.30*	0.22*	0.07	0.13	1.00		
P3	0.25*	-0.01	0.19*	0.27*	0.26*	0.20*	0.27*	0.12	0.18*	0.18*	0.21*	0.03	0.26*	0.68*	1.00	
P4	0.12*	0.21*	0.19*	0.25*	0.24*	0.14	0.21*	0.27*	0.07	0.13*	0.34*	0.00	0.57*	0.21*	0.31*	1.00
P5	0.16*	0.04	0.06	0.12	0.23*	0.17	0.13	-0.11	-0.11	0.10	-0.04	0.26*	0.03	0.07	0.07	-0.01

Spearman-rangordekorrelasies is gebruik om te bepaal of daar statisties betekenisvolle ($p < 0.05$) en prakties betekenisvolle ($r > 0.5$) of moontlik prakties betekenisvolle ($r > 0.3$) korrelasies tussen die metakognitiewe komponente (soos in die Lucangeli-Cornoldi-instrument gebruik), sukses met bewerkings met breuke of wiskundeprobleemoplossing (soos in Lucangeli-Cornoldi-instrument gebruik), MSLQ(kognitiewe strategiegebruik) en MSLQ(selfregulering) is.

Uit Tabel 47b blyk dit dat daar statisties betekenisvolle korrelasies is ($*p < 0.05$). Die effekgroottes (r) vir moontlik prakties betekenisvolle ($r > 0.3$) of prakties betekenisvolle korrelasies ($r > 0.5$) was minder.

Tabel 47b toon die volgende statisties betekenisvolle korrelasies ($*p < 0.05$) en effekgroottes wat prakties betekenisvol ($r > 0.5$) of moontlik prakties betekenisvol ($r > 0.3$) is, tussen:

- die gebruik van kognitiewe strategieë en selfregulering (KS:SR) (Tabel 47b)
- die voorspelling en evaluering van sukses met die oplossing van die meetkunde- of persentasie-probleem (M1:M4; P1:P4) (Tabel 47b)
- die voorspelling van sukses en werklike sukses behaal met die oplossing van die meetkunde-probleem (M1:M2) (Tabel 47b)
- die werklike sukses behaal met die oplossing van die meetkunde-probleem en die evaluering van die sukses (M2:M4) (Tabel 47b)
- die sukses behaal met breuke-bewerkings of oplossing van probleme en die monitering van die stappe van die bewerking of die oplossing (B1:B3; B2:B4; M2:M3; P2:P3) (Tabel 47b).

Volgens die resultate in Tabel 47b is die volgende korrelasies tussen die volgende onderafdelings van die Lucangeli-Cornoldi-, die MSLQ-instrumente en die prestasie in skoolwiskunde, nie betekenisvol in die praktyk nie, hoewel sommige hiervan wel statisties betekenisvol is ($*p < 0.05$) (Tabel 47b):

- voorspelling van sukses en die werklike sukses wat met die oplossing van die persentasie-probleem behaal is (P1:P2) (Tabel 47b)
- werklike sukses wat met die oplossing van die persentasie-probleem behaal is en die evaluering van sukses (P2:P4) (Tabel 47b)
- die sukses wat leerders behaal het met die oplossing van die meetkunde- of die persentasie-probleem en refleksie op die probleemoplossing (M2:M5; P2:P5) (Tabel 47b)
- kognitiewe strategiegebruik en die onderskeie metakognitiewe komponente, naamlik:

voorspelling van sukses, monitering van stappe, evaluering van sukses en werklike sukses behaal met die breuke-bewerking of die oplossing van die probleme (KS:B1/B2/B3/B4/M1/M2/M3/M4/M5/P1/P2/P3/P4/P5) (Tabel 47b)

- selfregulering en die onderskeie metakognitiewe komponente, naamlik voorspelling van sukses, monitering van stappe, evaluering van sukses en werklike sukses behaal met die breukebewerking of die oplossing van die probleme (SR:B1/B2/B3/B4/M1/M2/M3/M4/M5/P1/P2/P3/P4/P5) (Tabel 47b).

4.3 Statistiese gegewens vir voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders

4.3.1 Betroubaarheid

Die betroubaarheid is deur die Cronbach-alpha-waardes bepaal. Cronbach se alpha-koëffisiënte word in Tabel 48 weergegee.

Tabel 48 Cronbach se alpha-koëffisiënte vir voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders ten opsigte van die selfassesseringsvraelyste

Veranderlike	α
Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders	0.82
Indiens-wiskundeleerfasiliteerders	0.92

Die alpha-waardes is in die orde van 0.82 tot 0.92 en kan as aanvaarbaar beskou word vir die doel waarvoor dit in die onderhawige studie gebruik word (Tabel 48).

4.3.2 Beskrywende statistiek

Tabel 49 Gemiddeldes (\bar{x}) en standaardafwykings (s) van prestasie wat voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in wiskunde (Junie 2004-eksamen) behaal het

Veranderlike	Waarde van n	\bar{x} Persentasie	s
Wiskundeprestasie ná die Junie 2004-eksamen behaal	88	54.3	21.1

Tabel 49 gee die gemiddelde persentasie wat voordiens-wiskundeleerfasiliteerders vir wiskunde (modulekodes: WSKH 141/WSKH 241/WSKH 311) ná die Junie 2004-eksamen behaal. Die standaardafwyking is 21.1 wat beteken die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se persentasies wissel van 33.3 tot 75.4 (Tabel 49).

Tabel 50 Gemiddeldes (\bar{x}), mediane (Me) en standaardafwykings (s) vir die Selfassesseringsvraelyste vir voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders

Veranderlike	\bar{x}		Me		s	
	Indiens-leer-fasiliteerders N = 40	Voordiens-leer-fasiliteerders N = 88	Indiens-leer-fasiliteerders	Voordiens-leer-fasiliteerders	Indiens-leer-fasiliteerders	Voordiens-leer-fasiliteerders
A1	3.7	3.4	4	3	0.9	0.9
A2	2.9	3.4	3	3	1.0	1.1
A3	2.9	3.3	3	3	1.1	1.2
A4	2.6	3.2	3	3	1.0	0.9
A5	3.9	3.5	4	4	0.9	0.9
A6	2.9	3.5	3	3.5	1.0	0.9
A7	3.0	3.3	3	3	1.0	0.9
A8	3.1	3.4	3	3	1.0	1.0
A9	3.7	3.1	4	3	1.0	1.1
A10	3.1	3.4	3	3	1.0	1.0
A11	3.3	3.3	3	3	0.9	1.0
A12	3.3	3.5	3	4	0.9	0.9
A13	3.4	3.4	4	3	0.9	0.9
A14	3.1	3.4	3	3	1.0	0.8
A15	3.3	3.5	3	4	0.9	0.8
A16	3.2	3.5	3	3.5	0.9	1.0
A17	3.1	3.6	3	4	0.9	0.9
A18	3.2	3.4	3	3.5	0.9	1.0

Volgens Tabel 50 het die voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders hulself soos volg geassesseer:

Uit Tabel 50 blyk dit dat die mediane vir al die items van die selfassesseringsvraelys óf 3 óf 4 is. Dit beskryf die tipiese respons van die respondente, naamlik of 'soms' of 'gereeld' op al die items van die vraelys. Die gemiddeld vir indiens-wiskundeleerfasiliteerders wissel van 2.6 tot 3.9, die gemiddeld vir voordiens-wiskundeleerfasiliteerders wissel van 3.1 tot 3.6 (Tabel 50). Die standaardafwyking by die indiens-wiskundeleerfasiliteerders wissel van 0.9 tot 1.1 (Tabel 50). Die standaardafwyking by die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders wissel van 0.8 tot 1.2 (Tabel 50).

Die mediaan (by die items hieronder genoem) dui aan dat voordiens- en indiens-leerfasiliteerders toon aan dat hulle die volgende strategieë 'by geleentheid/soms' (n 3-respons) gebruik (Tabel 50):

Strategieë wat

- koöperatiewe leer (A2) en 'n 'buddy'-stelsel insluit (A3) (Tabel 50)
- gereeld stop en weer deur die werk gaan wat so pas geleer is (A4) (Tabel 50),
- vraagstelling bevorder (A7) (Tabel 50)
- onafhanklike leer bevorder (A8) (Tabel 50)
- uitbreiding bevorder (A10) (Tabel 50)
- verstaan monitor (A11) (Tabel 50)
- n verskeidenheid tipes probleemoplossings insluit (A14) (Tabel 50).

Die response wissel van 'Ek doen dit min (omtrent nooit)' tot 'Ek doen dit gereeld' (volgens die standaardafwyking in Tabel 50).

Die voordiens- en indiens-leerfasiliteerders sê dat hulle die volgende strategie gereeld gebruik (die mediaan is 4; Tabel 50):

- modellering van strategieë deur hardop daaroor te dink en dit te bespreek (A5) (Tabel 50).

Dié response wissel van 'Ek doen dit soms' tot 'Ek doen dit deurgaans (altyd)' volgens die standaardafwyking en die gemiddelde in Tabel 50 (vir die voordiens- sowel as die indiens-wiskundeleerfasiliteerders).

Die mediane vir die volgende strategieë (Tabel 50) dui aan dat die indiens-leerfasiliteerders aandui dat hulle metakognitiewe (A1), internalisering en privaatspraak (A9) en probleemoplossingstrategieë (A13) 'gereeld' gebruik, terwyl die voordiens-leerfasiliteerders meen dat hulle dié genoemde strategieë slegs 'soms' gebruik (Tabel 50).

Uit die inspeksie van die mediane en standaardafwykings in Tabel 50, dui die voordiens-leerfasiliteerders aan dat hulle die volgende strategieë 'gereeld' (die mediaan is 4) gebruik, terwyl die indiens-leerfasiliteerders sê dat hulle dit slegs 'soms' (die mediaan is 3) gebruik (Tabel 50), naamlik

- gebruik n verskeidenheid leerstyle (A6) (Tabel 50)
- sien hoër-orde-denke as n uitdaging (A12) (Tabel 50)

- bevorder die aard en belangrikheid van 'n verskeidenheid tipes probleme deur 'n verskeidenheid probleme op te los (A15) (Tabel 50)
- gebruik 'n verskeidenheid geleenthede om te leer (e.g. lees, skryf, luister, besprekings) (A16) (Tabel 50)
- pas nuwe leerstrategieë toe (A17) (Tabel 50)
- assesseer hul eie leerstrategieë en vordering in wiskunde (A18) (Tabel 50).

4.4 Samevatting

In Hoofstuk 4 is die empiriese resultate weergegee. Die resultate van die ondersoek kan soos volg saamgevat word:

4.4.1 Aard van die betroubaarheid

Die alpha (α)-koëffisiënte kan as aanvaarbaar beskou word vir die doel waarvoor die instrumente in die ondersoek gebruik is.

Vervolgens word 'n kort oorsig van die resultate van die ondersoeke in die onderhawige studie gegee.

4.4.2 Die resultate van die leerders se vraelyste

Die vraelyste wat die leerders ingevul het, dui op die volgende:

Dit moet in gedagte gehou word dat die spesifieke bewerkings met breuke (roetine) en probleme (nie-roetine) gekies is om leerders se metakognitiewe response te ondersoek. Bewerkings met breuke behoort al outomaties uitgevoer te kan word, omdat dit al baie geoefen is. Die probleme (meetkunde en persentasie) benodig meer as roetinehandelinge – dit kan nie outomaties uitgevoer word nie, want dit word nie as sulks inge oefen nie. Metakognitiewe aktiwiteite word vereis om te voorspel, te beplan, te monitor, te evalueer en te reflekteer²².

Uit Tabele 35 tot 47b blyk dit dat

- die leerders nie die bewerkings met breuke kon uitvoer (breuke-optelling (B1): 64%; breuke-delning (B2): 69%, Tabel 35) of die probleme kon oplos nie (meetkunde-probleem (M2): 86%; persentasie-probleem (P2): 98%, Tabel 35)

²² Kyk: Hoofstuk 2, 2.9

- daar 'n statisties ($p < 0.05$) en prakties betekenisvolle ($r > 0.5$) verband is tussen die werklike sukses behaal met die uitvoer van die bewerkings met breuke of die oplossing van die probleme en die monitering van die stappe (B1:B3, B2:B4; M2:M3; P2:P3) (Tabel 47b)
- daar 'n statisties ($p < 0.05$) en prakties betekenisvolle ($r > 0.5$) verband bevind is tussen die voorspelling en die evaluering van sukses met die oplossing van die probleme in die onderhawige studie (M1:M4; P1:P4) (Tabel 47b)
- onderskeidelik 24% (M5) en 36% (P5) van die leerders glad nie kon reflekteer op die oplossings van die meetkunde- en persentasie-probleme nie (Tabel 38)
- die leerders sê dat hulle gebruik maak van kognitiewe strategieë (Tabel 42: die gemiddeld is 5 op 'n sewe-punt-skaal) en selfregulering (Tabel 43: die gemiddeld is 5 op 'n sewe-punt-skaal)
- slegs 4% (meetkunde-probleem M2) en 1% (persentasie-probleem P2) (Tabel 35) van die leerders suksesvol was met die oplossing van dié probleme. Daar was dus te min leerders wat suksesvol was met die oplossing van die probleme om hulle as 'n aparte groep te ondersoek en hul metakognitiewe strategiegebruik te vergelyk met leerders wat nie suksesvol was met die oplossing van die probleme nie. Dit is opgevolg met die kwalitatiewe ondersoek na vier Graad 9-leerders se metakognisie en metakognitiewe aktiwiteite tydens wiskundeprobleemoplossing wat in Hoofstuk 5 gerapporteer word.

4.4.3 Die resultate van die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se vraelys

Die resultate van die selfassesseringsvraelys wat deur voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders ingevul is, dui op die volgende:

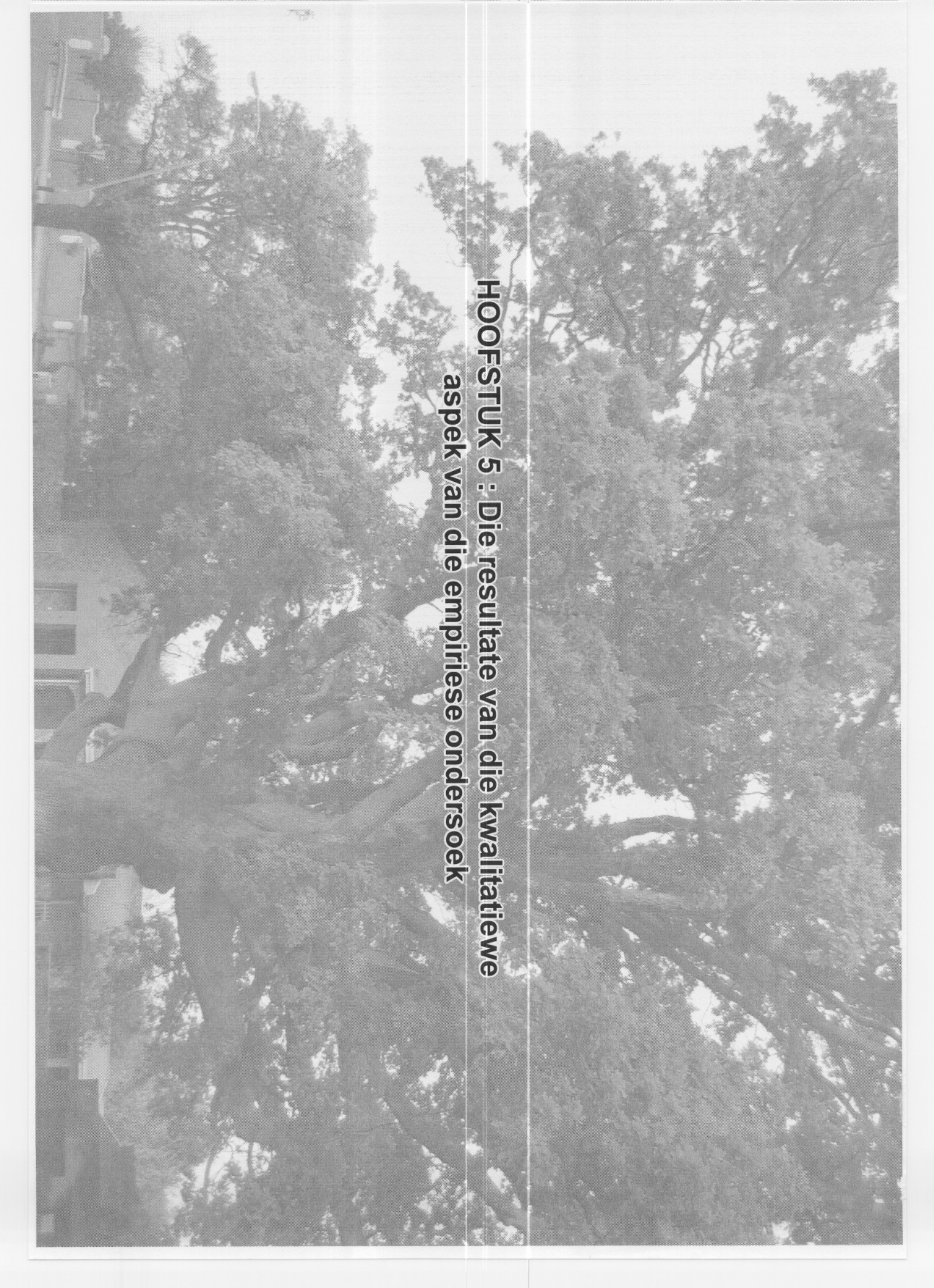
Uit Tabel 50 blyk:

- uit die mediane wat vir al die items van die selfassesseringsvraelys bepaal is, dat 14 van die 18 items 'n 3-respons ('by geleentheid/soms') en slegs vier van die items 'n 4-respons ('gereeld') gegee het vir die indiens-wiskundeleerfasiliteerders. Die standaardafwyking (Tabel 50) van die 3-respons by dié mediane impliseer dat hul response gewissel het tussen *Ek doen dit min/omtrent nooit*, *Ek doen dit by geleentheid/soms* en *Ek doen dit gereeld*.
- dit dat indiens-wiskundeleerfasiliteerders sê dat die strategieë, wat hulle sê dat hulle gereeld gebruik wanneer hulle leer in wiskunde fasiliteer, die volgende insluit (Tabel 50, gemiddeldes, mediane en standaardafwykings vir A1, A5, A9, A13):
 - metakognitiewe strategieë (A1)
 - hardop-dink-strategieë (A5)

- privaatspraak en internalisering (A9)
- probleemoplossingstrategieë (A13).
- uit die mediane wat bepaal is vir al die items van die selfassesseringsvraelys vir die voordiens-leerfasiliteerders se response dat sewe van die 18 items 'n 3-respons ('by geleentheid/soms'), vier 'n 4-respons ('gereeld') en vier 'n 3.5-respons (van 'soms' tot 'gereeld') gegee het. Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders sê dat hulle die volgende metakognitiewe strategieë 'gereeld' self toepas, wanneer hulle wiskundeleer:
 - hardop-dink-strategieë en besprekings met die portuurgroep (A5) (Tabel 50)
 - gebruik verskeie leerstyle om te leer (A6) (Tabel 50)
 - sien hoër-orde-denke as 'n uitdaging (A12) (Tabel 50)
 - los 'n verskeidenheid probleme op om die aard en belangrikheid van verskillende tipes probleme in wiskunde te versterk (A15) (Tabel 50)
 - gebruik 'n verskeidenheid geleenthede (e.g. lees, skryf, luister) om wiskunde te leer (A16) (Tabel 50)
 - pas leerstrategieë wat geleer is, toe (A17) (Tabel 50)
 - assesseer hul eie vordering en leerstrategiegebruik (A18) (Tabel 50).

Die kwantitatiewe ondersoek is opgevolg deur middel van die volgende kwalitatiewe ondersoeke, waarvan die resultate in Hoofstuk 5 weergegee word:

- een indiens-leerfasiliteerder se metakognisie is tydens twee leerfasiliteringsgeleenthede ondersoek, en
- agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se kennis en gebruik van metakognisie is deur middel van drie fokusgroeponderhoude ondersoek.



**HOOFTUK 5 : Die resultate van die kwalitatiewe
aspek van die empiriese ondersoek**

Onderzoek na metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer met besondere verwysing na die senior fase

Hoofstuk 1

Oriëntering

- 1.1 Algemene inleiding
- 1.2 Probleemstelling en motivering
- 1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk
- 1.4 Begripsverklaring
- 1.5 Hoofstukindeling

Hoofstuk 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

- 2.1 Inleidende oriëntering
- 2.2 Begrip "leer"
- 2.3 'Ander' aspekte van leer
- 2.4 Leerteorieë
- 2.5 Sosiale konstruktiewisme
- 2.6 Uitkomstgerigte onderwys
- 2.7 Metakognisie
- 2.8 Metakognitiewe teorieë
- 2.9 Wese van "metakognisie"
- 2.10 Leerfasiliteerder
- 2.11 Verwerwing van metakognisie
- 2.12 Toepassing van metakognisie
- 2.13 Ontwikkeling van metakognisie
- 2.14 Samevatting

Hoofstuk 3

Navorsingsontwerp

- 3.1 Inleidende oriëntering
- 3.2 Aannames van navorser
- 3.3 Steekproef en deelnemers
- 3.4 Data-insamelingsinstrumente
- 3.5 Data-insamelingsprosedure(s)
- 3.6 Strategieë vir data-analise
- 3.7 Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid
- 3.8 Opsomming en uiteensetting
- 3.9 Etiese oorwegings
- 3.10 Parameters
- 3.11 Voorsiene probleme
- 3.12 Samevatting

Hoofstuk 4

Resultate: Kwantitatiewe deel van die studie

- 4.1 Inleidende oriëntering
- 4.2 Statistiese gegewens: leerders
- 4.3 Statistiese gegewens: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 4.4 Samevatting

Hoofstuk 5

Resultate: Kwalitatiewe deel van die studie

- 5.1 Inleidende oriëntering
- 5.2 Resultate: leerders
- 5.3 Resultate: indiens-wiskundeleerfasiliteerder
- 5.4 Resultate: voordiens-wiskundeleerfasiliteerders
- 5.5 Samevatting

Hoofstuk 6

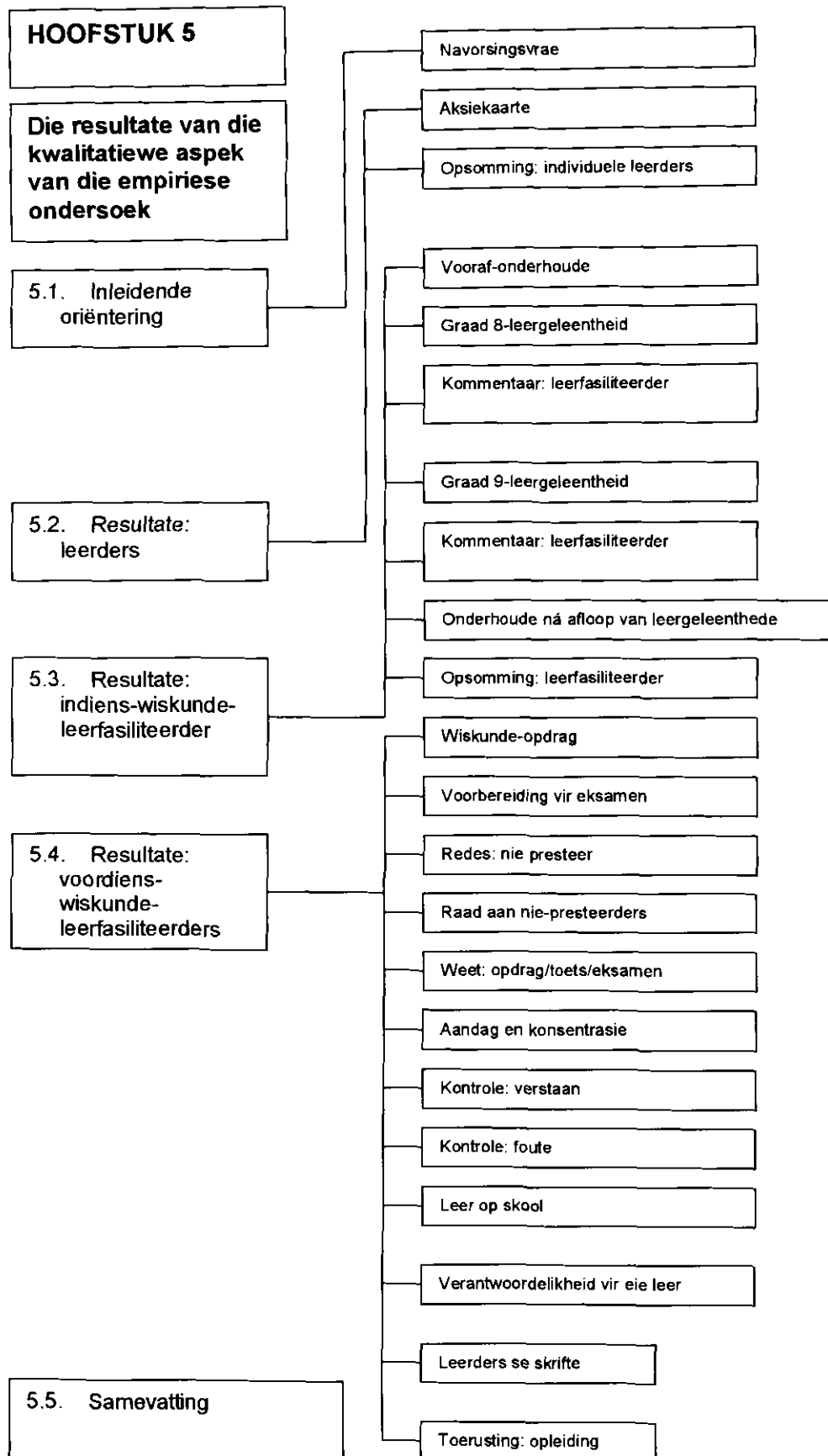
Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

- 6.1 Inleidende oriëntering
- 6.2 Triangulasie
- 6.3 Kontekstualisering: leerders
- 6.4 Kontekstualisering: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 6.5 Samevatting

Hoofstuk 7

Opsomming en aanbevelings

- 7.1 Inleidende oriëntering
- 7.2 Samevatting
- 7.3 Bevindings
- 7.4 Beperkings
- 7.5 Aanbevelings
- 7.6 Etiese aspekte
- 7.7 Slotopmerking



HOOFSTUK 5

Die resultate van die kwalitatiewe aspek van die empiriese ondersoek

5.1 Inleidende oriëntering

In Hoofstuk 3 is gefokus op 'n bespreking van die navorsingsontwerp vir die onderhawige studie. In Hoofstuk 4 is die resultate van die kwantitatiewe deel van die onderhawige studie kortliks verskaf. In Hoofstuk 5 verskaf ek die resultate van die kwalitatiewe ondersoek van die onderhawige studie.

5.1.1 Navorsingsvrae

In Tabel 51 word die navorsingsvrae gelys, asook die onderafdelings in Hoofstuk 5 wat daaroor handel.

Tabel 51 Verwysings na onderafdelings wat oor die navorsingsprobleme handel

Primêre en sekondêre navorsingsvrae	Onderafdeling van hoofstuk
1. Hoe sien metakognisie in wiskundeprobleemoplossing in die senior fase daar uit?	5.2
1.1 Watter metakognitiewe strategieë word deur leerders in wiskundeprobleemoplossing in die senior fase gebruik, indien enige? 1.2 Is daar 'n verskil in die wiskundeprestasie van leerders wat metakognitiewe strategieë in die oplossing van wiskunde probleme implementeer en leerders wat nie metakognitiewe strategieë in probleemoplossing implementeer nie?	5.2 (Leerders) Tabelle 53-60
1.3 Oor watter kennis rakende metakognitiewe strategieë beskik voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders, indien enige?	5.3 (Indiens-) 5.4 (Voordiens-)

Tabel 52 Navorsingsvrae met betrekking tot leerders, voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders en die kwalitatiewe prosedures wat gevolg is om navorsingsvrae te ondersoek

Navorsingsvraag	Kwalitatiewe prosedure(s) wat gevolg is om navorsingsvrae te ondersoek.
Hoe sien metakognisie by leerders se wiskundeoplossing in die senior fase daar uit?	Vier Graad 9-leerders se metakognisie en metakognitiewe strategieë tydens wiskundeoplossing word individueel deur middel van 'n multimetode-onderhoud kwalitatief ondersoek (video-opnames tydens probleemoplossing, keuse van metakognitiewe aksiekaarte, waarneming en <i>verbatim</i> transkripsies)
Hoe sien metakognisie by indiens-wiskundeleerfasiliteerders in die senior fase daar uit?	Een indiens-wiskundeleerfasiliteerder se metakognisie en metakognitiewe strategieë tydens twee leerfasiliteringsgeleenthede in wiskunde (een Graad 8-klas en een Graad 9-klas – albei deur medium van Engels) is kwalitatief ondersoek (gestruktureerde onderhoude voor en ná die leerleentheid, die leerfasiliteringsgeleentheid, video-opnames, waarnemings en <i>verbatim</i> transkripsies)
Hoe sien metakognisie by voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se wiskundeoplossing daar uit?	Agt derdejaar voordiens-wiskundeleerfasiliteerders het deelgeneem aan drie fokusgroeponderhoude waartydens hul kennis en gebruik van metakognisie in wiskunde kwalitatief ondersoek is (video-opnames van drie gestruktureerde fokusgroeponderhoude, waarnemings en <i>verbatim</i> transkripsies)

5.2 Resultate van die kwalitatiewe ondersoek na die leerders²³ se metakognitiewe vaardighede

Eerstens word die prestasie in skoolwiskunde van die vier leerders wat deelgeneem het aan die einde van Graad 8 (Desember 2004), weergegee.

²³ Transkripsie-CD (*verbatim* transkripsie van onderhoude met leerders, voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders) is op navraag beskikbaar.

Tabel 53 Deelnemers se prestasie in skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (Desember 2004)

	Persentasie behaal in skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (Desember 2004)
Leerder A	91%
Leerder B	57%
Leerder C	91%
Leerder D	86%

Tabel 53 dui aan dat een leerder onder 60% behaal het en dat drie leerders bo 85% behaal het in skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (2004).

Vervolgens word die tydsduur wat dit elke leerder geneem het om 'n tangram-figuur te bou en 'n probleem op te los, in tabelvorm weergegee.

Tabel 54 Tydsduur vir die bou van 'n tangram-figuur en die oplossing van probleem

	Tyd in minute en sekondes om 'n tangram-figuur te bou	Tyd in minute en sekondes om 'n probleem op te los
Leerder A	5:12	10:05
Leerder B	4:11	4:48
Leerder C	13:04	12:45
Leerder D	1:30	7:33

Tabel 54 dui die tydsduur aan wat die onderskeie leerders geneem het om onderskeidelik 'n tangram-figuur te bou en 'n probleem op te los. Daar is 'n groot verskil in die tydsduur wat dit leerders A, B en D (5:12, 4:11 en 1:30) en leerder C (13:04) geneem het om 'n tangram-figuur te bou. Leerder A (10:05) en leerder C (12:45) het ook langer as leerder B (4:48) en leerder D (7:33) geneem om 'n probleem op te los.

Die resultate van die vier individuele multimetode-onderhoude met Graad 9-leerders word vervolgens in tabelvorm weergegee.

5.2.1 Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte

Vervolgens word die keuses wat die leerders gemaak het uit die beskikbare metakognitiewe aksiekaarte weergegee. Die metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op bewuswees (*awareness*) word in Tabel 55 weergegee, evaluering in Tabel 56, regulering in Tabel 57, kognitiewe handeling in Tabel 58 en optrede met betrekking tot die bou van 'n tangram-figuur in Tabel 59.

Tabel 55 Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op bewuswees (awareness)

Meta-kognitiewe aksiekaarte B = bewuswees	Leerder A		Leerder B		Leerder C		Leerder D		Totaal		Beskrywing van die metakognitiewe optrede wat op die kaarte aangedui is
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	
B1		X			X	X	X	X	2	3	<i>Ek het gedink aan wat ek alreeds weet</i>
B2		X				X	X	X	1	3	<i>Ek het probeer onthou of ek al voorheen 'n soortgelyke probleem opgelos het</i>
B3		X				X	X	X	1	3	<i>Ek het gedink aan wat al voorheen gehelp het om 'n probleem op te los</i>
B4						X	X	X	1	2	<i>Ek het gedink "Ek kan hierdie soort probleem oplos"</i>
B5	X		X	X		X	X	X	3	3	<i>Ek het gedink "Ek weet wat om te doen"</i>
Totaal	1	3	1	1	1	5	5	5	8	14	

(T: bou van tangram-figuur; P: oplos van probleem)

Kort verduideliking van die keuse van die aksiekaarte: Leerders het die metakognitiewe aksiekaarte eers ontvang, dit deurgegaan en seker gemaak dat hulle presies verstaan wat die optrede wat daarop uitgespel is, beteken. Leerders het onderskeidelik 'n tangram-figuur gebou en 'n probleem opgelos. Ná elke taak het hulle weer die kaarte ontvang waarop die metakognitiewe optrede uitgespel is. Die leerders moes dié kies wat die metakognitiewe optrede aandui wat hulle tydens die bou van die tangram-figuur en die oplossing van die probleem geïmplementeer het. Byvoorbeeld, onder leerder C, in die P-kolom is 'n X in die B5-ry. Dit beteken dat leerder C by die oplossing van 'n probleem (P) die kaart waarop staan *Ek het gedink "Ek weet wat om te doen"* (B5) gekies het.

Tabel 55 toon die volgende:

- drie van die vier leerders sê dat hulle net een van die vyf bewuswees-optrede gebruik het terwyl hulle die tangram-figuur gebou het. Hierteenoor het leerder D van al vyf die bewuswees-optrede gebruik gemaak
- drie van die vier leerders gebruik by die oplossing van probleem:

- B1 (*Ek het gedink aan wat ek alreeds weet*)²⁴
 - B2 (*Ek het probeer onthou of ek al voorheen 'n soortgelyke probleem opgelos het*)
 - B3 (*Ek het gedink aan wat voorheen gehelp het om 'n probleem op te los*) en
 - B5 (*Ek weet wat om te doen*) (Tabel 54)
- hierdie bewuswees-optrede is in totaal 14 keer tydens die oplossing van die probleem en agt keer tydens die bou van die tangram-figuur geïmplementeer.

Tabel 56 **Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op evaluering**

Meta-kognitiewe aksiekaarte	Leerder A		Leerder B		Leerder C		Leerder D		Totaal		Beskrywing van die metakognitiewe optrede wat op die kaarte aangedui is
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	
E6	X	X	X	X	X	X	X	X	4	4	<i>Ek het gedink "Is dit wat ek doen, reg?"</i>
E7		X			X	X			1	2	<i>Ek het gedink "Ek kan dit nie doen nie"</i>
E8				X	X		X	X	2	2	<i>Ek het gedink aan hoe ek vorder</i>
Totaal	1	2	1	2	3	2	2	2	7	8	

(T: bou van tangram-figuur; P: oplos van probleem)

Tabel 56 toon die volgende:

- leerder A en leerder B het slegs E6 (*Is dit wat ek doen, reg?*) tydens die bou van die tangram-figuur geïmplementeer
- al vier die leerders het E6 tydens die oplossing van probleem geïmplementeer
- leerder D het by die bou van die tangram-figuur sowel as die oplossing van die probleem, *gedink aan hoe hy/sy vorder* (E8)

²⁴ Alle aanhalings van dit wat op die metakognitiewe aksiekaarte geskryf is, sal kursief gegee word

- in totaal is die aksiekaarte wat betrekking het op evaluering sewe keer tydens die bou van die tangram-figuur en agt keer tydens die oplossing van die probleem gekies.

Tabel 57 **Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op regulering**

Meta-kognitiewe aksiekaarte	Leerder A		Leerder B		Leerder C		Leerder D		Totaal		Beskrywing van die metakognitiewe optrede wat op die kaarte aangedui is
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	
R = regulering											
R9	X	X	X	X		X	X	X	3	4	<i>Ek het 'n plan gemaak om die probleem op te los</i>
R10	X	X	X	X	X	X	X	X	4	4	<i>Ek het gewonder of daar 'n ander manier is om die probleem op te los</i>
R11	X	X			X		XX	X	4	2	<i>Ek het gewonder wat die volgende stap is</i>
R12	X		X	X		X		X	2	3	<i>Ek het die metode van oplossing verander</i>
R13		X	X	X	X		X	X	3	3	<i>Ek was bewus van my vordering en het die metode verander indien dit nodig was</i>
R14	X	X	X		X	X	X	X	4	3	<i>Ek het gewonder of dit wat ek doen, reg was</i>
R15	X	X		X	x		X	X	3	3	<i>Ek het seker gemaak dat ek presies verstaan wat ek moes doen voordat ek begin het om die probleem op te los</i>
R16		X		X	X	X	X	X	2	4	<i>Ek het my berekenings gekontroleer terwyl ek besig was om die probleem op te los</i>
R17		X	X		X		X	X	3	2	<i>Ek het deurentyd my werk gekontroleer</i>
R18					X		X	X	3	1	<i>Ek was bewus van my eie gedagtes</i>
R19			X	X	X	X	XX	X	4	3	<i>Ek het 'n fout gekry en dit reggestel</i>
R20		X	X	X			X	X	2	3	<i>Ek het 'n verskeidenheid strategieë gebruik om die probleem op te los</i>
Totaal	6	9	8	8	9	6	14	12	37	35	

(T: bou van tangram-figuur; P: oplos van probleem)

Tabel 57 toon die volgende:

- drie leerders (A, C en D) kies met die bou van die tangram-figuur R15 (*Ek het seker gemaak dat ek presies verstaan wat ek moes doen, voordat ek begin het om die probleem op te los*). Leerders A, B en D het met die oplossing van die probleem ook R15 gekies
- al vier die leerders het R10 (*Ek het gewonder of daar 'n ander manier is om die probleem op te los*) by elke probleem gekies
- R9 (*Ek het 'n plan gemaak om die probleem op te los*) is deur al vier die leerders by die oplossing van 'n probleem geïmplementeer
- R14 (*Ek het gewonder of dit wat ek doen, reg was*) is deur al vier die leerders by die bou van 'n tangram-figuur gekies
- leerder D het aangedui dat hy, terwyl hy tangram-figuur gebou het, sekere reguleringsaksies (R11, R18 en R19) ten minste twee keer geïmplementeer het
- twee leerders (C en D) het gesê dat hulle *bewus was van hul eie gedagtes* (R 18)
- leerder B wie se prestasie in skoolwiskunde aan die einde van 2004 57% was, het nie minder reguleringsaksies gekies (by elke probleem agt) nie as leerders A en C (tussen ses en nege), wat albei 91% vir skoolwiskunde aan die einde van 2004, behaal het (Tabel 53 en 57)
- leerder D het meer (onderskeidelik 14 en 12) reguleringsaksies gekies as die ander drie leerders wat tussen ses en nege gekies het
- in totaal is die metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op regulering, 37 keer tydens die bou van 'n tangram-figuur en 35 keer tydens die oplossing van 'n probleem gekies.

Tabel 58 **Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op kognitiewe handeling**

Meta-kognitiewe aksiekaarte K = kognitiewe handeling	Leerder A		Leerder B		Leerder C		Leerder D		Totaal		Beskrywing van die metakognitiewe optrede wat op die kaarte aangedui is
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	
K21						X				1	<i>Ek het hulp gevra</i>
K22			X X					X	2	1	<i>Ek het 'n skets gemaak</i>
K23				X		X	X	X	1	3	<i>Ek het die vraag weer gelees</i>
K24		X						X	0	2	<i>Ek het opgetel</i>
K25				X		X			0	2	<i>Ek het afgetrek</i>
K26		X		X		X		X	0	4	<i>Ek het vermenigvuldig</i>
K27		X		X		X		X	0	4	<i>Ek het gedeel</i>
K28		X				X			0	2	<i>Ek het getel</i>
Totaal	0	4	2	4	0	6	1	5	3	19	

(T: bou van tangram-figuur; P: oplos van probleem)

Tabel 58 toon die volgende:

- leerder B het aangedui dat hy 'n *skets in sy kop* gemaak het (K22) (Transkripsie: 8).

Tabel 59 Leerders se keuse van metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op die bou van 'n tangram-figuur

Meta-kognitiewe aksiekaarte	Leerder A	Leerder B	Leerder C	Leerder D	Totaal	Beskrywing van die metakognitiewe optrede wat op die kaarte aangedui is
T = tangram	T	T	T	T	T	
T29	X	X	X	X	4	<i>Ek het gekyk of spesifieke vorm sal pas</i>
T30	X		X	X	3	<i>Ek het 'n vorm rondgeskuif</i>
T31	X	X	X		3	<i>Ek het 'n vorm omgekeer</i>
T32	X	X	X	X	4	<i>Ek het 'n ander vorm probeer pas</i>
Totaal	4	3	4	3	14	

(T: Bou van tangram-figuur)

Tabel 59 toon die volgende:

- al vier die leerders was bewus daarvan dat hulle:
 - gekyk het of 'n spesifieke vorm sal pas (T29)
 - 'n ander vorm probeer pas (T32) het.

5.2.2 'n Opsomming van die kwalitatiewe resultate: individuele leerders

Eerstens word die aantal aksiekaarte wat individuele leerders by elke onderafdeling gekies het, in Tabel 60 weergegee.

Tabel 60 Die aantal metakognitiewe aksiekaarte wat deur elke leerder gekies is

Metakognitiewe aksiekaarte wat betrekking het op:	Aantal kaarte		Leerder A		Leerder B		Leerder C		Leerder D	
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P
Bewuswees	5	5	1	3	1	1	1	5	5	8
Evaluering	3	3	1	2	1	2	3	2	2	2
Regulering	12	12	6	9	8	8	9	6	14	12
Kognitiewe handelinge	8	8	0	4	2	4	0	6	1	5
Bou van 'n tangram-figuur	4	-	4	-	3	-	4	-	3	-
Totale aantal gekies	32	28	12	18	15	15	17	19	25	27

(T: bou van 'n tangram-figuur; P: oplos van 'n probleem)

Vervolgens word 'n bondige opsomming van fasette van elke leerder se keuse van metakognitiewe aksiekaarte, asook 'n bondige opsomming van sy/haar optrede wat ek as navorser waargeneem het, weergegee:

(i) Leerder A

Leerder A se gemiddelde persentasie vir skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (Desember 2004) is 91%. Dit neem hierdie leerder vyf minute om 'n tangram-figuur te bou en tien minute om 'n probleem op te los.

Leerder A kies

- 12 aksiekaarte uit 'n moontlike 32 tydens die bou van 'n tangram-figuur (Tabel 60)
- 18 aksiekaarte uit 'n moontlike 28 tydens die oplossing van 'n probleem (Tabel 60)
- tydens die bou van 'n tangram-figuur
 - een van die moontlike vyf aksiekaarte wat betrekking het op bewuswees (Tabel 55)
 - ses van die moontlike 12 aksiekaarte wat betrekking het op regulering (Tabel 57).

Waarneming van leerder A lewer die volgende op:

Leerder A het gedoen en nie veel gepraat nie. Die leerder het vol selfvertroue en doelgerig gedoen wat van die leerder verwag is om te doen.

Hierdie leerder kontroleer deurgaans dit wat gedoen is om die vraag te voltooi, met dit wat gevra is. Die leerder kies nie een keer die aksiekaart K23 (*Ek het die vraag weer gelees*) nie.

Leerder A dink hardop (privaatspraak).

Die leerder weet onmiddellik by die antwoord van die probleem, dat die antwoord nie korrek is nie, want sy sê dadelik: *She can't be that old! Can't be right!* (Transkripsie: 5) en gaan onmiddellik terug om te kontroleer waar 'n fout gemaak is. Die leerder het nie R19 (*Ek het 'n fout gekry en dit reggestel*) gekies nie.

Tipiese liggaamstaal terwyl die leerder 'n tangram-figuur gebou en 'n probleem opgelos het, was om:

- die skouers te laat sak
- te sug of diep in te asem
- herhaaldelik na die vraag te kyk
- te glimlag
- met die vinger te wys op die vraag
- die voorkop te vryf.

Terwyl daar weer na die video's van onderskeidelik die bou van 'n tangram-figuur en die oplossing van 'n probleem gekyk is (gesimuleerde herroep), het leerder A die orde van metakognitiewe aksiekaarte omgeruil. Die leerder verduidelik soos volg:

There I found the mistake. Made another mistake ... I tried different shapes too. I think this one should go in here (Transkripsie: 4).

Leerder A het nie aksiekaarte bygevoeg of op die leë kaarte nog optredes/aksies geskryf nie. Die leerder wys ook met die vinger watter metakognitiewe aksiekaart waar gebruik word.

(ii) Leerder B

Leerder B se gemiddelde persentasie vir skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (Desember 2004) is 57%. Dit neem hierdie leerder vier minute om 'n tangram-figuur te bou en vyf minute om 'n probleem op te los.

Leerder B kies

- 15 van die moontlike 32 metakognitiewe optrede om 'n tangram-figuur te bou (Tabel 60)

- 15 van die moontlike 28 metakognitiewe optrede tydens die oplossing van 'n probleem (Tabel 60)
- by albei take een uit die moontlike vyf aksiekaarte wat betrekking het op bewuswees (Tabel 55)
- by die bou van 'n tangram-figuur én die oplossing van 'n probleem, R13 (*Ek was **bewus** van my vordering en het die metode verander indien dit nodig was*) maar nie eenkeer R18 (*Ek was **bewus** van my eie gedagtes*) nie (Tabel 57)
- nie by die bou van 'n tangram-figuur K23 (*Ek het die vraag weer deurgelees*) nie, hoewel die leerder telkens weer na die tangram-figuur gekyk het. Die leerder het wel R17 (*Ek het my werk deurentyd gekontroleer*) gekies (Tabelle 57 en 58).

Tipiese liggaamstaal terwyl leerder B 'n tangram-figuur gebou en 'n probleem opgelos het, was om:

- herhaaldelik na die figuur/vraag te kyk
- te wieg op die stoel
- nader en verder van die tafel te skuif
- die mondhoeke af te trek of te glimlag
- die lippe te lek of te byt
- hardop te dink
- die gesig (voorkop, wang of neus) te vryf
- kop te skud (heen en weer)
- wenkbroue te lig of te frons en
- arms te kruis.

Terwyl daar weer na die onderskeie video's gekyk is (gesimuleerde herroep), kon leerder B maklik verduidelik watter metakognitiewe optrede waar en waarvoor gebruik is.

Soos dié een, ek het my fout gekry. Ja, dis toe ek gedeel het. Daarna het ek my berekenings gekontroleer (Transkripsie: 11).

Die leerder het heen en weer tussen die video, die oplossing van die probleem en die aksiekaarte gekyk. Die leerder het die taak ernstig opgeneem en die volgorde van die metakognitiewe aksiekaarte is telkens verander (verbeter).

(iii) Leerder C

Leerder C se gemiddelde persentasie vir skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (Desember 2004) is 91%. Dit neem hierdie leerder 13 minute om 'n tangram-figuur te bou en 13 minute om 'n probleem op te los. Leerder C het die langste geneem om die bou van 'n tangram-figuur en die oplossing van 'n probleem af te handel (Tabel 54).

Leerder C kies

- 17 van die moontlike 32 metakognitiewe optrede om 'n tangram-figuur te bou (Tabel 60)
- 9 van die moontlike 28 metakognitiewe optrede tydens die oplossing van 'n probleem (Tabel 60)
- tydens die bou van 'n tangram-figuur een aksiekaart (uit die moontlike vyf) wat betrekking het op bewuswees (Tabel 55)
- tydens die oplossing van 'n probleem ses aksiekaarte (uit 'n moontlike 12) wat betrekking het op regulering (Tabel 57)
- tydens albei take E7 (*Ek het gedink: "Ek kan dit nie doen nie"*) (Tabel 57)
- R10 (*Ek het gewonder of daar 'n ander manier is om die probleem op te los*) en R12 (*Ek het die metode van oplossing verander*) by die bou van 'n tangram-figuur én die oplossing van 'n probleem (Tabel 57).

Leerder C het by die oplossing van 'n probleem vasgehaak en het sigbaar geen ander probleemoplossingstrategie probeer nie. Hierdie leerder het hulp van die navorser (my) gevra (K21). Die navorser gee hulp met die algebraïese oplossingsmetode wat die leerder gekies het. Die leerder sê: *Ek kan nie onthou wat om te doen nie ... jy moet die x alleen kry ... (onduidelik verder)* (Transkripsie: 14).

Tipiese liggaamstaal terwyl die leerder 'n tangram-figuur gebou en 'n probleem opgelos het, was om:

- die nek te buig sodat die kop op/oor die linkerskouer en dan weer op/oor die regterskouer hang
- te glimlag
- die wenkbroue te lig
- herhaaldelik na die figuur/vraag te kyk
- met 'n vinger op die figuur/vraag te wys

- die gesig en bolyf weg te draai van die videokamera af
- hulp te vra en
- wang of neus te vryf.

Leerder C het nie tydens die gesimuleerde herroep (kyk na video), aangetoon waar watter metakognitiewe optrede gebruik is nie. Die navorser het die leerder herhaaldelik daaraan herinner. Die leerder het miskien een optrede aangedui en dan weer passief gesit. Die leerder kon selfs met hulp van die navorser, nie duidelik aantoon watter optrede waar en wanneer en waarvoor gebruik is nie. Hierdie leerder sê dan ook: *Ek dink aan baie ander dinge as aan die som self* (Transkripsie: 17).

(iv) **Leerder D**

Leerder D se gemiddelde persentasie vir skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 (Desember 2004) is 86%. Dit neem hierdie leerder een en 'n halwe minuut om 'n tangram-figuur te bou en agt minute om 'n probleem op te los. Hierdie leerder het die take die vinnigste van al die leerders afgehandel.

Leerder D kies

- 25 van die moontlike 32 metakognitiewe optrede om 'n tangram-figuur te bou (Tabel 60)
- 27 van die moontlike 28 metakognitiewe optrede tydens die oplossing van 'n probleem (Tabel 60)
- sekere aksiekaarte wat betrekking het op regulering twee keer (R11, R18 en R19; Tabel 57)
- kies by albei take die meeste metakognitiewe aksiekaarte van die vier leerders (Tabel 60).

Tipiese liggaamstaal terwyl die leerder 'n tangram-figuur gebou en 'n probleem opgelos het, was om:

- herhaaldelik na die figuur/vraag te kyk
- die nek op die hand te stut
- te wys met die vinger of met die hande te beduie en
- hardop te dink/praat.

Daar is weer na die video's gekyk (gesimuleerde herroep). Leerder D het maklik aangetoon en verduidelik waar, waarvoor en hoe die metakognitiewe optrede wat gekies is, gebruik is. Dit blyk onder meer uit die volgende aanhalings uit die transkripsie (Transkripsie: 18, 19):

Ek het seker gemaak van dit wat ek doen, ek het voor die tyd beplan terwyl ek kyk, soos om seker te maak waar die groot driehoek en die klein driehoek moet wees

...Ek het my fout gekry en ek het dit reggestel. Het 'n ander plan gemaak (onduidelik) Ek het my metode verander en toe het ek dit van agter af gedoen ...

Die leerder was doelgerig en gemaklik met wat verduidelik moes word en het nie die orde van die aksiekaart verander nie.

5.3 Resultate van die kwalitatiewe ondersoek na die indiens-leerfasiliteerder²⁵ se metakognitiewe vaardighede

Vervolgens word 'n opsomming van die transkripsies van die twee leergeleenthede²⁶ sowel as die onderhoude wat voor en ná afloop van die leergeleenthede met die leerfasiliteerder gevoer is, weergegee.

5.3.1 Vooraf-onderhoude met die leerfasiliteerder

Die vrae wat in die vooraf-onderhoude gestel is en 'n opsomming van die transkripsies van die kommentaar van die leerfasiliteerder, word vervolgens weergegee.

5.3.1.1 Die konteks waarin die leergeleentheid beplan is

Vraag 1: Verduidelik die konteks waarin die leergeleentheid beplan is.

Die indiens-leerfasiliteerder verduidelik dat die klasse onderskeidelik die Engelse Graad 8- en Graad 9-klasse is waarin ten minste 'n derde van elk van die klasse leerders is vir wie Engels nie die moedertaal is nie en dat die klasse as lawaaierig ervaar mag word.

Weet jy, omdat mens Engels praat en dit is nie hulle moedertaal nie, of vir 'n groot deel van hulle - party is dit maar, moet jy 'n ding vir hulle verduidelik en dan van 'n ander kant af weer vir hulle sê, en dan gaan daar nog steeds wees, wat jy sien die ligte gaan nog nie aan nie en dan doen jy dit maar weer op 'n ander manier. So ek herhaal baie meer as wat ek met ander klasse doen ... omdat hulle baie meer 'dependent' op jou as onderwyser is (Transkripsie: 21).

5.3.1.2 Hindernisse wat die leerfasiliteringsontwerp beïnvloed het

Vraag 2: Watter hindernisse het die leerfasiliteringsontwerpe beïnvloed?

Weet jy wat, omdat dit so 'n begin-les is, gaan ek hierdie. . . , mens doen dit baie intens, dat hulle presies moet weet wat aangaan. Want hierdie is dan nou die begin van as ek nou wil gaan na meetkunde toe, ... As hierdie begrip wat ek nou vandag

²⁵ Transkripsie-CD (verbatim transkripsie van onderhoude met indiens-leerfasiliteerder en leerfasilitering) is op navraag beskikbaar. (pp. 21-42).

²⁶ Kyk: Hoofstuk 3, 3.4.2.2 en Hoofstuk 2, 2.10 vir meer inligting oor die onderhoude met die indiens-leerfasiliteerder.

moet vaslê, nie werk nie, dan gaan hulle nie die volgende goed kan doen nie ... Jy moet definitief seker maak daai basis lê baie goed (Transkripsie: 22).

Die leerfasiliteerder verduidelik dat die leerders wat swakker presteer, ook die stiller leerders in die klas is en dat hierdie leerders aan die einde van die leergeleentheid individueel by hul banke gehelp word, indien daar probleme is. Sy voeg by dat die nuwe UGO-handboeke ontoereikend is en 'ou' handboeke nog gebruik word.

5.3.1.3 Die hoofdoelwitte wat bereik moes word tydens die leergeleentheid

Vraag 3: Wat is die hoofdoelwitte wat tydens die leergeleentheid bereik moet word?

Die leerfasiliteerder vertel dat die Graad 8-leerfasiliteringsgeleentheid meetkunde inlei. *Lyne, hoeke, dat ons regtig die konsep en die basis van meetkunde goed vaslê (Transkripsie: 22).*

Die hoofdoelwit van die Graad 9-leerfasiliteringsgeleentheid, volgens die leerfasiliteerder, was om te verduidelik hoe twee driehoeke kongruent bewys word en sy voeg by dat leerders alreeds bekend is met die begrip en die teorie van kongruensie.

5.3.1.4 Die beplanning om genoemde doelwitte te bereik

Vraag 4: Hoe is beplan om die doelwitte te bereik?

Graad 8:

Weet jy nê, ek probeer om hierdie goeters van die huis af te bring.(onduidelik) So ek sê: OK as ek vir jou sê: trek 'n lyn. Dan gaan ek nou vir hulle sê, waar het jou lyn begin en waar het hy geëindig? ... En dan sê ek vir hulle: waar sien jy 'n ding by die huis wat net 'n lyn is. So hulle moet nou half weet wat dit is. Waar kom hierdie goed vandaan? Wat beteken dit vir my - nie net in my skrif nie. So as ons praat van 'n hoek, waar sien ek 'n hoek, waar sien ek 'n hoek by die huis, waar sien ek hom? So, dit moet regtig baie prakties gedoen word. So hulle neem deel en trek goed en ons teken (Transkripsie: 22).

Graad 9: Die leerfasiliteerder sê dat sy wil verduidelik hoe die struktuur vir die bewys van kongruente driehoeke daar uitsien. 'n Ander doelwit wat sy wil bereik, is om die nodige inligting vir die bewys uit die skets(e) te bekom. Sy verduidelik dat probleme gegee word wat saam met die leerders opgelos word deur gebruik te maak van vraagstelling en die swartbord. Die leerfasiliteerder som dit soos volg op:

Ek doen nou alles saam met hulle op die swartbord ... Dit wat hulle weet, moet ons nou toepas. Ons gaan alles op die bord saam doen: ek gee die probleem en ons los dit saam op (Transkripsie: 31).

By albei geleenthede sê die leerfasiliteerder:

Weet jy nê, die swakker kinders daar is die stiller kinders, so hulle gaan help ek by hulle banke, mens ken nou al die kinders. So hulle is nie so invloed op 'n les nie (Transkripsie: 31).

5.3.2 Die werklike leerfasiliteringsgeleentheid – Graad 8

Vervolgens som ek die Graad 8-leergeleentheid²⁷ kortliks op.

Die leerfasiliteerder begin by die heel basiese konsepte en begelei leerders deur die volgende: Wat is 'n lyn? Wat is 'n hoek? Wat is die verskillende notasies daarvoor? Hoe en waarmee word hoeke en lyne gemeet? Die leerfasiliteerder maak deurgaans gebruik van 'n vraagstellingstrategie en soms leer-deur-te-vertel. Vrae word aan die klas as geheel gestel. Leerders antwoord gelyktydig. Nie alle leerders neem deel nie. Meesal is daar verskillende antwoorde. Dit is onmoontlik om elke antwoord, wat gelyktydig gegee is, te onderskei. Die leerfasiliteerder blyk die korrekte antwoord uit die baie moontlikhede te kan onderskei. Die tipe vrae wat gestel word, sluit die volgende in:

- *Is this a line?*
- *What does this line consist of?*
- *How do we know...?*
- *What do we call...?*
- *Why can't it be...?*
- *Can you think of...?*
- *Is the angle smaller here than there?*
- *Can you see that?*
- *...and the second one is...?*
- *Is everybody fine with this?* (Transkripsie: 23-29).

Die leerfasiliteerder beantwoord sommige vrae self (leer-deur-te-vertel), byvoorbeeld:

*Let's write it down. ABD. Which one is it (the angle)? AB is this line and the other line is BD. So which angle is it then? **The whole B*** (Transkripsie: 28).

'n Leerder stel die volgende vraag:

What is the difference between a corner and an angle? (Transkripsie: 29).

Die leerfasiliteerder laat verskeie leerders individueel antwoord voordat sy die verskil verduidelik.

Die opdrag aan die einde van die leergeleentheid is dat leerders verskillende hoeke moet teken en benoem.

²⁷ Transkripsie-CD (verbatim transkripsie van die leergeleentheid) (pp. 23-29) is op navraag beskikbaar.

5.3.3 Die leerfasiliteerder se kommentaar op die video van die Graad 8-leergeleentheid

Die leerfasiliteerder gee direk ná die leerfasiliteringsgeleentheid haar eie kommentaar op die leergeleentheid:

Die leerders het gereageer soos ek verwag het hulle sal. Hulle redeneer en bevraagteken wat jy sê. Ek dink dis 'n goeie ding. Omdat dit nie hul moedertaal is nie, vra hulle meer vrae (Transkripsie: 29).

Terwyl daar na die video van die leergeleentheid gekyk word (gesimuleerde herroep), lewer die leerfasiliteerder die volgende kommentaar:

- sy meld dat duidelike riglyne is gegee om korrekte meetkundige notasies te gebruik
- *dis belangrik wat die slimmer kind gesê het vertex. Ek het dit onmiddellik neergeskryf, om hierdie leerder se belangstelling nie te verloor nie (Transkripsie: 30)*
- sy verduidelik dat dit nie deel van die beplanning was om die verskil tussen *an angle and a corner* te bespreek nie
- die leerders *dink hulle weet en as hulle begin praat, besef hulle, hulle verstaan nie (Transkripsie: 30).*

5.3.4 Die werklike leerfasiliteringsgeleentheid – Graad 9

Vervolgens som ek die Graad 9-leergeleentheid²⁸ kortliks op:

Die doelwit van die leergeleentheid word duidelik gestel. Die leerfasiliteerder modelleer vir leerders hoe daar te werk gegaan behoort te word om sketse in meetkunde te analiseer en te verstaan. Die leerfasiliteerder verduidelik soos volg:

Some or other way we must make it more easy for ourselves to prove that two triangles are congruent, nê. Right? I have a way I do it, but we have to find a way you guys will also understand. Right? (Transkripsie: 33).

Leerders word deur vraagstelling begelei. Die vrae word aan die klas in geheel gestel en as sulks in 'n koor beantwoord. Dit is onmoontlik om elke moontlike antwoord te onderskei. Terwyl vrae gevra en in 'n koor beantwoord word, word die bewys op die swartbord geskryf. Dit blyk dat die leerfasiliteerder die korrekte/verwagte antwoord hoor. Vrae soos die volgende is gestel:

- *Do you see how I eliminate stuff I'm not going to use?*
- *Can you see something about the sides?*
- *How do I start?*

²⁸ Transkripsie-CD (verbatim transkripsie van die leergeleentheid) (pp. 31-39) is op navraag beskikbaar.

- *Does the order matter?*
- *Do you see that?*
- *How do we know that?*
- *Do you think we can use one of these?* (Transkripsie: 31-39).

5.3.5 Die leerfasiliteerder se kommentaar op die video van die Graad 9-leergeleentheid

Die leerfasiliteerder verduidelik dat sy aan die kant van die klas teen die muur by die voorste bank staan:

Daar probeer 'n mens om nie voor hulle te staan as hulle moet kyk nie, nê, dat mens deel van hulle is – ons kyk almal na dieselfde som. (Transkripsie: 18). Die leerfasiliteerder beskou dan die skets ook vanuit dieselfde perspektief as die leerders.

Die leerfasiliteerder lewer die volgende kommentaar:

- *Jy sal sien 'n mens gee vir hulle riglyne en sê skryf dit of doen dit, maar dit is ontspanne in die klas* (Transkripsie: 40)
- sy sê die reëls vir kongruensie is *doelbewus op swartbord geskryf en daar gelaat* – om as verwysing te dien
- *Ons het verskriklik baie klagtes, van ander personeel ook, dat die kinders nie kan HOOR en KYK en WEERGEE nie, nê? Soos hier, ek probeer om bietjie tussenin ook te doen, dat 'n mens vir kinders sê; OK, luister wat ek sê en probeer dit sien in jou boek - dat hulle net daai ding net bietjie oefen. Want weet jy, hulle kan nie, want dan moet hulle 'n ding van die bord afskryf, selfs net in hulle boeke in, dan mis hulle iewers iets. Mens probeer maar tussenin sulke goedjies doen, dat hulle bietjie net daai deel wakker is* (Transkripsie: 41)
- sy beklemtoon 'n logiese uitskryf van 'n bewys
- sy beklemtoon die volgorde waarin die driehoeke geskryf word – met Graad 12 in gedagte
- *Ek het juis hierdie een op die bord gelos nê, die ander een langsaan gedoen, sodat hulle kan sien: OK, as ek dalk onseker is, hoe het ek nou weer in die vorige een gewerk?* (Transkripsie: 42).

5.3.6 Die onderhoude wat ná afloop van die leergeleenthede gevoer is

Die leerfasiliteerder meen dat sy ervaar dat albei die leergeleenthede afgeloop het soos wat verwag is. Sy sê die volgende na afloop van die Graad 9-leergeleentheid:

Ek sukkel om te verstaan wat die kinders nie verstaan nie. Verstaan jy? Ek weet nie, ek het al hoeveel keer vir hulle gesê, sê my presies wat jy ... of wat jy nie sien nie. Want ek sukkel om te verstaan, hoekom hulle dit nie insien nie (Transkripsie: 40).

Sy dui aan dat sy

- geen belangrike sake wat uitgestaan het, ervaar het nie
- tevrede is met die bereiking van die doelwitte ná albei leergeleenthede
- verbaas is dat die Graad 9-leerders die voorwaardes vir kongruensie besonder goed onthou het, en beklemtoon dat dit die basis vorm van bewyse in meetkunde
- op geen stadium enige vrae gehad het om aan die navorser te stel nie.

5.3.7 Opsomming van die leerfasiliteerders se denkpatrone

Vervolgens word die metakognitiewe denkpatrone by die leerfasiliteerder soos wat ek dit waargeneem het, opgesom (Tabel 61) volgens die metakognitiewe komponente wat Artzt en Armour-Thomas gekategoriseer het en wat in Hoofstuk 2 (2.10) beskryf is.

Tabel 61 Opsomming van die leerfasiliteerder se metakognitiewe denkpatriene

Metakognisie	Komponent van metakognisie	Die metakognitiewe denkpatriene soos deur die navorser by leerfasiliteerders waargeneem
In geheel	Kennis: leerders (persoon)	Fasiliteerder openbaar kennis van leerders in verhouding tot hulfe verstaan van die inhoud van die leerarea wiskunde
	Kennis: leerarea-inhoud (taak)	Fasiliteerder openbaar konseptuele en prosedure-verstaan van die inhoud van die leerarea wiskunde; sien die inhoud in verhouding tot die geheel van wiskunde en die noodsaaklikheid daarvan vir toekomstige gebruik
	Kennis: opvoedkunde (strategieë)	Fasiliteerder fokus op die afhandeling van inhoud van die leerarea wiskunde Fasiliteerder voorsien spesifieke probleme omdat dit nie-moedertaal-leerders is en beplan om daarvolgens te handel
	Oortuigings: rol van leerders	Fasiliteerder beskou leerders as aktiewe deelnemers wat moet dink, antwoorde verskaf, aandag gee en bybly
	Oortuigings: rol van leerfasiliteerder	Fasiliteerder beskou haarself as die fasiliteerder van leerders se leer deur vrae te stel en as rolmodel van hoe om probleme te 'doen'
	Doelwitte	Fasiliteerder wil inhoud oordra en leerders help om deeglike prosedure-vaardighede te bekom
Vooraf-fase	Beplanning van leergeleenthede	Fasiliteerder doen geen skriftelike beplanning nie, omdat leerfasiliteerder weet wat en hoe om te werk te gaan; toon deeglike kennis van die leerarea wiskunde se inhoud; fokus op prosedures wat geleer moet word; orden die taak op bestaande kennis en verstaan van leerders; gebruik ondubbelsinnige voorbeelde en verduideliking

Tabel 61 Opsomming van die leerfasiliteerder se metakognitiewe denkpatriene (vervolg)

Metakognisie	Komponente	Die metakognitiewe denkpatriene soos deur die navorser by leerfasiliteerders waargeneem
Interaktiewe fase	Regulering	<p>Fasiliteerder verwag van alle leerders om tegelyk op al die vrae te beantwoord – die doel is om alle leerders aktief te betrek by die leergeleentheid</p> <p>Leerfasiliteerder se vrae vereis baie kort, direkte antwoorde</p> <p>Fasiliteerder verwag geen verduidelikings vir antwoorde van leerders nie</p> <p>Fasiliteerder assesseer nie antwoorde nie</p> <p>Fasiliteerder behandel verstaan of miskonsepsies aan die einde van die leergeleentheid aan</p> <p>Leerfasilitering geskied volgens die oorspronklike ongeskrewe beplanning van die leerfasiliteerder</p> <p>Leerfasiliteerder fasiliteer geen verbale interaksie tussen leerders nie</p> <p>Leerfasiliteerder help leerders die laaste paar minute by hul banke</p>
Agterna-fase	Assessering/Evaluering	Fasiliteerder assesseer/evalueer die bereiking van die doelwitte van die leergeleenthede ooreenkomstig die inhoud wat afgehandel is
	Refleksie	Fasiliteerder is tevrede met die verloop van leergeleenthede – geen veranderings nodig nie

5.4 Resultate van die kwalitatiewe ondersoek na die voordiens-leerfasiliteerders²⁹ se metakognitiewe vaardighede

Nege vrae is voorberei om aan die agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders tydens die drie fokusgroeponderhoude³⁰ te stel. Hierdie agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders het mekaar aangemoedig om te praat. Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders was positief oor hul werk en vol selfvertroue oor die wyse waarop hulle wiskunde doen en leer. Hulle het bykomende inligting verskaf wat nie ingesluit was in die skedule van die onderhoude nie. Dit is as vrae bygewerk (Vrae tien en elf) vanweë die relevansie van die inhoud vir die onderhawige studie. Al die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders het die eerste twee fokusgroeponderhoude bygewoon. By die derde fokusgroeponderhoud was een voordiens-leerfasiliteerder afwesig.

Tydens die eerste onderhoud is beplan om vrae een tot vier te bespreek, vrae vyf tot agt tydens die tweede onderhoud en vrae nege tot twaalf tydens die derde onderhoud.

Vervolgens word elke vraag met 'n opsomming van die kommentaar van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders weergegee.

5.4.1 Die werkwyse vir 'n wiskunde-opdrag

Vraag 1: Hoe gaan jy te werk wanneer jy 'n wiskunde-opdrag moet uitvoer?

Opsomming van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se response:

- Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders berei nie nuwe werk op hul eie voor nie: *Ek het al gesien, as ek iets moet voorberei. Ek het nou al geleer met Wiskunde Ek sal deurgaans en so, maar dan verstaan ek dit nie – dit help nie ek berei voor nie – so dis vir my beter as dit deur meneer (huidige dosent) vir my bekend gestel word. Want dan verstaan ek. Dan kan ek vrae vra* (Transkripsie: 60), maar hulle maak seker dat dit wat gedoen is, voor die volgende periode verstaan word.
- Ses van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders gaan *deur die dag se werk – alles wat ons gedoen het, dan gaan ek as ek vashaak, terug na die voorbeelde toe, doen die som van 'n voorbeeld af* (Transkripsie: 43). Twee voordiens-wiskundeleerfasiliteerders sê: *ek begin met die opdrag en as ek vashaak, dan gaan kyk ek of ek 'n soortgelyke voorbeeld sien* (Transkripsie: 43).
- Groepwerk, word op die volgende wyse geïmplementeer: *Ons gaan die middag na klas huis toe, dan probeer jy nou die werk doen en kom jy agter jy kan dit nie doen nie, dan gaan slaap jy. Dan die volgende periode voor wiskunde gaan jy bietjie vroeër, dan sien jy almal sit daar, dan werk ons saam* (Transkripsie: 44).

Die werk word vergelyk/gekontroleer en seker gemaak dat hulle verstaan waarom en waar 'n fout gemaak is. Wanneer daar in die klas somme gedoen word, sal

²⁹ Transkripsie-CD (verbatim transkripsie van die fokusgroep-onderhoude aangeteken is) (pp. 43-75) is op navraag beskikbaar.

³⁰ Kyk: Hoofstuk 3, 3.3.3.3 vir samestelling van die groep en die onderhoude

voordiens-wiskundeleerfasiliteerders ook hul stappe met die persoon langs hom/haar vergelyk en kontroleer. Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerders druk dit so uit:

Ek het 'n beginsel by my: al het ek iemand anders se werk by my, ek sal niks afskryf – niks afskryf, voor ek nie verstaan nie en voor ekself die som kan doen nie (Transkripsie: 45).

- Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders verkies om soveel moontlik opdragte in te handig. *Dis soos elke week drie opdragte, almal volledig gemerk met memo's (Transkripsie: 44) en dit verminder die druk tydens die eksamen.*
- Die leerfasiliteerder (dosent) speel 'n belangrike rol in die deelnemer se leer van wiskunde. Redes wat genoem is, is dat begin word met die basiese konsepte, daar geleentheid tydens kontaksessies is om vir mekaar te verduidelik en dat verskillende oplossings van die opdragte bespreek word. Verder baken die leerfasiliteerder (dosent) die werk duidelik af voor 'n toets of 'n eksamen.

5.4.2 Voorbereiding vir die eksamen

Vraag 2: Wat het jy gedoen om vir die pasafgelope eksamen (Junie 2005) voor te berei vir wiskunde?

Opsomming van die response van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders:

- Vyf van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders het tydens die eksamen soos volg vir die eksamen voorberei,:

Dan sal ek die eerste hoofstuk vat – leereenheid een – met daai 'PowerPoint', dan sal ek hom begin lees, presies, inleiding en alles, seker maak ek verstaan elke woord wat ek lees, en dan sal ek die voorbeelde deurwerk: eers voorbeelde in Stewart, dan sal ek kyk wat het ons in die klas gedoen – aantekeninge en voorbeelde – dan sal ek die oefeninge wat ons gedoen het, doen, dan sal ek die somme doen. Dan sal ek kyk, vergelyk die memo's wat ons gekry het of ek dit reg gedoen het en as ek hom nie reg kan doen nie, dan het ek alles klaar gelees, dan sal ek weer kyk na alles wat ek nie kan doen nie, dan doen ek dit weer en kyk of ek dit nou kan doen. En as ek dit weer nie kan doen nie, dan vra ek iemand om my te verduidelik: 'waar gaan ek verkeerd of hoekom dink ek verkeerd?' (Transkripsie: 47). Een van hierdie voordiens-wiskundeleerfasiliteerders het beklemtoon dat dit belangrik is om die teorie ook op te som en te ken.

- Drie voordiens-wiskundeleerfasiliteerders het tydens die eksamen minder as vier ure voorberei. Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder verduidelik dit soos volg:

My leer begin in die begin van die kwartaal met elke opdrag ... ek sorg dat ek elke dag verstaan (Transkripsie: 49).

- Vier voordiens-wiskundeleerfasiliteerders meld dat hulle beslis nie van 'n vorige leerfasiliteerder se werkwyse gehou het nie. Hulle moes self gaan soek na voorbeelde in die handboek en – volgens hulle – die werk nie georden was nie (hoewel hulle studiegidse gehad

het). Dit het volgens hulle, hul leer in die eksamen bemoeilik en druk (stres) verhoog. Een voordiens-leerfasiliteerder het die werkwyse van dié leerfasiliteerder motiverend en interessant gevind en het juis by dié leerfasiliteerder begin presteer in wiskunde. Twee voordiens-wiskundeleerfasiliteerders het alles wat op die transparante gegee was, afgeskryf en self uit die studiegids en handboek voorberei. Al agt die voordiens-leerfasiliteerders het ook by dié dosent bo 75% vir wiskunde behaal.

- Twee van hulle beklemtoon dat die afbakening van die werk wat die huidige leerfasiliteerder (dosent) gee, die leerwerk baie vergemaklik. Die een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder, beskryf dit soos volg: *'Die wiskundedosent bepaal vir my baie hoe jy leer* (Transkripsie: 51). Daar is duidelik vir die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders uitgespel wat in elke vraag – daar was agt vrae – geëksamineer gaan word.
- Een van hulle meld dat die *slide shows* – waarmee die leerfasiliteerder (dosent) leer fasiliteer – en wat op *Varsité* beskikbaar is vir voordiens-wiskundeleerfasiliteerders, baie help met die voorbereiding vir die opdragte/eksamen.
- Voordiensleerfasiliteerders meld dat hulle meer tyd en aandag bestee aan wiskunde, omdat dit vir hulle 'n belangrike module is. Een van hulle sê *Ek het 'n hele week gehad voor ons wiskunde-hoofvak geskryf het, en ek het besluit dis 'n goeie tyd om goed voor te berei* (Transkripsie: 47).

5.4.3 Redes waarom nie alle voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in wiskunde presteer nie

Vraag 3: Waarom presteer nie alle voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in wiskunde nie?

Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders gee die volgende redes:

- *As jy nie 'n vraag vra nie, weet jy nie wat aangaan nie, en as jy nie vra nie, gaan jy nooit weet nie* (Transkripsie: 53).
- Nie-presteerders gee nie aandag tydens die kontakssessies nie.
- *Hulle sal dit (opdragte) tipies gaan afskryf* (Transkripsie: 53).
- *Ek dink net baie verstaan dit nie, mens moet verstaan, hulle gaan net aan* (Transkripsie: 53).
- Nie-presteerders heg *nie soveel waarde aan goeie punte soos ons nie* (Transkripsie: 54).
- Nie-presteerders het *daai houding – dit maak nie saak hoe nie, solank ek dit (module) net het* (Transkripsie: 55).
- Nie-presteerders probeer in die eksamen, die dag voor die tyd, alle verlore werk inhaal en verstaan.

Een voordiens-leerfasiliteerder verwys na praktiese onderwys waartydens sy elke middag na skool beskikbaar is vir hulp. Sy vind dit moeilik om die volgende te verstaan:

Ons het die hele vraestelletjie met hulle deurgegaan. As ek sê $2x+3$, en dis substitusie: stel 1 in, maar in die vraestel gaan ek 'n 2 gee. Dat ek daai vraestelle gemerk het, wat ek gedog het – hierdie kinders het dit nog nooit gesien nie! (Transkripsie: 55).

5.4.4 Raad van voordiens-leerfasiliteerders aan die nie-presteerders in wiskunde

Vraag 4: Watter raad sal julle aan die nie-presteerders in jul wiskundegroep gee, sodat hulle ook kan presteer?

Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders meen dat nie-presteerders

- moet vra wanneer hulle nie verstaan nie, hetsy vir die leerfasiliteerder of die portuurgroep
- moet oefen en moeite moet doen om die bewoording te verstaan
- *moenie net opdragte afskryf nie* (Transkripsie: 53)
- selfdisipline moet toepas deur verantwoordelikheid vir hul eie leer te aanvaar.

Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder beskryf haarself as leerder soos volg:

As jy op skool 'n vraestel gekry het, wat net bietjie anders gevra is ... dan dink jy – jissie, ek kan dit nie doen nie! Los hom net uit. As ek nou daai vraag kry, dan dink ek net: Wat het ons nou geleer? Wat doen ons nou in wiskunde? Want dis net al wat gevra kan word. Dan begin ek by die basiese en ek skryf – daai stap volg op daai stap en op die ou end het ek die vraag reggekry (Transkripsie: 54).

5.4.5 Kennis van wat 'n opdrag behels en wat geleer moet word vir 'n toets of eksamen

Vraag 5: Weet jy altyd wat jy veronderstel is om in 'n opdrag te doen en weet jy wat jy moet leer vir 'n wiskunde-toets of -eksamen?

Nie al die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders antwoord individueel nie, omdat hulle saamstem met wat reeds gesê is. Die volgende som op wat gesê is:

- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder meen dat *as jy jou studiegids vat, is dit belangrik om na die uitkomst te kyk, dan weet jy presies wat van jou verwag word* (Transkripsie: 56).
- Drie voordiens-wiskundeleerfasiliteerders gaan na onlangse opdragte en die werk wat tydens kontaksessies behandel is en maak so seker waaroor die opdrag of toets gaan.
- Twee voordiens-wiskundeleerfasiliteerders vra die dosent en stel vroeë soos, 'Hoeveel punte tel watter som?'

- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder meld dat daar *klaar in die klassituasie (ge)kyk (word) ... na die opdrag* (Transkripsie: 57).

5.4.6 Aandag en konsentrasie tydens wiskunde-kontaksessies

Vraag 6: Droom jy of dink jy aan ander dinge tydens wiskunde-kontaksessies?

Opsomming van die response van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders:

- Vier voordiens-wiskundeleerfasiliteerders erken dat as hulle ontsteld is, of as hulle nog werk het om dringend af te handel, of iets vir iemand wil sê, hul gedagtes tydens die kontaksessie dwaal.
- Ses van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders monitor en kontroleer hul aandag en konsentrasie deurentyd.
- Al agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders maak notas tydens die kontaksessie en gee die volgende redes daarvoor:
 - *Ek moet luister om notas te maak* (Transkripsie: 58)
 - *... want as jy gaan leer vir 'n toets, het ek definitief min of meer die volgorde om te gaan leer* (Transkripsie: 58)
 - *... om die bewoording en wiskundige notasies te verstaan*
 - *... om definisies te verstaan*
 - *... omdat Stewart in Engels is, weet ek nie presies mooi wat hulle altyd sê nie. Dan skryf ek dit neer soos meneer dit sê, of soos ek dit verstaan. As ek vinnig wil gaan kyk, dan is dit daar* (Transkripsie: 59)
 - *... om te weet wat presies in die kontaksessie afgehandel is.*

5.4.7 Kontrole van verstaan

Vraag 7: Hoe maak jy seker dat jy verstaan wat jy geleer het in wiskunde?

Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders kontroleer hulself deur:

- *al die moontlike vrae op elke voorbeeld* (Transkripsie: 60) te varieer
- *dit nie net een keer (te lees) nie. Ek sal ook gaan kyk of sien ek iets nie raak nie* (Transkripsie: 62)
- die opdragte deur te werk (stap vir stap te kontroleer) en as dit korrek gedoen kan word, dan weet hulle, hulle verstaan (al agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders)

- indien daar 'n fout gemaak is, te sorg dat hulle verstaan waarom die fout gemaak is en hoe om dit reg te stel
- *die teorie (te) leer* (Transkripsie: 61)
- toepassings, wat moeiliker as net die voorbeelde is, te doen, en
- stappe by langer somme neer te skryf (een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder).

Drie voordiens-wiskundeleerfasiliteerders weet as hulle 'n som in die vraestel korrek gedoen het.

Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder sê die volgende:

... ek wil wiskunde ken, nie hoe jy 'n som doen nie, ek wil weet hoekom jy dit doen. Dan sal ek nogal alles bymekaar hê en sê: reg, hierdie opskrif – ek verstaan jy doen al die berekenings so (Transkripsie: 61).

5.4.8 Kontrole van foute in 'n opdrag of toets

Vraag 8: Wat doen jy as jy 'n opdrag of toets terugkry en jy het nie volpunte gekry nie?

Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders is dit eens dat *as mens die memo kry, is dit (vir my) maklik om jou foute te sien* (Transkripsie: 67). Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder sal selfs vir die leerfasiliteerder (dosent) gaan vra.

5.4.9 Vergelyking van leer op skool met huidige leer

Vraag 9: Leer jy nog soos jy geleer het toe jy op skool was? Hoe het jy ontwikkel/verander?

Opsomming van die response van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders:

- Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders voel dat hulle *miskien bietjie verbeter* het en nie noodwendig verander het nie (Transkripsie: 68).
- Konsentrasie tydens kontaksessies het verbeter.
- *Ek het nie so deeglik geleer as wat ek nou leer nie* (Transkripsie: 68).
- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder meen: *waar ek nou mooi gaan sit en ek lees wat is die som – hoekom het hulle hom so gevra en wat weet ek van die werk – en dan begin ek hom so oplos – ek het ook my denke bietjie verander* (Transkripsie: 69).

5.4.10 Laerskoolleerders se verantwoordelikheid vir hul eie leer

Hierdie vraag het voordiens-wiskundeleerfasiliteerders bykomend tot die skedule bygevoeg.

Vraag 10: Kan laerskoolleerders al geleer word om verantwoordelikheid vir hul eie leer te aanvaar?

Opsomming van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se response:

- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder meen dat laerskoolleerders eers 'n *basis moet hê* en nie self afleidings kan maak nie, maar weet nie **hoekom** nie.
- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder erken dat hy/sy nie weet **hoe** om leerders te leer om verantwoordelikheid vir hul eie leer te aanvaar nie.
- Vier voordiens-wiskundeleerfasiliteerders stem saam dat leerders van jongs af self kan leer en afleidings kan maak uit ervarings, op *spelenderwyse* (Transkripsie: 71) en dat werklike probleme 'n belangrike metode van leer is.
- Twee voordiens-wiskundeleerfasiliteerders voel dat leerders 'n rympie leer en dat verstaan nie beklemtoon word nie.
- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder meen *dat as mens 'n wiskundehandboek toemaak is hulle (leerders) meer absorberend* (Transkripsie: 71).
- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder meen *omdat wiskunde so sleg gepraat word*, dit die leer van wiskunde negatief beïnvloed (Transkripsie: 72).
- Een voordiens-wiskundeleerfasiliteerder meen dat leerders moet begin dink oor: *Hoekom doen ek dit? Waar gaan ek dit gebruik? Dan sien hulle die struktuur agter dit wat hulle gedoen het* (Transkripsie: 73).

5.4.11 Werkwyse in leerders se skrifte

Hierdie vraag het voordiens-wiskundeleerfasiliteerders bykomend tot die skedule bygevoeg.

Vraag 11: *Hoe moet/kan leerders se wiskundeskrifte lyk?*

Opsomming van voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se response:

- Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders is dit eens dat skrifte nie net vol somme moet wees nie, maar dat notas, stappe en/of teorie ook 'n plek in die skrif van die leerder het.
- *... solank ek kan onderskei waar's die somme en waar's die aantekeninge. Jy moenie soek na iets nie* (Transkripsie: 65) – kleurpenne mag gebruik word.
- 'n Voorbeeld van 'n som, met 'n beskrywing van die stappe in woorde, is nodig.
- Die notas, stappe of teorie dien as verwysing of kontrole en om te verseker dat leerders 'n geheelbeeld van die werk het.
- *Dan weet ek hulle verstaan die werk. Ek wil hê hulle moet die teorie in hulle boeke opsom – sodat hulle kan teruggaan en sê: wat mis ek hier?* (Transkripsie: 64).

- Nasorg moet van so 'n aard wees dat die leerder weet waar en waarom die fout begaan is: *Dit moenie net verkeerd wees en hy doen niks daaraan nie* (Transkripsie: 66).

5.4.12 Toerusting in huidige opleiding om leerders te leer hoe om wiskunde te leer

Vraag 12: Dink julle dat julle (in die B.Ed.-graad) tans toereikend toegerus/voorberei word om leerders te leer hoe om wiskunde te leer?

Opsomming van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se response:

- Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders is dit eens dat hulle nog nie voorberei en toegerus is om leer te fasiliteer en leerders te leer hoe om te leer nie.
- Die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders meen dat 'n module(s) nodig is waarin hulle toegerus word om alle kinders te verstaan.

Die volgende aanhalings staaf die opsomming:

Want op skool het die onderwyser ons op hulle vlak verduidelik en dan verstaan mens nie altyd nie. En hulle verstaan nie hoekom ons nie verstaan nie – wat hulle vir ons probeer sê nie (Transkripsie: 73).

Ek wil weet, hoe doen ek dit op die beste manier? En vir al die verskillende kinders (Transkripsie: 74).

Maar ek voel, as jy weet hoé, kan jy enige vak gaan gee (Transkripsie: 74).

Ek dink ook net, ons het al die kennis, maar die toepassing-deel – jy doen dit nie eers op in praktiese onderwys nie, want die leerfasiliteerders doen dit nog op die ou manier (Transkripsie: 75).

5.5 Samevatting

In die Hoofstuk 4 is die resultate van die kwantitatiewe deel van die onderhawige studie verstrekk. In Hoofstuk 5 is die resultate van die kwalitatiewe deel van die onderhawige studie verstrekk. In Hoofstuk 6 word die bevindings van die kwantitatiewe én kwalitatiewe dele van die onderhawige studie gekontekstualiseer binne die bestaande literatuur en teorie.



**HOOFSTUK 6 : Kontekstualisering van bevindings binne
bestaande literatuur en teorie**

Onderzoek na metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer met besondere verwysing na die senior fase

Hoofstuk 1

Oriëntering

- 1.1 Algemene inleiding
- 1.2 Probleemstelling en motivering
- 1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk
- 1.4 Begripsverklaring
- 1.5 Hoofstukindeling

Hoofstuk 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

- 2.1 Inleidende oriëntering
- 2.2 Begrip "leer"
- 2.3 'Ander' aspekte van leer
- 2.4 Leerteorieë
- 2.5 Sosiale konstruktiewisme
- 2.6 Uitkomstgerigte onderwys
- 2.7 Metakognisie
- 2.8 Metakognitiewe teorieë
- 2.9 Wese van "metakognisie"
- 2.10 Leerfasiliteerder
- 2.11 Verwerwing van metakognisie
- 2.12 Toepassing van metakognisie
- 2.13 Ontwikkeling van metakognisie
- 2.14 Samevatting

Hoofstuk 3

Navorsingsontwerp

- 3.1 Inleidende oriëntering
- 3.2 Aannames van navorsers
- 3.3 Steekproef en deelnemers
- 3.4 Data-insamelingsinstrumente
- 3.5 Data-insamelingsprosedure(s)
- 3.6 Strategieë vir data-analise
- 3.7 Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid
- 3.8 Opsomming en uiteensetting
- 3.9 Etiese oorwegings
- 3.10 Parameters
- 3.11 Voorsiene probleme
- 3.12 Samevatting

Hoofstuk 4

Resultate: Kwantitatiewe deel van die studie

- 4.1 Inleidende oriëntering
- 4.2 Statistiese gegewens: leerders
- 4.3 Statistiese gegewens: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 4.4 Samevatting

Hoofstuk 5

Resultate: Kwalitatiewe deel van die studie

- 5.1 Inleidende oriëntering
- 5.2 Resultate: leerders
- 5.3 Resultate: indiens-wiskundeleerfasiliteerder
- 5.4 Resultate: voordiens-wiskundeleerfasiliteerders
- 5.5 Samevatting

Hoofstuk 6

Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

- 6.1 Inleidende oriëntering
- 6.2 Triangulasie
- 6.3 Kontekstualisering: leerders
- 6.4 Kontekstualisering: indiens- en voordiens-
- 6.5 Samevatting

Hoofstuk 7

Opsomming en aanbevelings

- 7.1 Inleidende oriëntering
- 7.2 Samevatting
- 7.3 Bevindings
- 7.4 Beperkings
- 7.5 Aanbevelings
- 7.6 Etiese aspekte
- 7.7 Slotopmerking

HOOFSTUK 6

Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

6.1 Inleidende oriëntering

Navorsingsvrae

6.2 Triangulasie

6.3 Kontekstualisering van bevindings van leerders se metakognitiewe strategieë binne bestaande literatuur en teorie

Opsomming: prosedure(s) kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoeke

Kontekstualisering

6.4 Kontekstualisering van bevindings van indiens- en voordiens-wiskunde-leerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë binne bestaande literatuur en teorie

Opsomming: prosedure(s) kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoeke

Kontekstualisering

6.5 Leerteoretiese beginsels

6.6 Samevatting

Prestasie in wiskunde

Selfregulering en kognitiewe strategieë

Voorspelling en evaluering

Sukses en monitering

Monitering en voorspelling/evaluering

Refleksie

Koöperatiewe leer

Vraagstelstrategieë

Uitbreidingstrategieë

Monitering

Onafhanklike leer

Probleemoplossing

Selfassessering

Metakognitiewe strategieë

Opleiding

HOOFSTUK 6

Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

6.1 Inleidende oriëntering

In Hoofstuk 4 is die empiriese data vir die kwantitatiewe deel van die studie kortliks weergegee. In Hoofstuk 5 is die empiriese data vir die kwalitatiewe deel van die studie kortliks weergegee. In Hoofstuk 6 sal ek die empiriese resultate van die kwantitatiewe sowel as kwalitatiewe ondersoeke binne bestaande literatuur en teorie kontekstualiseer.

6.1.1 Navorsingsvrae

In Tabel 62 word die navorsingsvrae gelys, asook die onderafdelings in Hoofstuk 6 wat daaroor handel.

Tabel 62 Verwysings na die navorsingsprobleme in die onderafdelings

Primêre en sekondêre navorsingsvrae	Onderafdeling van hoofstuk
1. Hoe sien metakognisie in wiskundeprobleemoplossing in die senior fase daar uit?	
1.1 Watter metakognitiewe strategieë word deur leerders in wiskunde-probleemoplossing in die senior fase gebruik, indien enige? 1.2 Is daar 'n verskil in die wiskundeprestasie van leerders wat implementeer tydens die oplossing van wiskunde probleme en dié van leerders wat metakognitiewe strategieë nie implementeer nie?	6.3
1.3 Oor watter kennis rakende metakognitiewe strategieë beskik voordiens- en indiens-wiskundeleerfasiliteerders, indien enige?	6.4

6.2 Triangulasie

Triangulasie in die onderhawige studie geskied onder meer deur die resultate wat bekom is deur die inskakeling van die Lucangeli-Cornoldi-, en die MSLQ (kognitiewe strategiegebruik)- en die MSLQ (selfregulering)-instrumente te vergelyk.

Die resultate wat by wyse van die kwalitatiewe studie bekom is, word gebruik om resultate wat in die kwantitatiewe studie bekom is verder toe te lig. Die onderhawige studie het resultate bekom rakende leerders, asook indiens- en voordiens-leerfasiliteerders soos hieronder aangedui:

- a. Resultate van die leerders se kwantitatiewe ondersoek is bekom deur die inskakeling van die Lucangeli-Cornoldi-, MSLQ (kognitiewe strategiegebruik) en MSLQ (selfregulering)- instrumente. Die resultate van die kwalitatiewe ondersoek is bekom deur vier Graad 9-leerders se metakognitiewe vaardighede deur middel van multimetode-onderhoude te ondersoek.
- b. Resultate van die indiens-wiskundeleerfasiliteerders se kwantitatiewe ondersoek is bekom deur die inskakeling van 'n selfassesseringsvraelys. Die resultate van die kwalitatiewe ondersoek is bekom deur een indiens-wiskundeleerfasiliteerder se metakognitiewe vaardighede tydens leerfasilitering in wiskunde te ondersoek.
- c. Resultate van die voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se kwantitatiewe ondersoek is bekom deur die inskakeling van 'n selfassesseringsvraelys. Die resultate van die kwalitatiewe ondersoek is bekom deur middel van fokusgroep-onderhoude met agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders oor hul metakognitiewe vaardighede.

Daar word wel van 'n eksterne kontroleerder³¹ gebruik gemaak om die kwalitatiewe resultate te verifieer. Triangulasie deur van nog 'n waarnemer by die kwalitatiewe ondersoeke te gebruik, was weens 'n gebrek aan tyd nie moontlik nie (Cohen, Manion en Morrison, 2000:112).

³¹ Kyk: Addendum E. Prof. P. du Toit het Hoofstuk 5 se inhoud met die *verbatim* transkripsies gekontroleer.

6.3 Kontekstualisering van bevindings van leerders se metakognitiewe strategieë binne die bestaande literatuur en teorie

6.3.1 'n Opsomming van die prosedure(s) wat in die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoeke gevolg is

Tabel 63 Opsomming van die prosedure(s) gevolg in die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoeke

Navorsingsvrae	
1.1	Watter metakognitiewe strategieë word deur leerders in wiskundeprobleemoplossing in die senior skoolfase gebruik, indien enige?
1.2	Is daar 'n verskil in die wiskundeprestasie van leerders wat metakognitiewe strategieë in die oplossing van wiskundeprobleme implementeer en dié van leerders wat metakognitiewe strategieë nie implementeer nie?
Tipe ondersoek	Prosedure(s) wat gevolg is om die navorsingsvraag te ondersoek
Kwantitatiewe ondersoek	<p>Statistiese prosedure(s) wat gevolg is om hipotese te ondersoek</p> <p>Frekwensies, gemiddeldes, mediane en standaardafwykings (Tabelle 35 tot 43) is bepaal vir</p> <ul style="list-style-type: none"> • MSLQ(kognitiewe strategiegebruik) en MSLQ(selfregulering)-instrumente en • Lucangeli-Cornoldi-instrument. <p>Spearman-rangordekorrelasies is bepaal (Tabel 47b) om verbande tussen prestasie in skoolwiskunde, bewerkings met breuke, die oplossing van probleme, voorspelling van sukses, monitering van stappe, evaluering van sukses, die gebruik van kognitiewe strategieë en selfregulering wat statisties ($p < 0.05$) en in die praktyk betekenisvol ($r > 0.5$) of moontlik betekenisvol ($r > 0.3$) is, is ondersoek (Tabelle 44 tot 47b). Effekgroottes is bereken om praktiese betekenisvolheid te bepaal.</p>
Kwalitatiewe ondersoek	<p>Kwalitatiewe prosedure wat gevolg is om leerders se metakognitiewe strategieë tydens wiskundeprobleemoplossing te ondersoek deur middel van multimetode-onderhoudvoering.</p> <p>Vier Graad 9-leerders se metakognisie en metakognitiewe vaardighede tydens wiskundeprobleemoplossing word deur middel van 'n multimetode-onderhoud individueel kwalitatief ondersoek (video-opnames tydens probleemoplossing, keuse van metakognitiewe aksiekaarte, waarneming en <i>verbatim</i> transkripsies).</p>

6.3.2 Kontekstualisering van die bevindings van die kwantitatiewe en kwalitatiewe ondersoek na leerders se metakognitiewe vaardighede binne die bestaande literatuur en teorie

6.3.2.1 Prestasie in wiskunde

Die leerders (respondente) wat aan die onderhawige studie deelgeneem het, het swak³² presteer met

³² Die definisie vir 'swak' in hierdie konteks word in Hoofstuk 4, Tabel 35 weergegee.

die bewerkings met breuke (breuke-optelling 64%; breuke-deling 69%) en die oplossing van die probleme (meetkunde-probleem 86%; persentasie-probleem 98%) (Tabel 35). Hierdie bevinding sluit in 'n mate aan by vorige bevindings na aanleiding van soortgelyke studies en ek fokus vervolgens op enkele hiervan.

Suid-Afrika se Graad 8-leerders se gemiddelde telling in die 2003 *Trends in Mathematics and Science Study* is 264, wat die laaste plek op die ranglys van die 46 deelnemende lande is (TIMSS, 2003). In 'n verslag waarin die bevindings van die TIMSS-R (Howie, 1999)³³ bekend gemaak is, is bevind dat leerders van Suid-Afrika gesukkel het om woordprobleme te verstaan, bewerkings met breuke te doen en om meetkunde-probleme op te los. Verder is bevind dat die basiese kennis wat op Graad 8-vlak verwag is, ontbreek het (Howie, 1999).

Dit wil voorkom of my bevindings in 'n mate by die TIMSS-R (1999)-bevindings aansluit. Leerders in die onderhawige studie het gesukkel om bewerkings met breuke te doen en om meetkunde-probleme wat betrekking het op oppervlakte, op te los. Die leerders het ook swak gevaar met die oplossing van 'n probleem wat betrekking het op die berekening van 'n gemiddelde persentasie. Dit kan daarop dui dat die leerders die basiese kennis met betrekking tot die konsep "gemiddelde persentasie" nie verstaan nie.

Daarteenoor het die vier deelnemers aan die multimetode-onderhoude sukses behaal met die bou van 'n tangram-figuur en die oplossing van 'n probleem. Drie van hierdie probleme het betrekking gehad op gewone breuke en een op desimale breuke. Die rede vir dié sukses kan wees dat drie van hierdie leerders toppresteerders is. Die gemiddelde persentasie wat hierdie leerders vir skoolwiskunde aan die einde van Graad 8 behaal het, was bo 85%, en die vierde leerder se persentasie was 57% (Tabel 53).

Die een-tot-een-verhouding van die leerder tot die navorser en die opname van die leerders se probleemoplossing op videoband, kon leerders en dus hul prestasies beïnvloed het. Dit is moontlik dat die leerders gevoel het dat ek (bewustelik of onbewustelik) van hulle verwag het om te presteer (eksperimenteerder-effek), of dat die deelname aan die studie hulle beïnvloed het om (beter) te presteer (Hawthorne-effek), of dat ek (as navorser) dalk bevind het wat ek graag wou bevind (Pygmalion-effek/voordeel van verwagting) (Draper, 2005). Schoenfeld (1985b) bevestig die siening dat enige navorsingsmetode sekere aspekte van gedrag verduidelik/uitlig en ander skeeftrek. Hy verwys onder meer na omgewingsfaktore soos deelnemers wat voel dat hulle moet presteer, of dat hulle antwoord wat hulle dink die navorser van hulle verwag.

³³ Die meeste van my verwysings is redelik oud. In oorleg met my studieleier en ná beraadslaging met inligtingskundiges, wat 'n deurtastende rekenaarsoektog uitgevoer het, maar nie daarin kon slaag om meer resente toepaslike resultate op te spoor nie, het ek besluit om hierdie verwysings te gebruik (aangesien daar min toepaslike, resente navorsingsdata beskikbaar is).

Die taal van die deelnemers aan die multimetode-onderhoude se denke is gefasiliteer deurdat hulle aksiekaarte ontvang het waarop metakognitiewe optrede uitgespel is. In hierdie opsig repliseer my studie (weliswaar in 'n uiters beperkte mate) die studie van Meichenbaum, Burland, Gruson en Cameron (1985) wat daarop wys dat leerders wat 'n beperkte linguistiese vermoë het, probleme ondervind om hul denke te verwoord. Haynes (1997:6) ondersteun ook die idee dat leerders van leidrade oor hul denke voorsien word deur die volgende opmerking te maak: *How can one be metacognitively aware or reflective without a language to think about oneself?*

6.3.2.2 Selfregulering en kognitiewe strategiegebruik

Dit blyk uit die onderhawige studie dat 'n statisties en 'n prakties betekenisvolle (Tabel 47b) verband bestaan tussen MSLQ (kognitiewe strategiegebruik) en MSLQ (selfregulering). Hierdie bevinding sluit aan by vorige studies wat aantoon dat leerders wat meer kognitiewe strategieë tydens probleemoplossing gebruik, beter presteer as die leerders wat nie hierdie strategieë gebruik het nie (Cavanaugh & Perlmutter, 1982; Schneider & Sodian, 1988, Weinstein & Mayer, 1986). Dit sluit ook aan by die bevindings van Corno (1987) en Zimmerman en Martinez-Pons (1986) wat bevind het dat selfregulering die beste voorspeller van akademiese prestasie is.

Ek is van mening dat die leerders in 'n mate hul eie kognitiewe strategiegebruik en selfregulering te hoog (vier tot ses) op die sewe-punt-skaal geassesseer het (Tabel 41). Dit is moontlik dat die leerders 'n metakognitiewe kennis-tekort mag hê en dat hulle hul vermoëns as leerders/probleemoplossers oorskats het (Panaoura, Philippou & Christou, s.a.).

Schoenfeld (1987) voer aan dat die leerder se akkurate selfassessering van wat hy/sy weet en nie weet nie die sleutel tot sy/haar effektiewe selfregulering is. In my studie is 'n mate van bewyslewering gevind dat dit nie altyd die geval is nie. Dit blyk naamlik uit my studie dat daar nie 'n wesenlike korrelasie tussen MSLQ (kognitiewe strategiegebruik) of die MSLQ (selfregulering) en enige van die items van die Lucangeli-Cornoldi-instrument is nie (Tabel 47b). Die items van die Lucangeli-Cornoldi-instrument sluit werklike sukses behaal asook metakognitiewe vaardighede (selfregulering) in.

Ek hou ook in gedagte dat die byvoeg van metakognitiewe vrae by wiskundige take (Lucangeli-Cornoldi-instrument), die leerders se benadering tot die wiskunde-take kon beïnvloed. My bevinding sluit moontlik op beperkte skaal aan by Cavanaugh en Perlmutter (1982) se bevinding dat hoë metakognitiewe tellings 'n gevolg kan wees van meer wiskundige vaardigheid – beter presteerders in wiskunde se kennis rakende strategieë en stappe kan bloot beter wees as dié van die swak presteerders. Of dan, soos dit uit my navorsing blyk: laer metakognitiewe tellings wat saamhang met ontoereikende wiskundige vaardigheid.

Dit blyk uit die resultate wat tydens die multimetode-onderhoude bekom is dat dié leerders kognitiewe strategieë op 'n selfregulerende wyse benut het.

Verskillende wiskundetake stel die eis van wisselende grade van metakognitiewe betrokkenheid (Lucangeli *et al.*, 1997). Hoewel dit uit die waarneming van die leerders (Transkripsie: 1-20) geblyk het

dat al die leerders herhaaldelik na die tangram-figuur gekyk het, is K23 (*Ek het die vraag weer gelees*) egter slegs een uit die moontlike vier keer geïmplementeer tydens die bou van 'n tangram-figuur (Tabel 59). Dit is moontlik dat hierdie bevinding aansluit by die bevindings van Ericsson en Simon (1980) en McKoon en Ratcliff (1992) se studies. Hulle het bevind dat leerders nie in staat is om sekere metakognitiewe optrede te herroep nie, omdat hierdie optrede reeds outomaties uitgevoer word. Wanneer prosedures oorleer word, word die uitvoer daarvan (soos die vier basiese bewerkings) outomaties en vereis dit minder metakognitiewe betrokkenheid as meer komplekse wiskunde probleme (Lucangeli *et al.*, 1997).

Ek wil veral aandag gee aan leerder C, aangesien sy 'n 91%-kandidaat was (Tabel 53) en dit haar die langste geneem het om albei take suksesvol af te lê en dit ook sy was wat nie tydens die gesimuleerde herroep deurentyd aangedui het waar watter metakognitiewe optrede geïmplementeer is nie. Hierdie leerder het by albei take gedink "*Ek kan dit nie doen nie*" (E7) (Tabel 56), wat *hulp gevra* het (K 21) (Tabel 58) omdat *Ek kan nie onthou wat om te doen nie* (Transkripsie: 14). Sy het nie sigbaar 'n ander strategie probeer nie, al het sy R10 (*Ek het gewonder of daar 'n ander probleemoplossing strategie is om die probleem op te los*) en R12 (*Ek het die metode van oplossing verander*) geïmplementeer (Tabel 57). Die leerder het slegs die algebraïese oplossing van die probleem sigbaar oorweeg, terwyl die probleem met behulp van verskillende ander strategieë, e.g. 'n skets, 'n tabel, raai-en-kontroleer, opgelos kon word.

Hierdie bevindings verskaf waarskynlik 'n mate van bewyslewing van Garofalo en Lester (1985) en Carr, Alexander en Folds-Bennett (1994) se bevindings dat leerders metakognitiewe kennis oor wiskundige strategieë besit en dat metakognitiewe kennis met strategiegebruik verband hou. Dit kan moontlik wees dat leerder C nie metakognitiewe kennis rakende wiskundige strategieë verwerf het nie.

Dit laat my amper onwillekeurig die volgende vraag vra: Hoe is dit moontlik dat leerders goed presteer in wiskunde, maar tog sukkel om wiskundewoordprobleme op te los? Ek wil hipotetiseer dat dit moontlik 'n geval is dat die prosedures meganies toegepas word, sonder dat die leerder dieper verstaan, of skemas vorm. Of, in aansluiting by Schoenfeld (1985, 1987), dat leerkragte tydens leerfasilitering fokus op die uitvoer van bewerkings, maar die "wanneer" en "hoe" van die prosedure afskeep.

Ek kan ook nie die moontlikheid uitsluit dat leerder C op die dag van die onderhoud siek of ontsteld kon gewees het nie. Dit het egter nie vir my so voorgekom nie.

My bevindings verskaf, wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, moontlik in 'n bepaalde mate bewys dat leerders se werklike prestasie nie ooreenstem met hul assessering van hul eie kognitiewe strategiegebruik en selfregulering nie.

6.3.2.2 Voorspelling en evaluering van sukses

Dit blyk uit die bevindings van my studie dat daar 'n statisties en prakties betekenisvolle verband is tussen die voorspelling en die evaluering van sukses met die oplossing van die wiskunde probleme

(M1:M4; P1:P4) (Tabel 47b). Hierdie bevinding sluit aan by vorige bevindings soos die van Desoete, Roeyers en Buysse (2001), wat bevind dat daar 'n verband is tussen voorspelling en evaluering van sukses behaal met die oplossing van 'n probleem. Dit sluit ook aan by Verschaffel (1999) wat die belangrikheid van metakognisie tydens die vooraf-denke of voorspelling en die ná-afhandeling-denke, selfrefleksie of evaluering van die oplossing van 'n wiskunde-probleem, beklemtoon.

Uit die waarneming van die leerders en die keuse van aksiekaarte van die vier leerders wat aan die multimetode-onderhoude deelgeneem het, wil dit voorkom dat hierdie leerders voordat die probleem aangepak is, hul sukses met die oplossing van die probleem voorspel het en nadat die probleem opgelos is, hul antwoord geëvalueer het.

Die deelnemers het ses uit die moontlike agt keer *Ek weet wat om te doen (B5) (Tabel 55)* geïmplementeer. Leerder C het een keer en leerder D by albei take B4 (*Ek het gedink "Ek kan hierdie soort probleem oplos"*) geïmplementeer. Dit kan in 'n bepaalde mate dui op die voorspelling van sukses in die Lucangeli-Cornoldi-instrument.

Al vier die deelnemers het sodra hulle tevrede was dat hulle die taak afgehandel het, teruggesit in die stoel en met die kop geknik om aan te dui dat hulle klaar is. Al die leerders het by elke taak E6 – *Ek het gedink 'Is dit wat ek doen, reg?'* – geïmplementeer. Leerders B en C het een keer en leerder D by albei take, E8 – *Ek het gedink aan hoe ek vorder* – geïmplementeer. Die liggaamstaal van die leerders en die keuse van aksiekaarte het betrekking op evaluering en kan in 'n bepaalde mate dui op die evaluering van sukses in die Lucangeli-Cornoldi-instrument.

Dit blyk ook uit die bevindings van die onderhawige studie dat 40% van die leerders in hul voorspelling seker was dat hulle sukses met die oplossing van die meetkunde-probleem sou behaal (Tabel 37). Verder was 42% van die leerders in hul evaluering van die oplossing van die probleem seker dat hulle sukses behaal het (Tabel 37). Vier persent van die leerders het werklik sukses behaal met die oplossing van die probleem (Tabel 35). Soortgelyke resultate is bevind vir die oplossing van die persentasie-probleem (Tabel 35). Dit dui vir my daarop dat hulle hul vermoëns oorskakel het. Goos, Galbraith en Renshaw (s.a.) het bevind dat daar leerders is wat misluk met die oplossing van 'n probleem en tydens die evaluering van hul eie oplossing steeds onbewus is daarvan dat hulle misluk het.

Leerders wat aan my studie deelgeneem het, voorspel en evalueer hul sukses met die oplossing van 'n wiskunde-probleem, maar dié voorspelling en evaluering stem in 'n mate nie ooreen met hul werklike prestasie nie. Dit kan moontlik wees dat die leerders nie weet wat hulle weet of nie weet nie, of dat leerders hul eie vermoëns oorskakel.

6.3.2.4 Sukses en monitering

Dit blyk onder meer uit my studie dat daar 'n statisties en prakties betekenisvolle verband is tussen die werklike sukses behaal met die uitvoer van die bewerkings met breuke of die oplossing van die probleme en die monitering van die stappe (B1:B3, B2:B4; M2:M3; P2:P3) (Tabel 47b). Dit sluit in 'n

mate aan by die bevindings van Lucangeli *et al.* (1997) dat die suksesvolle oplos van wiskunde probleme metakognitiewe vaardighede soos voorspelling, beplanning, monitering, evaluering en refleksie vereis.

Tydens die waarneming van die vier leerders terwyl hulle probleme oplos, het dit uit hul gedrag geblyk dat metakognitiewe aktiwiteite plaasvind, soos om die ken te krap, of 'n wenkbrou te lig (Gay, s.a.). Die leerders wat aan die multimetode-onderhoude deelgeneem het, het almal sukses behaal met albei take en het ten minste 12 metakognitiewe aktiwiteite geïmplementeer tydens die bou van 'n tangram-figuur of die oplossing van 'n probleem (Tabel 60). Dit kan 'n aanduiding wees dat die leerders dit waarmee hulle besig was, gemonitor het.

Al vier die leerders het die tangram-figuur herhaaldelik bestudeer of die probleem weer en weer gelees en dan terugbeweeg na die papier voor hulle, waarop hulle besig was om die taak af te handel. Al vier leerders het gefrons en/of geglimlag en/of die wenkbroue gelig en/of die neus/wang/voorkop gevryf en/of duidelik met 'n vinger beduie oor die figuur/probleem en dan weer oor die papier waarop hulle besig is, beduie met die vinger/hand. Hierdie uiterlike tekens kan moontlik ooreenstem met monitering in die Lucangeli-Cornoldi-instrument.

Dit blyk uit my studie dat leerders by die oplossing van die meetkunde- sowel as die persentasie-probleem onsuksesvol was (onderskeidelik 86% en 98%) (Tabel 35). Baie leerders (onderskeidelik 96% en 99%) kon boonop vir die oplossing van die meetkunde- en persentasie-probleem hoogstens een toepaslike stap neerskryf (Tabel 36). Dit wil sê, dié leerders het a) nie sukses behaal in die meetkunde- en die persentasie-probleem nie, en b) ooreenstemmend nie blyke gegee dat hulle hul gedrag moniteer nie. Dit kan moontlik aansluit by vorige bevindings in hierdie verband soos Lucangeli, Cornoldi en Tessari (1991) en Swanson (1990) se studies. Hulle het bevind dat daar 'n positiewe verband tussen metakognisie (monitering) en prestasie in wiskunde (spesifiek: meetkunde) bestaan. In my navorsing was die dubbele omgekeerde hiervan moontlik in 'n mate waar – swak prestasie wat gepaard gegaan het met die afwesigheid van monitering. My bevindings sluit ook in 'n mate aan by Artzt en Armour-Thomas (1992) se studie waarin bevind is dat nie alle leerders die vaardigheid het om die kognitiewe prosesse wat betrokke is gedurende probleemoplossing, bewustelik te monitor en te reguleer nie. Dit is verder moontlik dat my bevindings aansluit by Alexander, Carr en Schwanenflugel (1995), Brown, Bransford, Ferrara en Campione (1983) en Schraw (1994) wat bevind het dat leerders met min metakognitiewe kennis, minder geneig is om hul kognitiewe pogings te monitor.

Te veel leerders in my studie het swak presteer in die wiskundedeel van die Lucangeli-Cornoldi-instrument om die verskil in die hoë en lae presteerders se metakognitiewe vaardighede te ondersoek. Ek kon dus nie toepaslik antwoord op hierdie faset van my navorsingsvrae nie.

Opsommend dui my navorsing, wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, daarop dat leerders 'swak' presteer het met die oplossing van probleme en dat hul monitering van hul eie gedrag eweneens ontoereikend was.

6.3.2.5 Monitering van stappe en voorspelling of evaluering van sukses

Dit blyk onder meer uit my studie dat daar nie 'n statisties en prakties betekenisvolle verband bestaan tussen die monitering van stappe aan die een kant en die voorspelling of evaluering van sukses aan die anderkant nie (Tabel 47b).

My bevindings stem in 'n mate ooreen met Nelson en Narens (1994) wat stel dat nog geen noemenswaardige verband tussen voorspelling van sukses en werklike sukses behaal, bevind is nie. Ek stem ook in 'n mate saam met Nelson en Narens (1994) wat reken dat 'n navorser verwag dat daar geen verskil sal wees tussen die voorspelling of evaluering van sukses en die werklike sukses wat leerders behaal nie. Die verband sou impliseer dat die leerder hom-/haarself as leerder ken en ook weet oor watter kognitiewe vermoëns hy/sy beskik. Dit is moontlik dat my bevindings aansluit by Desoete *et al.* (2001) wat bevind het dat monitering van stappe nie wesenlik korreleer met voorspelling of evaluering van sukses nie.

Dit is moontlik dat my bevindings aansluit by Garofalo en Lester (1985) se bevinding dat Graad 3- en Graad 5-leerders nie kognitiewe aktiwiteite monitor en evalueer nie, omdat hulle nie die noodsaaklikheid daarvan vir die oplossing van wiskunde probleme verstaan nie.

Tydens die multimetode-onderhoud het leerder D die strategie vir die oplossing van 'n probleem verander, wat moontlik kan beteken dat die leerder agtergekom (gemonitor) het dat die eerste strategie nie werk nie. Daarteenoor het leerder C vasgehaak by die oplossing van 'n probleem, gewonder oor watter ander strategie gebruik kon word (R10) (Tabel 57), maar nie sigbaar 'n ander strategie probeer nie. Al het ek nie in my huidige studie bewys vir die volgende stelling gevind nie, wil ek tog die hipotese van Schoenfeld (1985) en Artzt en Armour-Thomas (1992) ondersteun dat metakognitiewe prosesse 'n belangrike rol speel by die oplossing van probleme – monitering en beplanning word byvoorbeeld ingespan wanneer dit nodig is om aanpassings te maak, of om struikelblokke te oorkom.

Opsommend wil dit voorkom dat leerders in my studie nie die noodsaaklikheid van monitering en evaluering tydens probleemoplossing in wiskunde verstaan nie, of dit nog nooit verwerf het nie.

6.3.2.6 Refleksie

Dit blyk onder meer uit die onderhawige studie dat onderskeidelik 24% en 36% van die leerders nie kon reflekteer op die oplossings van die meetkunde- en persentasie-probleme nie (Tabel 38) (en ook swak presteer het in hierdie afdeling). My bevindings sluit moontlik in 'n mate aan by Carr en Biddlecomb (1998) wat bevind het dat leerders nalaat om in wiskunde te beplan en te evalueer, omdat hulle vaardighede en kennis verwerf, **sonder om te leer om te reflekteer**. Een moontlike uitkoms van so 'n werkwyse is dat leerders nie kennis oordra of verwantskappe tussen verskillende tipes skoolwiskunde raaksien nie, want hulle fikseer op die taak voor hulle.

Refleksie is 'n integrerende deel van probleemoplossing in wiskunde, omdat leerders metakognitief bewus behoort te wees van hul reflekerende denke oor hulself as leerders (probleemoplossers), die

leertaak (die probleem wat opgelos moet word) en die beskikbare en toepaslike strategieë in die spesifieke konteks indien hulle in wiskunde wil presteer (De la Harpe & Radloff, s.a.). Dit is moontlik dat my bevindings in 'n mate dubbel omgekeerd hiermee ooreenstem: leerders in my ondersoekgroep was nie metakognitief bewus van hul reflekerende denke nie en het dus nie in hul wiskundige opdrag gepresteer nie.

Dit blyk onder meer uit my studie dat daar nie 'n wesenlik betekenisvolle verband tussen enige van die metakognitiewe items of werklike sukses behaal in die Lucangeli-Cornoldi-instrument en refleksie is nie (Tabel 47b). Ek is van mening dat dit aansluit by wat Bransford *et al.* (2003) bevind het: leerders moet inhoud verstaan om te kan reflekteer of selfregulering te kan toepas. Verder is in vorige studies bevind dat refleksie verband hou met metakognisie (Biggs & Moore, 1993). As leerders se prestasie met refleksie verband hou, kan die bevindings van die onderhawige studie in 'n mate ooreenstem met die omgekeerde van dit wat in die literatuur bevind is – swak prestasie of nie verstaan nie en swak refleksie.

Die deelnemers aan die multimetode-onderhoude het nie direk aangetoon dat hulle besig was om te reflekteer nie. Al vier leerders het aandag gegee aan foute, wat moontlik in 'n mate bewys dat dit 'n metakognitiewe aktiwiteit was wat privaatspraak, analise en refleksie ingesluit het en wat gerig was op die evaluering van 'n fout (Shafir, 1995).

Opsommend is dit moontlik dat my bevindings daarop dui dat leerders sekere konsepte in wiskunde (oppervlakte/area en persentasie) nie verstaan nie en daarom nie daarop kan reflekteer nie of dat hul reflekerende denke nie ontwikkel is nie.

6.4 Kontekstualisering van bevindings van die ondersoeke na indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë binne die bestaande literatuur en teorie

Vervolgens word 'n opsomming van die ondersoeke na die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë weergegee.

6.4.1 Opsomming van die ondersoek na die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë

Tabel 64 Navorsingsvrae met betrekking tot indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se statistiese en kwalitatiewe prosedure(s)

Navorsingsvraag	
Hoe sien metakognisie by indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders daar uit?	
Tipe ondersoek	Prosedure(s) wat gevolg is om navorsingsvraag te ondersoek
Kwantitatiewe ondersoek	<p>Statistiese prosedure(s) wat gevolg is om die navorsingsvraag te ondersoek</p> <p>Gemiddeldes, mediane en standaardafwykings is bepaal vir die selfassesseringsvraelys wat indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se kennis en gebruik van metakognisie en metakognitiewe strategieë ondersoek (Tabel 50)</p>
Kwalitatiewe ondersoek	<p>Kwalitatiewe prosedure(s) wat gevolg is om die navorsingsvraag te ondersoek</p> <p>Een indiens-wiskundeleerfasiliteerder se metakognisie en metakognitiewe strategieë tydens twee leerfasiliteringsgeleenthede in wiskunde (een Graad 8-klas en een Graad 9-klas – albei deur medium van Engels) is kwalitatief ondersoek (gestruktureerde onderhoude voor en ná afloop van die leerfasilitering, die leerfasilitering, video-opnames, waarnemings en <i>verbatim</i> transkripsies)</p>
Kwalitatiewe ondersoek	<p>Kwalitatiewe prosedure(s) wat gevolg is om die navorsingsvraag te ondersoek</p> <p>Agt derdejaar voordiens-wiskundeleerfasiliteerders neem deel aan drie fokusgroep-onderhoude waartydens hul kennis en gebruik van metakognisie in wiskunde, kwalitatief ondersoek is (video-opnames van drie gestruktureerde fokusgroep-onderhoude, waarnemings en <i>verbatim</i> transkripsies)</p>

6.4.2 Kontekstualisering van bevindings van die ondersoek na die indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders se metakognitiewe strategieë

6.4.2.1 Koöperatiewe leer en 'n *buddy*-stelsel

(i) Indiens-wiskundeleerfasiliteerders. Dit blyk uit die bevindings van my studie dat **indiens-wiskundeleerfasiliteerders** koöperatiewe leer (groepwerk) en 'n *buddy*-stelsel '*soms*' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A2, A3)³⁴. Tydens die leerfasiliteringsgeleenthede wat

³⁴ Wanneer daar na die selfassesseringsvraelys en Hoofstuk 4, Tabel 50 verwys word, dui dit kwantitatiewe resultate aan en indien daar nie daarna verwys word nie, dui dit kwalitatiewe resultate aan. Hierdie patroon word deurgaans gevolg.

waargeneem is, is koöperatiewe leer (groepwerk) of 'n *buddy*-stelsel egter nie geïmplementeer nie (5.3.2, 5.3.5, Transkripsie: 21-42).

Al het ek in my huidige studie nie bewys vir die volgende standpunt nie, ondersteun ek die hipotese van die sosiaal-konstruktiewe wat reken dat wiskundige kennis gekonstrueer word wanneer leerders met lede van die portuurgroep saamwerk. As deel van die sosiale interaksie, reflekteer hulle op hul eie denke om nuwe kennis by bestaande kennis te inkorporeer (Carr & Biddlecomb, 1998).

'n Moontlike rede waarom die leerfasiliteerder nie koöperatiewe leer geïmplementeer het nie, is dat die Graad 8-leergeleentheid 'n inleiding tot meetkunde gefasiliteer het en die Graad 9-leergeleentheid 'n opvolg op die inleiding tot meetkunde in dié bepaalde graad gefasiliteer het. Dit is egter juis belangrik dat leerfasiliteerders koöperatiewe leer implementeer, omdat navorsers soos Meloth en Deering (1994) bevind het dat kleingroepkontekste metakognitiewe bewuswees en metakognitiewe gesprekke/besprekings aanmoedig.

(ii) **Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders.** Dit blyk uit die bevindings van my studie dat **voordiens-wiskundeleerfasiliteerders** koöperatiewe leer (groepwerk) en 'n *buddy*-stelsel '*soms*' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A2, A3). Ek het bevind dat die fokusgroep **voordiens-leerfasiliteerders** koöperatiewe leer (groepwerk) of 'n *buddy*-stelsel '*gereeld*' implementeer wanneer hulle opdragte voltooi, voorberei vir toetse of eksamens en tydens kontakssessies.

Die rede waarom ek hierop fokus, is dat 'n navorser soos Artzt (1990) bevind het dat koöperatiewe groepwerk kritiese denke, denke van 'n hoër orde en verbeterde probleemoplossing bevorder. Dit blyk dat die fokusgroep **voordiens-leerfasiliteerders** beter verstaan en beter presteer as die ander persone in die steekproef, wat koöperatiewe leer (groepwerk) en 'n *buddy*-stelsel slegs '*soms*' implementeer. Dit sluit in 'n mate aan by wat Cobb, Wood, Yackel, Nicholls, Wheatley, Trigatti en Perlwit (1991) bevind het, naamlik dat **voordiens-leerfasiliteerders** as leerders saam met lede van die portuurgroep uitdagende wiskunde probleme oplos, beter verstaan as leerders (**voordiens-leerfasiliteerders** as leerders) wat dit nie doen nie.

Dit blyk uit die resultate van die fokusgroeponderhoude dat **voordiens-leerfasiliteerders** tydens koöperatiewe leer hul eie denke, die denke van die ander lede in die groep en die stand van die probleem gemonitor het. Hierdie resultaat bevestig die bevinding van Whimbey en Lochhead (1986) wat bevind het dat leerfasiliteerders die sukses van hul ondersoekgroep met die oplossing van probleme verbeter wanneer hulle die geleentheid kry om probleme in pare/groepe op te los.

Opsommend dui my navorsing, wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, daarop dat leerfasiliteerders (**indiens-** en **voordiens-**) koöperatiewe leer (groepwerk) en 'n *buddy*-stelsel *soms*

implementeer, maar dat die **voordiens**-leerfasiliteerders, wat hoë presteerders³⁵ in wiskunde is, dit gereeld implementeer.

6.4.2.2 Vraagstelstrategieë en hardop dink

(i) **Indiens**-wiskundeleerfasiliteerders. Dit blyk onder meer uit my studie dat **indiens**-leerfasiliteerders vraagstelstrategieë en hardop dink 'soms' tot 'gereeld' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A5, A7). Tydens die twee leergeleenthede wat waargeneem is, het die **indiens**-leerfasiliteerder leer gefasiliteer deur middel van die stel van vrae, deur hardop te dink, en deur te modelleer hoe nuwe inligting by bestaande kennis geïnkorporeer kan word.

My bevindings sluit in 'n mate aan by Hartman (2001a) se bevinding dat leerfasiliteerders hardop dink en vrae stel, sodat leerders kan sien en hoor hoe om te beplan, te monitor en te evalueer en te weet hoe om take te benader. Sy beskou dit as 'n tegniek wat die leerfasiliteerder kan gebruik om denkprosesse te eksternaliseer, terwyl die leerfasiliteerder en die leerder betrokke is by 'n taak wat denke vereis.

Dit mag teenstrydig klink, maar die leerders in dié klasse wat ek waargeneem het, is nie werklik toepaslik geleentheid gebied om self-vrae te stel, te oefen, of hardop te dink nie. Die leerfasiliteerder het hoogstens een of twee leerders toegelaat om vrae te vra en het dáárop terugvoer gegee. Dit is jammer, veral gesien teen die agtergrond van die volgende wetenswaardige bevinding van Montague en Warger (2000). Hulle definieer selfvraagstelling as vrae wat die leerder aan hom-/haarself stel om betrokke te bly by 'n aktiwiteit, om prestasie en vordering te reguleer en om die korrektheid van die aktiwiteit te verifieer. Hartman (2001a) reken dat oefening om vrae aan die self te stel, 'n effektiewe manier is om selfgereguleerde leer te bevorder. Sy reken ook dat dit gefasiliteer moet word, sodat leerders weet wanneer, hoekom en hoe om hul eie denke te reguleer. My bevindings verskil van dié van Weinstein en Meyer (1991) wat bevind het dat leerfasiliteerders leerders vra om hardop te dink, terwyl hulle 'n probleem oplos, of vir mekaar verduidelik (*buddy*-stelsel) sodat bestaande miskonsepte, foute en verkeerde assosiasies voorkomend gediagnoseer en aangepak kan word.

(ii) **Voordiens**-wiskundeleerfasiliteerders. Dit blyk verder uit die bevindings van my studie dat **voordiens**-leerfasiliteerders vraagstelstrategieë en hardop dink 'soms' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A5, A7), terwyl die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders vraagstelstrategieë gereeld implementeer om te verduidelik, te verstaan, te kontroleer en uit te brei en dat hulle hardop dink.

Een rede waarom uitbreidingstrategieë vir my belangrik is, is omdat Fennema, Sowder, en Carpenter (1999:188) die volgende bevind het: *When thinking is articulated regularly, patterns of thinking develop that are iterative*. Ek neem ook kennis van Livingston (1996) se bevindings dat kognitiewe en

³⁵ Die fokusgroep is saamgestel uit **voordiens**-leerfasiliteerders wat in die Junie 2005-eksamen bo 75% vir wiskunde behaal het.

metakognitiewe strategieë ineengeveg en afhanklik van mekaar is, en selfvraagstellingstrategieë geïmplementeer word om kennis te bekom, maar ook om dit waarmee die leerder besig is, te monitor.

Opsommend blyk dit dus uit die bevindings van my studie, wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, dat **indiens**-leerfasiliteerders wel as leerfasiliteerder vraagstelstrategieë en hardop dink modelleer, maar moontlik nie voldoende geleentheid skep waarbinne **leerders** dit kan implementeer en oefen nie. Die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders, wat gekwalifiseer word deur hul hoë prestasie in wiskunde, implementeer gereeld selfvraagstelling en hardop dink.

6.4.2.3 Uitbreidingstrategieë

(i) **Indiens**-wiskundeleerfasiliteerders. Dit blyk uit die onderhawige studie dat **indiens**-wiskundeleerfasiliteerders uitbreidingstrategieë 'soms' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A 10) (kwantitatief) en dat die **indiens**-leerfasiliteerder (kwalitatief) uitbreiding deur verduidelikings wat verbande met bestaande kennis voorsien, implementeer.

Tydens die twee leergeleenthede wat waargeneem is, het die **indiens**-leerfasiliteerder uitbreidingstrategieë geïmplementeer deur vir leerders te verduidelik hoe en hoekom probleme op 'n sekere manier opgelos word. Dié faset word ook deur die konstruktivistiese teorieë beklemtoon, wat meen dat inligting gestoor en verstaan word deur uitbreiding en verbande tussen vorige en nuwe kennis (Wittrock, 1986).

(ii) **Voordiens**-wiskundeleerfasiliteerders. Dit blyk uit die onderhawige studie dat **voordiens**-wiskundeleerfasiliteerders 'soms' (Tabel 50; A10) (kwantitatief) uitbreiding implementeer, maar dat dit 'n prioriteit vir die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders (kwalitatief) is. Die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders beklemtoon die belangrikheid van die verduideliking van **hoe en hoekom** 'n probleem opgelos word soos wat dit gedoen word (5.4). Dit voorspel waarskynlik dat hierdie **voordiens**-leerfasiliteerders in hul praktykstigting sal aansluit by Chi, deLeeuw, Chiu en Lavancher (1994), Slavin (1996) en Webb (1989) se bevindings dat verduidelikings die beste manier is om inligting uit te brei en om verbande tussen vorige en nuwe kennis te vind. Wanneer 'n leerder verstaan hóé en hóekom 'n sekere oplossing vir 'n probleem bekom is, kan die leerder uitbrei op die inligting inherent aan die verduidelikings en kan die leerder daaruit leer.

My bevindings wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, dui daarop dat **indiens**- sowel as **voordiens**-leerfasiliteerders uitbreidingstrategieë, weliswaar in wisselende grade, implementeer.

6.4.2.4 Monitering van verstaan

(i) **Indiens**-wiskundeleerfasiliteerders. Dit blyk uit die bevindings van my studie dat **indiens**-wiskundeleerfasiliteerders monitering van verstaan 'soms' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A11). Die **indiens**-wiskundeleerfasiliteerder het tydens die twee leergeleenthede, wat waargeneem is leerders se verstaan eers aan die einde van elke leergeleentheid direk en individueel gemonitor en terugvoer gegee.

Dit blyk uit vorige navorsing dat monitering van verstaan 'n belangrike faset in die leer en leerfasilitering van wiskunde is. Die kontrole van kognisie en metakognisie sluit juis verskeie besluite, strategieë en gedrag in, wat onder meer geïdentifiseer kan word as voorspelling, beplanning, hersiening, keuses maak, monitering en klassifisering (Campioni, Brown & Connell, 1989; Allen, 1991; Fortunato, Hecht, Tittle, & Alvarez, 1991). Navorsers soos Zimmerman (2000) beskryf selfgereguleerde leerders as aktiewe leerders wat 'n verskeidenheid strategieë het om uit te kies en wat hul vordering om hul doelwit te bereik, monitor. Navorsers soos Schoenfeld (1987) en Venezky en Bregar (1988) bevind dat vaardige en amateurleerders onderskei kan word op grond van hul vermoë om hul eie leer en probleemoplossing te monitor. Lester (1994) reken dat dit belangrik is: a) dat effektiewe metakognitiewe aktiwiteite gedurende probleemoplossing vereis dat die probleemoplosser moet weet wat, wanneer en hoe om dit waarmee hy/sy besig is, te monitor en b) dat die fasilitering van leerders se bewuswees van hul kognisies en monitering van probleemoplossingsaktiwiteite in die konteks van die spesifieke wiskundige konsepte moet geskied.

(ii) **Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders.** Dit blyk uit my bevindings dat die **voordiens-leerfasiliteerders** (respondente en fokusgroep) hul eie verstaan monitor (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A11). In my studie blyk dit dat vaardige leerders (soos blyk uit **voordiens-wiskundeleerfasiliteerders** se prestasie in wiskunde) se monitering van hul eie verstaan, in 'n groot mate aansluit by dit wat Chi, Feltovich, en Glaser (1981) en Silver (1987) bevind het. Hul navorsing het aangetoon dat vaardige leerders (soos blyk uit hul prestasie in wiskunde) gebruik maak van interne voorstellings (*skemas/schemata*) van verskillende tipes probleme wat gebaseer is op die organisering van hul domein-verwante kennis. Wanneer leerders dan gevra word om probleme op te los, beïnvloed die skemas die keuse van oplossingstrategieë en is hulle vertrouwd met die oplossingsmetode. Dit blyk uit my fokusgroeponderhoude dat die fokusgroep **voordiens-leerfasiliteerders** skemas vir hulself ontwikkel het (5.4.2, 5.4.5, 5.4.7) waarbinne hulle wiskunde verstaan en wat hulle benut het om tot hul eie akademiese sukses by te dra. Dit blyk verder uit die fokusgroeponderhoude dat die saamwerk met mekaar, 'n positiewe invloed op die effektiewe monitering van verstaan tot gevolg het. My navorsingsresultate sluit aan by dié van Stright en Supplee (2002), wat bevind het dat koöperatiewe leer 'n positiewe invloed op die effektiewe monitering van verstaan tot gevolg het.

Samevattend blyk dit uit my bevindings, wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, dat **indiens-leerfasiliteerders** soms hul verstaan monitor, maar dat die hoë presteerders in wiskunde (fokusgroep **voordiens-leerfasiliteerders**) hul eie verstaan deurgaans monitor.

6.2.4.5 Onafhanklike leer

(i) **Indiens-wiskundeleerfasiliteerders.** Dit blyk uit die bevindings van my studie dat onafhanklike leer 'soms' belangrik is vir **indiens-leerfasiliteerders** (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A8) en dat die **indiens-leerfasiliteerder** tydens die twee leergeleenthede wat waargeneem is, onafhanklike leer nie direk aangemoedig het nie.

Hierdie faset is vir my belangrik, omdat navorsers soos McKeachie, Pintrich, Lin en Smith (1986) bevind het dat leerfasiliteerders soms hul rol as leerfasiliteerders uitvoer sonder om aandag te gee aan maniere waarop leerders se leer ontwikkel kan word en sonder om bewus te wees van die interaksie tussen leerders se leerstrategieë en hul prestasie.

In die lig van Weinstein en Meyer (1991) se bevinding, kry hierdie faset besondere betekenis. Hulle het bevind dat leerfasilitering leerders moet help om die verantwoordelikheid vir hul eie leer te neem en om vorige en nuwe kennis toepaslik te integreer.

(ii) **Voordiens-wiskundeleerfasiliteerders.** Dit blyk uit die onderhawige studie dat die **voordiens-leerfasiliteerders** (die respondente en die fokusgroep) onafhanklik leer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A8). My voorlopige aanname is dat die fokusgroep **voordiens-leerfasiliteerders** se prestasie en vermoë om onafhanklik te leer, in 'n mate op 'n ooreenkoms tussen metakognisie en die konstruktivistiese benadering tot leer dui. Laasgenoemde benadering stel dit immers dat leerders aktiewe deelnemers aan hul eie prestasie behoort te wees (Paris & Winograd, 1990). Navorsers soos Zimmerman, Bonner en Kovach (1996) beklemtoon dit verder dat metakognitiewe prosesse leerders bemagtig, sodat hulle hul eie leer kan kontroleer, in plaas daarvan dat hulle die slagoffers van hul eie leer word.

Opsommend blyk dit uit my bevindings, wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, dat **indiens-leerfasiliteerders** onafhanklike leer soms fasiliteer en dat die fokusgroep **voordiens-leerfasiliteerders** (hoë presteerders in wiskunde) gereeld onafhanklik leer.

6.4.2.6 Probleemoplossing

(i) **Indiens-leerfasiliteerders.** Dit blyk uit die onderhawige studie dat **indiens-leerfasiliteerders** probleemoplossing 'soms' tot 'gereeld' fasiliteer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A13, A15, A16, A17) en dat die **indiens-leerfasiliteerder** tydens die Graad 9-leergeleentheid wat waargeneem is, probleemoplossing gemodelleer het.

Die **indiens-leerfasiliteerder** het tydens die Graad 9-leergeleentheid (5.3.5; Transkripsie: 31-39) meetkunde-probleemoplossing toereikend gemodelleer. Sy het onder meer gemodelleer hoe om die probleem (om twee driehoeke kongruent te bewys) in kleiner stappe op te breek, hoe om feite in 'n probleem te ondersoek, hoe om vrae te stel en te beantwoord en hoe om hulself te kontroleer en daardeur hul denke en die oplossing van die probleem, duidelik te rig. Hierdie aspek van haar handelwyse maak 'n mens opgewonde, by uitstek in die lig van Whimbey en Lochhead (1986) se bevinding dat beklemtoning van die onderlinge verband tussen kognitiewe en metakognitiewe prosesse 'n belangrike vaardigheid is wat bemeester behoort te word met die oog op die suksesvolle oplossing van wiskunde probleme. Dit is egter kommerwekkend dat die **indiens-leerfasiliteerder** nie tydens probleemoplossing metakognitiewe strategieë (voorspelling, beplanning, monitering, evaluering en refleksie) direk gefasiliteer of eens daarna verwys het nie. Dit wek kommer omdat Schoenfeld (1985b) 'n verband bevind het tussen ontoereikende fasilitering van probleemoplossingstrategieë en negatiewe prestasie in wiskunde probleemoplossing. Schoenfeld het bevind dat wanneer

leerfasiliteerders nie probleemoplossingstrategieë direk fasiliteer in wiskunde klaskamers nie, dit leeders se prestasie negatief beïnvloed. Dit gebeur juis omdat leeders dikwels wel oor die nodige (feite-)kennis in wiskunde besit, maar dit nie toepaslik kan gebruik nie, omdat hulle nie weet hoe om hul gedrag te monitor, of te evalueer, of selfs te spekuleer oor waar en wanneer hierdie kennis geïmplementeer behoort te word nie.

(ii) **Voordiens-leerfasiliteerders.** Die **voordiens-leerfasiliteerders** het aangedui dat hulle probleemoplossing net 'soms' toepas (Tabel 50; A13, A15, A16, A17) en die fokusgroep **voordiens-leerfasiliteerders** het aangedui dat hulle probleemoplossing relatief 'gereeld' implementeer.

'n Moontlike rede waarom die **voordiens-leerfasiliteerders** (wat deel was van die steekproef), in die selfassesseringsvraelys aangedui het dat hulle probleemoplossing net 'soms' toepas, is gebrekkige motivering of selfvertroue, soos wat die geval was met Hartman (2001a) se navorsing.

Uit die fokusgroeponderhoude met **voordiens-leerfasiliteerders** (5.4.7, Transkripsie: 43-75) wil dit voorkom dat hulle wiskunde probleme in kleiner stappe opbreek, vrae aan hulself stel en hulself deurentyd kontroleer. Tydens die fokusgroeponderhoude het dit ook geblyk dat een **voordiens-leerfasiliteerder** metakognitiewe vaardighede implementeer wanneer sy nie oor 'n moontlike skema beskik aan die hand waarvan 'n spesifieke tipe wiskunde probleem moontlik opgelos kon word nie (5.4.3; 5.4.9). Hierdie faset word deur Schoenfeld (1983) uitgelig wanneer hy aandui dat vaardige probleemoplossers se probleemoplossing deur metakognisie gefasiliteer word.

My bevindings wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, dui daarop dat probleemoplossing deur **indiens-** sowel as **voordiens-leerfasiliteerders** geïmplementeer word – hoewel die strategieë en stappe wat gevolg word, nie deur **indiens-leerfasiliteerders** direk gefasiliteer of eksplisiet uitgelig (genoem) word nie.

6.4.2.7 Selfassessering van vordering

(i) **Indiens-leerfasiliteerders.** Uit my studie blyk dit dat **indiens-wiskundeleerfasiliteerders** 'soms' van leeders verwag om hul eie vordering in die leerarea wiskunde te assesser (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A18) en dat die **indiens-leerfasiliteerder** nie self-assessering gefasiliteer het tydens die twee leergeleenthede wat waargeneem is nie.

Dit blyk uit die waarneming van die leerfasiliteerder dat leeders nie tydens die leergeleenthede toepaslik geleentheid gebied is om hul eie denke of verstaan te assesser of terugvoer daaroor te ontvang nie. Een rede hiervoor kan moontlik wees dat die inhoud en die aard van die spesifieke leergeleenthede dit nie vereis het nie. Dit is egter te alle tye wenslik dat hulle begelei word om hul eie denke of verstaan te assesser, asook terugvoer daaroor te ontvang. Bonds, Bonds en Peach (1992) beklemtoon dit immers dat wanneer leeders nie die geleentheid gebied word om hul eie bemeestering van kennis, vaardighede en verstaan te assesser nie, dit die potensiaal het om leeders se ontwikkeling as onafhanklike leeders negatief beïnvloed.

Weinstein en Van Mater Stone (1993) het verder bevind dat selfassessering onder meer geïmplementeer behoort te word om verstaan te monitor en om te toets of gestelde doelwitte bereik is. Dit blyk uit my studie dat hierdie ideaal nie noodwendig in klaskamers verwesenlik word nie. My bevinding word bevestig deur Weinstein en Van Mater Stone (1993), wat bevind het dat leerfasiliteerders in hul ondersoekgroep weliswaar glo dat leerders verstaan wat hulle veronderstel was om te leer, maar dat leerders nie toepaslik deur hulself of die leerfasiliteerder geassesseer word, om 'n beslissing hieroor te kry nie.

(ii) **Voordiens**-leerfasiliteerders. Dit blyk uit die onderhawige studie, uit die kwantitatiewe sowel as die kwalitatiewe resultate, dat **voordiens**-wiskundeleerfasiliteerders gereeld hul eie vordering in wiskunde assesseer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A18). Dit is 'n positiewe verwikkeling, veral in die lig van Schunk (1991) se bevinding dat daar 'n moontlike verband is tussen leerders wat presteer en wat terselfdertyd betrokke is by leeraktiwiteite met 'n spesifieke doelwit in gedagte. Juis deurdat hulle bewus is van hul eie vordering terwyl hulle werk, hul vordering om die gestelde doelwitte te bereik, assesseer en daarop reageer deur hul strategieë aan te pas en/of te verander indien nodig, presteer hulle in wiskunde. In die lig van die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders se puik prestasie in wiskunde kan dié bevinding ook van toepassing wees op my studie (Schunk het weliswaar by uitstek met leerders gewerk)

Samevattend blyk dit, wat hierdie spesifieke onderafdeling betref, dat assessering soms deur **indiens**-leerfasiliteerders geïmplementeer word, maar dat die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders (hoë presteerders) hul vordering gereeld assesseer.

6.4.2.8 **Metakognitiewe strategieë**

(i) **Indiens**-leerfasiliteerders. Dit blyk uit die bevindings van my studie dat **indiens**-leerfasiliteerders metakognitiewe strategieë '*gereeld*' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50; A1) en dat die **indiens**-leerfasiliteerder metakognitiewe strategieë (5.3; Tabel 60) tydens die twee leergeleenthede wat waargeneem is, geïmplementeer het.

Dit blyk uit die waarneming van en onderhoude met die **indiens**-leerfasiliteerder dat sy beplan het wat en hoe leer gefasiliteer gaan word en dat sy geweet het hoe sy kontrole gaan uitoefen en sal monitor hoe die leerfasilitering verloop. In hierdie opsig sluit my studie in 'n mate aan by wat Sternberg (1985) verstaan onder metakognisie tydens leerfasilitering.

Ek wil spesiale aandag gee aan die leerfasiliteerder se eie **refleksie** op en **evaluering** van albei leergeleenthede. Ná afloop van beide leergeleenthede spreek die leerfasiliteerder haar kommer uit oor die onvermoë van leerders om 'n konsep te verduidelik of te verduidelik wat dit is wat hulle nie verstaan nie (5.3.3; 5.3.6; Transkripsie: 30, 40). Ten spyte van dié evaluering beplan sy nie om in die toekoms soortgelyke leergeleenthede aan te pas nie. Dit word betreur, veral aangesien Sternberg (1985) evaluering van 'n leergeleentheid definieer as die beplanning van die fasilitering van soortgelyke situasies in die toekoms. Dit blyk ook tydens die waarneming van haar optrede gedurende die leerfasilitering en onderhoude wat voor en ná afloop van die leergeleentheid gevoer is, dat sy nie

toepaslik reflekteer aangaande moontlike wyses om 'beste praktyk' in terme van wiskundeleer in haar klaskamer te fasiliteer nie. My bevindings bevestig dus Black en Wiliam (1998) se bevinding dat **indiens**-leerfasiliteerders te min weet van hul leerders se leerbehoefte/-probleme, asook Clark en Peterson (1986) se gevolgtrekking dat leerfasiliteerders in hul beplanning moontlik te veel konsentreer op hoe om inhoud te fasiliteer en te min op die verstaan van die leerders.

Dit blyk uit my bevindings dat die leerfasiliteerder waarskynlik nie oor toepaslike kennis beskik van onlangse benaderings tot leerfasilitering in wiskunde blykens (post-)moderne navorsing oor die teorie én die praktyk van leerfasilitering in wiskunde nie (Hartman, 2001b). Om hierdie rede is sy dan ook nie in staat om toepaslik te eksperimenteer met verskillende leerfasiliteringsbenaderings in haar wiskundeklas nie en kan die moontlike toepaslikheid en effektiwiteit van verskillende benaderings tot leerfasilitering dan ook nie in haar wiskundeklas geëvalueer word nie (Borkowski, 2001).

Dit blyk dat die **indiens**-leerfasiliteerder se refleksie gerig is op die eensydige bereiking van die gestelde uitkomst wat betrekking het op die inhoud (en prosedure) van die leerarea wiskunde (Tabel 61) en nie soseer oor leerders se bemeestering van toepaslike metakognitiewe strategieë nie. Dit is egter juis belangrik dat leerfasiliteerders reflekteer op hul leerders se bemeestering van metakognitiewe strategieë, omdat een van die rolle van die leerfasiliteerder is om leerders te help om effektiewe lewenslange leerders te word (Jones, Bell & Saddler, 1991).

Samevattend kom dit voor of die **indiens**-leerfasiliteerder moontlik wel intuitief oor 'n verskeidenheid metakognitiewe vaardighede beskik, maar dat hierdie vaardighede nie in haar wiskundeklas geïmplementeer en gefasiliteer word nie (Hartman, 2001a).

(ii) **Voordiens**leerfasiliteerders. Dit blyk uit die onderhawige studie se bevindings dat **voordiens**-leerfasiliteerders metakognitiewe strategieë 'soms' implementeer (selfassesseringsvraelys, Tabel 50: A1; 5.4) en dat die fokusgroep **voordiens**-wiskundeleerfasiliteerders metakognitiewe strategieë 'deurgaans' implementeer.

Die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders se metakognitiewe aktiwiteite in my studie stem in 'n mate ooreen met die aktiwiteite wat in 'n studie oor die metakognitiewe aktiwiteite van tersiêre studente uitgelig is deur Pressley, VanEtten, Yokoi, Freebern en VanMeter (1998). Hulle bevindings word vervolgens gelys met verwysings na die onderafdelings van die toepaslike gedeeltes in my studie wat daarmee ooreenstem in hakies langsaan:

- In hul studie (soos in myne, 5.4.3) was leerders se oorhoofse doelwit om goeie punte te behaal in wiskunde en het dit gedien as motivering vir hul harde werk.
- Soos in my eie studie (5.4.1, 5.4.2, 5.4.6), het leerders in hul studie 'n wye verskeidenheid strategieë geïmplementeer – soos om notas af te neem, voor te berei vir opdragte en toetse, notas/lesings na te gaan, teorie op te som en nuwe inligting met bestaande kennis te verbind.

- Leerders in hul studie het strategieë ontwikkel waarmee omgewingsinvloede wat die aandag aftrek of motivering verminder, uitgeskakel word (dit was ook die geval in my studie, kyk: 5.4.6).
- Leerders in hul studie het meer tyd bestee aan modules (wiskunde) wat volgens hulle belangrik is vir toekomstige gebruik (dit blyk ook uit my studie dat dit die geval is, 5.4.2).
- Leerders in hul studie het, soos in my studie (5.4.1, 5.4.2), besef dat beter kennis van die module-inhoud, dit makliker maak om voor te berei vir toetse of eksamens.
- Leerders in hul studie het besef dat die leerfasiliteerder se eienskappe leerders se leerstrategieë beïnvloed – deurdat die leerfasiliteerder duidelike riglyne oor die uitkomst van die module verskaf, self geesdriftig is, gereelde en volledige terugvoer gee en leerders ondersteun waar nodig (dit was ook die geval in my studie, kyk 5.4.1; 5.4.2).
- In hul studie, soos in myne (5.4.1, 5.4.2), het leerders wat in groepe saamgewerk het, mekaar se motivering en prestasie positief beïnvloed.

Dit blyk ook uit my studie dat die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders selfregulerende leerstrategieë aan die dag gelê het wat ooreenstem met die selfregulerende leerstrategieë wat Zimmerman en Martinez-Pons (1986, 1988) in hul studie by voordiens-leerfasiliteerders geïdentifiseer het. Hierdie strategieë sluit onder meer in selfevaluering, organisering en oordrag, doelwitstelling en beplanning, vra vir hulp, notas neem en monitering van verstaan en vordering, beheer van hul omgewing, herhaling en memorisering, die soek van sosiale ondersteuning en hersiening van werk.

Ek wil in hierdie stadium, kort voordat ek die betrokke hoofstuk afsluit, fokus op twee sake wat my bekommer:

1) Hoewel dit uit my studie blyk dat die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders metakognitiewe vaardighede openbaar en implementeer, blyk dit uit my studie dat fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders **afhanklik** is van die leerfasiliteerder (dosent) se spesifieke duidelike **afbakening** van die wiskunde voor 'n toets of eksamen (vraag vir vraag, met gedetailleerde punttoekenning; 5.4.2; 5.4.5). Met ander woorde, dit blyk dat hulle slegs binne bepaalde parameters (wat deur hul dosent daargestel word) metakognitief te werk gaan.

2) Die tweede aspek waaroor ek graag hier wil besin, is die verskynsel dat hierdie **voordiens**-leerfasiliteerders **nie nuwe werk op hul eie voorberei nie** (alhoewel hulle 'n interaktiewe studiegids besit) maar wag totdat die leerfasiliteerder (dosent) eers nuwe wiskunde verduidelik voordat hulle die nuwe wiskunde metakognitief opvolg of leer (5.4.1). Ek spreek my bekommernis hieroor uit omdat dit vir my lyk of hierdie fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders selfs in hierdie gevorderde stadium van hul tersiêre loopbaan nog nie werklik 'n toereikende metakognitiewe vaardigheidsvlak verwerf het nie.

In die praktyk hang die verskynsel wat hierbo beskryf is ten nouste saam met 'n onderwysstelsel wat baie jare lank nie metakognitiewe, onafhanklike en kritiese denke aangemoedig het in die leer en leerfasilitering van wiskunde nie (Maree, 2005b). Die kritiese en ontwikkelingsuitkomstestel juis leerders in die vooruitsig wat onder meer in staat is om besluite te neem deur middel van kritiese en kreatiewe denke, hulself en hul aktiwiteite verantwoordelik en doeltreffend te organiseer én te bestuur en wat nadink oor 'n verskeidenheid strategieë om doeltreffend te leer (Departement van Onderwys, 2002:1). Een van die sewe rolle van leerfasiliteerders (Education Labour Relations Council, 2003: A-47) stel leerfasiliteerders in die vooruitsig wat leerders, navorsers en lewenslange leerders is. Dit behels dat die leerfasiliteerder in staat sal wees om deur middel van studie en navorsing op 'n persoonlike, akademiese, beroeps- en professionele vlak te bly groei. Met ander woorde, die sewe rolle van leerfasiliteerders wat in die vooruitsig gestel word, suggereer dat leerfasiliteerders as praktisyns by uitstek blyke daarvan sal gee dat hulle 'n bevredigende peil van metakognitiewe vorming bereik het en inderdaad ook hierdie vaardighede in hul (wiskunde-) klasse sal implementeer.

6.4.2.9 Opleiding van voordiens-leerfasiliteerders

In die lig van die betoog wat ek tot dusver gelewer het, kom die volgende vrae by my op: Hoe gaan hierdie fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders (en die ander **voordiens**-leerfasiliteerders wat deel van die steekproef was) se leerfasilitering daar uitsien wanneer hulle verantwoordelikheid vir leerders se leer in wiskunde neem? Word hulle toepaslik opgelei en voorberei om alle leerders se leer te fasiliteer, en nie net die inhoud van wiskunde te verstaan en te ontdek nie, maar ook om in onafhanklike leerders te ontwikkel? Ek merk by die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders 'n beperkte mate van begrip vir hul portuurgroep, sowel as vir die leerders – waarmee hulle in die onderwyspraktyk te doen gekry het – se dilemma om wiskunde te verstaan en te presteer (die portuurgroep wat nie presteer nie, 5.4.3 en 5.4.4). Maree en Crafford (2005) beklemtoon juis in 'n studie dat opregte meelewing en betrokkenheid van 'n leerfasiliteerder by sy/haar leerders sukses in wiskunde verhoog. Slegs een van die agt **voordiens**-leerfasiliteerders kan verduidelik hoe haar denke (metakognitiewe vaardighede) oor die afgelope drie jaar ontwikkel het (5.4.3). Fokusgroeplede het hul onsekerheid uitgespreek of daar van laerskoolleerders verwag kan word om verantwoordelikheid vir hul eie leer te neem, en hoe dié verantwoordelikheid gefasiliteer behoort te word (5.4.10). Hierdie aspek is belangrik in die lig van Maree, Pretorius en Eiselen (2003) se bevinding dat **voordiens**-leerfasiliteerders nie in wiskunde misluk omdat hulle nie die toepaslike intelligensie het om sukses in wiskunde te behaal nie, maar omdat hulle nie op skool toepaslik voorberei is in en vir wiskunde nie.

Die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders is van mening dat hulle 'n behoefte daaraan het om toepaslik opgelei en voorberei te word om alle leerders te verstaan en te weet hoe om leerders te leer om te leer.

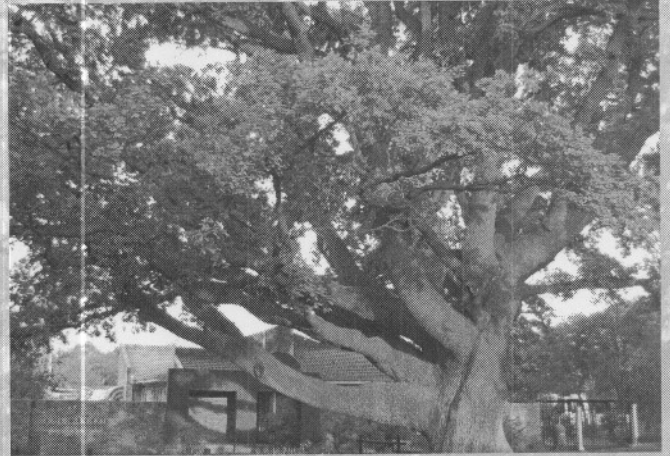
6.5 Leerteoretiese beginsels wat aansluit by metakognisie

Ek wil my gewaarwordings in hierdie stadium kortliks saamvat deur dit eerstens te stel dat ek selfs sterker as voorheen saamstem met die konstruktivistiese siening van Cobb (1994), wat hipotetiseer dat **alle** kennis gekonstrueer word op grond van bestaande kennis, ongeag die wyse waarop leer

gefasiliteer is. Die volgende blyk immers duidelik uit die literatuurstudie wat ek vir die doel van die onderhawige navorsing uitgevoer het. Of daar bloot na 'n wiskundelesing 'geluister' word en of leer outentiek gefasiliteer word, aktiewe kenniskonstruksie word vereis, weliswaar in mindere of meerdere mate. Deur egter aktief met die leerinhoud om te gaan, verbeter leerders hul kans om wiskunde toereikender te bemeester, om metakognitiewe strategieë te verwerf en om beter in wiskunde te presteer. Schwartz en Bransford (1998) het immers bevind dat wanneer leerders eers met konsepte op hul eie gewerk (gestoei) het, leerfasilitering-deur-te-vertel uitstekend kan werk.

6.6 Samevatting

In Hoofstuk 6 is etlike van die bevindings van die onderhawige studie gekontekstualiseer in die bestaande literatuur en teorie. In Hoofstuk 7 word die onderhawige studie opgesom en aanbevelings word gemaak.



HOOFSTUK 7 : Opsomming en aanbevelings



Onderzoek na metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer met besondere verwysing na die senior fase

Hoofstuk 1

Oriëntering

- 1.1 Algemene inleiding
- 1.2 Probleemstelling en motivering
- 1.3 Teoretiese en konseptuele raamwerk
- 1.4 Begripsverklaring
- 1.5 Hoofstukindeling

Hoofstuk 2

Perspektiewe op bepaalde epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde

- 2.1 Inleidende oriëntering
- 2.2 Begrip "leer"
- 2.3 'Ander' aspekte van leer
- 2.4 Leerteorieë
- 2.5 Sosiale konstruktivisme
- 2.6 Uitkomstgerigte onderwys
- 2.7 Metakognisie
- 2.8 Metakognitiewe teorieë
- 2.9 Wese van "metakognisie"
- 2.10 Leerfasiliteerder
- 2.11 Verwerwing van metakognisie
- 2.12 Toepassing van metakognisie
- 2.13 Ontwikkeling van metakognisie
- 2.14 Samevatting

Hoofstuk 3

Navorsingsontwerp

- 3.1 Inleidende oriëntering
- 3.2 Aannames van navorsers
- 3.3 Steekproef en deelnemers
- 3.4 Data-insamelingsinstrumente
- 3.5 Data-insamelingsprosedure(s)
- 3.6 Strategieë vir data-analise
- 3.7 Geldigheid, betroubaarheid en vertrouenswaardigheid
- 3.8 Opsomming en uiteensetting
- 3.9 Etiese oorwegings
- 3.10 Parameters
- 3.11 Voorsiene probleme
- 3.12 Samevatting

Hoofstuk 4

Resultate: Kwantitatiewe deel van die studie

- 4.1 Inleidende oriëntering
- 4.2 Statistiese gegewens: leerders
- 4.3 Statistiese gegewens: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 4.4 Samevatting

Hoofstuk 5

Resultate: Kwalitatiewe deel van die studie

- 5.1 Inleidende oriëntering
- 5.2 Resultate: leerders
- 5.3 Resultate: indiens-wiskundeleerfasiliteerder
- 5.4 Resultate: voordiens-wiskundeleerfasiliteerders
- 5.5 Samevatting

Hoofstuk 6

Kontekstualisering van bevindings binne bestaande literatuur en teorie

- 6.1 Inleidende oriëntering
- 6.2 Triangulasie
- 6.3 Kontekstualisering: leerders
- 6.4 Kontekstualisering: indiens- en voordiens-leerfasiliteerders
- 6.5 Samevatting

Hoofstuk 7

Opsomming en aanbevelings

- 7.1 Inleidende oriëntering
- 7.2 Samevatting
- 7.3 Bevindings
- 7.4 Beperkings
- 7.5 Aanbevelings
- 7.6 Etiese aspekte
- 7.7 Slotopmerking

HOOFSTUK 7

**Opsomming en
aanbevelings**

7.1 Inleidende
oriëntering

7.2 Samevatting

7.3 Bevindings

7.4 Beperkings

7.5 Aanbevelings

7.6 Etiese aspekte

7.7 Slotopmerking

Hoofstuk 1

Hoofstuk 2

Hoofstuk 3

Hoofstuk 4

Hoofstuk 5

Hoofstuk 6

HOOFSTUK 7

Opsomming en aanbevelings

7.1 Inleidende oriëntering

In Hoofstuk 7 word 'n opsomming van die onderhawige studie verskaf. Daar word onder meer verwys na die redes wat tot die navorsingsprobleem aanleiding gegee het, die literatuurstudie wat onderneem is, die navorsingsontwerp en hipoteseverifikasie. Die resultate van die onderhawige studie word verder weergegee en etlike van die bevindings word gekontekstualiseer binne die verwysingsraamwerk van die bestaande literatuur en teorie. Etlike van die bevindings van die onderhawige studie word gelys, beperkings van die onderhawige studie word uitgelig, daar word gereflekteer oor die etiese aspekte van die studie en moontlike temas vir toekomstige navorsing met betrekking tot metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede word voorgestel.

Vervolgens som ek elke hoofstuk van die onderhawige studie kortliks op.

7.2 Samevatting van die navorsingstudie

7.2.1 Hoofstuk 1

In Hoofstuk 1 is die algemene agtergrond van die redes wat tot die navorsingsprobleem aanleiding gegee het, uitgelig. Die probleem is gestel en belangrike begrippe is verklaar. Hierdie begrippe sluit die volgende in: metakognisie, wiskunde, leerfasiliteerder, leer, leerfasilitering, senior fase, wiskundeprobleem, probleemoplosser, wiskundeprobleemoplossing. Die beplanning vir die onderhawige navorsingstudie word ten slotte verskaf.

7.2.2 Hoofstuk 2

Hoofstuk 2 is aan perspektiewe op sekere epistemologiese vertrekpunte ten opsigte van metakognisie in die leer en leerfasilitering van wiskunde gewy. Enkele menings oor die begrippe "leer" en "denke" is weergegee. Die evolusie van leerteorieë is ondersoek, met besondere verwysing na sosiaal-konstruktivistiese leerteorieë. Daar is gefokus op konstruktivisme as hoof-epistemologiese benadering wat die verskynsel "metakognisie" ten grondslag lê. Die sienings van die vernaamste grondleggers van die begrip "metakognisie" is uitgelig en die eienskappe en oorsprong van die leerteoretiese vertrekpunte wat die begrip "metakognisie" onderlê, is weergegee.

7.2.3 Hoofstuk 3

My metateoretiese vertrekpunte en teoretiese aannames het my paradigmatische perspektiewe gevorm en dit het 'n spesifieke navorsingsmetodologie (KWAN-KWAL) tot gevolg gehad. Hierdie vertrekpunte en teoretiese aannames is in Hoofstuk 3 bespreek. Leerders, indiens- en voordiens-

wiskundeleerfasiliteerders is by die kwantitatiewe sowel as die kwalitatiewe fasette van die onderhawige studie betrek.

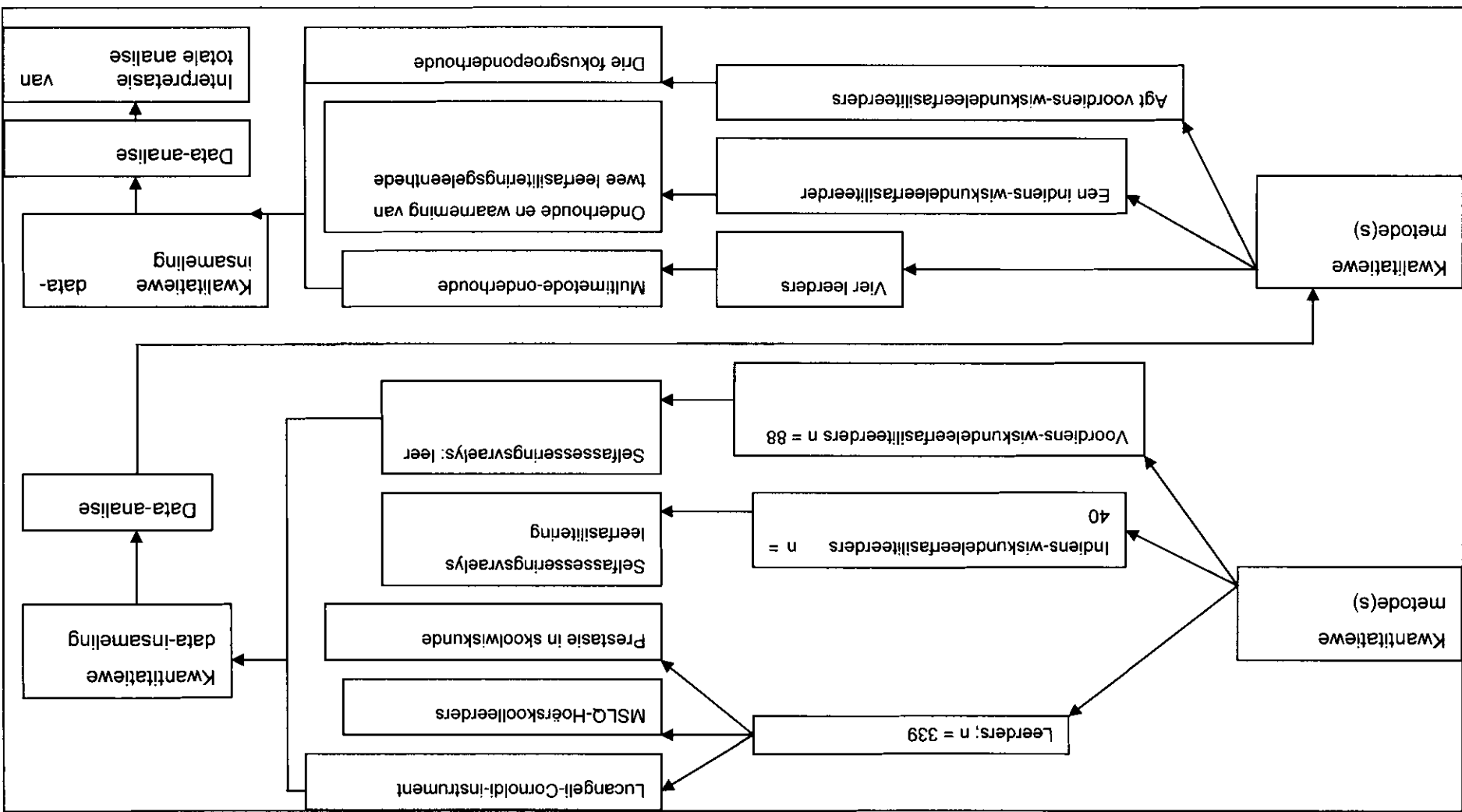
Die aard van die beskikbaarheidsteekproef (kwantitatief) en deelnemers (kwalitatief) aan die onderhawige studie, sowel as die data-insamelinginstrumente wat ingeskakel is, is ook in hierdie hoofstuk beskryf. Prosedure(s) wat gevolg is om die data in te samel, vir die kwantitatiewe én die kwalitatiewe fasette van die onderhawige studie, is bespreek. Daar is verduidelik watter strategieë geïmplementeer is om die data wat in hierdie studie bekom is, te analiseer.

In hierdie studie is geldige, betroubare en vertrouenswaardige metodes geïmplementeer om inligting in te samel, uit te beeld en te interpreteer. Die wyse waarop kwaliteitsversekeringskriteria in die onderhawige studie gefasiliteer is (deur onder meer triangulasie van die data wat bekom is tydens die uitvoer van die kwantitatiewe en die kwalitatiewe fasette van my studie), is uiteengesit.

Etiese riglyne, waarby ek onderneem het om my tydens hierdie studie te hou, is gelys, kwantitatiewe en kwalitatiewe afbakenings (parameters) van die onderhawige studie is nagevors en voorsiene probleme is gelys.

Die navorsingsontwerp word vervolgens skematies saamgevat.

Figuur 17 Schematische voorstelling van de navorsingsontwerp van die onderhawige studie



7.2.4 Hoofstuk 4

In Hoofstuk 4 is statistiese gegewens (resultate) onderskeidelik vir die leerders, indiens- en voordiens-leerfasiliteerders aangebied

Sowel beskrywende as inferensiële statistiek is geïmplementeer. Frekwensies, gemiddeldes, mediane, standaardafwykings is gebruik om sekere data te verwerk, Cronbach α -waardes is bereken om betroubaarheid te bepaal, statistiese hipoteses is geverifieer, Spearman-rangordekorrelasies is bereken om verbande tussen wiskundeprestasie, metakognitiewe optrede, kognitiewe strategiegebruik en selfregulering te bepaal en effekgroottes (r) is bereken om praktiese, of moontlike praktiese betekenisvolheid van dié verbande te bepaal. Statistiese betekenisvolheid op die 5%-peil van betekenis is deurgaans as riglyn aanvaar.

7.2.5 Hoofstuk 5

In Hoofstuk 5 is die resultate van die data wat bekom is deur die multimetode-onderhoude wat individueel met die vier Graad 9-leerders gevoer is, aangebied. Keuses van aksiekaarte, waarop metakognitiewe aktiwiteite uitgespel is, en wat leerders tydens probleemoplossing geïmplementeer het, is in tabelvorm opgesom. Liggaamstaal wat herhaaldelik by leerders voorgekom het, is aangeteken.

Die resultate van die onderhoude wat met die een indiens-wiskundeleerfasiliteerder gevoer is, vóór en ná afloop van die twee leergeleenthede, is aangebied. Resultate van die twee leergeleenthede wat op videoband opgeneem en waargeneem is, is weergegee.

Fokusgroep-onderhoude met die agt voordiens-wiskundeleerfasiliteerders oor hul metakognisie en metakognitiewe strategiegebruik tydens die leer van wiskunde is opgesom om temas uit te lig.

7.2.6 Hoofstuk 6

Bevindings van sowel die kwantitatiewe as die kwalitatiewe fasette van die onderhawige studie oor onderskeidelik die leerders, indiens- en voordiens-leerfasiliteerders se metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede, is op 'n geïntegreerde wyse, binne die bestaande literatuur en teorie gekontekstualiseer.

Vervolgens word etlike van die bevindings van die onderhawige studie gelys.

7.3 Bevindings van die navorsingstudie

Die primêre doelwit van die onderhawige studie was om metakognisie in wiskundeonderrig en -leer in die senior fase te ondersoek. Voortspruitend uit die primêre probleem – Hoe sien metakognisie in die senior fase daar uit? – het drie sekondêre probleme na vore getree. Etlke van die bevindings van die onderhawige studie word vervolgens onder die drie sekondêre navorsingsvrae weergegee:

(1) Watter metakognitiewe strategieë word deur leerders in wiskunde in die senior fase geïmplementeer, indien enige?

Vervolgens word etlike bevindings van die onderhawige studie, wat betrekking het op leerders se metakognisie en metakognitiewe strategieë, gelys.

- Hoewel prestasie in wiskunde as sulks nie 'n metakognitiewe strategie is nie, is dit belangrik om te meld dat leerders 'swak' presteer het in die wiskunde-items in die vraelys.
- My bevindings verskaf in 'n bepaalde mate bewys dat leerders se werklike prestasie nie ooreenstem met hul assessering van hul eie kognitiewe strategiegebruik en selfregulering nie.
- Leerders wat aan my studie deelgeneem het, voorspel en evalueer wel in 'n bepaalde mate hul sukses met die oplossing van 'n wiskunde-probleem, maar dié voorspelling en evaluering stem in 'n sekere mate nie ooreen met hul werklike prestasie nie. Dit kan moontlik wees dat die leerders nie weet wat hulle weet of nie weet nie, of dat leerders hul eie vermoëns oorskats.
- My navorsing dui daarop dat leerders swak presteer het met die oplossing van probleme en dat hul monitering van hul eie gedrag eweneens ontoereikend was.
- Dit lyk of leerders in my studie nie die noodsaaklikheid van monitering en evaluering tydens probleemoplossing in wiskunde verstaan nie, of dit nog nooit verwerf het nie.
- Dit is moontlik dat my bevindings daarop dui dat leerders sekere konsepte in wiskunde (oppervlakte/area en persentasie) nie verstaan nie en daarom nie daarop kan reflekteer nie of omdat hul reflekterende denke nie ontwikkel is nie.

Wat die gestelde statistiese hipoteses betref, meld ek dat sommige hiervan verwerp is en sommige aanvaar is op 'n 5%-betekenispeil. Dit is egter onmoontlik om hier 'n volledige lys van al die statistiese hipoteses te gee. Ek verwys die belangstellende leser na Hoofstuk 4 (4.2.3) waar volledige resultate in tabelvorm (Tabel 47b) weergegee is.

(2) Is daar 'n verskil in die wiskundeprestasie van leerders wat metakognitiewe strategieë in die oplossing van wiskunde-probleme implementeer en dié van leerders wat nie metakognitiewe strategieë in probleemoplossing implementeer nie?

Hierdie hipotese kon nie statisties ondersoek word nie. Soos aangetoon, was te min leerders suksesvol (kyk: Hoofstuk 4, 4.2.2.1) met die oplossing van die meetkunde- en persentasie-probleme om hoë en lae presteerders in aparte groepe te beskou.

(3) Oor watter kennis rakende metakognisie en metakognitiewe strategieë beskik indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders tans, indien enige?

Dit blyk uit etlike van die bevindings van die onderhawige studie dat:

- leersfasiliteerders (**indiens-** en **voordiens-**) soms kooperatiewe leer (groepwerk) en 'n *buddy*-stelsel implementeer, maar dat die **voordiens**-leersfasiliteerders wat hoë presteerders in wiskunde is dit gereeld implementeer
- **indiens**-leersfasiliteerders vraagstelstrategieë en hardop dink modelleer, maar moontlik nie voldoende geleentheid skep waarbinne **leerders** dit kan implementeer en oefen nie. Die fokusgroep **voordiens**-leersfasiliteerders, wat gekwalifiseer word deur hul hoë prestasie in wiskunde, implementeer gereeld selfvraagstelling en hardop dink
- **indiens-** sowel as **voordiens**-leersfasiliteerders uitbreidingstrategieë, weliswaar in wisselende grade, implementeer
- **indiens**-leersfasiliteerders soms hul verstaan monitor, maar dat die hoë presteerders in wiskunde (fokusgroep **voordiens**-leersfasiliteerders) deurgaans hul eie verstaan monitor
- **indiens**-leersfasiliteerders onafhanklike leer soms fasiliteer en dat die fokusgroep **voordiens**-leersfasiliteerders (hoë presteerders in wiskunde) gereeld onafhanklik leer
- probleemoplossing deur **indiens-** én **voordiens**-leersfasiliteerders geïmplementeer word – hoewel die strategieë en stappe wat gevolg word, nie direk gefasiliteer of eksplisiet uitgelig (genoem) word deur **indiens**-leersfasiliteerders nie
- assessering soms deur **indiens**-leersfasiliteerders geïmplementeer word, maar dat die fokusgroep **voordiens**-leersfasiliteerders (hoë presteerders) hul vordering gereeld assessee
- die **indiens**-leersfasiliteerder wat waargeneem is, moontlik wel intuïtief oor 'n verskeidenheid metakognitiewe vaardighede beskik, maar dat hierdie vaardighede nie in haar wiskundeklas geïmplementeer en gefasiliteer word nie
- die fokusgroep **voordiens**-leersfasiliteerders selfregulerende leerstrategieë aan die dag gelê het
- hoewel die fokusgroep **voordiens**-leersfasiliteerders metakognitiewe vaardighede openbaar en implementeer, blyk dit dat hulle slegs binne bepaalde parameters (wat deur hul dosent daargestel word) metakognitief te werk gaan
- die **voordiens**-leersfasiliteerders nie op hul eie nuwe werk voorberei nie (hoewel hulle 'n interaktiewe studiegids het) maar wag totdat die leersfasiliteerder (dosent) eers nuwe wiskunde verduidelik, voordat hulle die nuwe wiskunde metakognitief opvolg of leer. Dit kom voor of hierdie fokusgroep **voordiens**-leersfasiliteerders selfs in hierdie gevorderde stadium van hul tersiêre loopbaan nog nie werklik 'n toereikende metakognitiewe vaardigheidsvlak verwerf het nie

- die fokusgroep **voordiens**-leerfasiliteerders van mening is dat hulle 'n behoefte daaraan het om toepaslik opgelei en voorberei te word om alle leerders te verstaan en te weet hoe om leerders te leer om te leer.

Soos in enige studie oor metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede het die refleksie op die onderhawige studie, sekere beperkings uitgewys.

7.4 Beperkings van die navorsingstudie

Soos enige navorser wat oor beperkte tyd vir die afhandeling van sy/haar navorsing beskik en in 'n beperkte konteks werk, bied ek die bevindings van die onderhawige studie op 'n beskeie manier aan.

Die onderhawige studie is uitgevoer op 'n relatiewe klein groep (beskikbaarheidsteekproef en deelnemers) leerders, indiens- en voordiens-wiskundeleerfasiliteerders oor 'n beperkte tyd en in 'n beperkte konteks. Die resultate is dan ook vertolk binne die konteks van die navorsingstema. Omdat die onderhawige studie 'n plaaslike studie op klein skaal is, is die veralgemeningswaarde moontlik skraal.

'n Ander navorser wat die studie vanuit 'n ander perspektief benader, kan dieselfde data op sy/haar eie manier interpreteer en moontlik ander bevindings bekom. 'n Ander navorser kan ander instrumente en prosedure(s) (tegnieke) inskakel om dieselfde tema te ondersoek.

Ek erken en sien in dat instrumente en prosedure(s) wat ingeskakel is om metakognisie en metakognitiewe strategieë te ondersoek, bepaalde leemtes het en selfs internasionaal nog nie volledig ontwikkel is nie. Geen bron van data oor metakognisie kan afdoende wees, of alle antwoorde verstrek nie (Ginsburg, Kossan, Schwartz & Swanson, 1983). In hierdie sin is navorsing oor die "denke oor die denke" onafgehandelde werk (*work-in-progress*). Soos in die geval van aksienavorsing, kan 'n navorser immers slegs na afhandeling van 'n bepaalde fase reflekteer op die toepaslikheid van stappe wat uitgevoer is en van meetinstrumente wat ingeskakel is, asook moontlike riglyne vir verandering voorstel.

Die bydrae van die onderhawige studie is om aanbevelings te maak oor metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede wat in die toekoms nagevors kan word.

7.5 Aanbevelings vir toekomstige navorsing

In Suid-Afrika is nog relatief min navorsing in die Suid-Afrikaanse konteks oor metakognisie in wiskunde-onderrig en -leer gedoen en is min daarvoor gepubliseer. Die moontlikhede wat metakognitiewe vaardighede en strategieë vir verbetering van wiskunde-onderrig en -leer inhoud, is relatief onbekend by leerders en leerfasiliteerders in Suid-Afrika, want skoolkurrikula sluit nie die fasilitering (onderrig en leer) van metakognitiewe vaardighede en strategieë eksplisiet in nie. My bevindings suggereer egter dat die implementering van metakognisie en metakognitiewe strategieë in wiskunde-onderrig en -leer op nasionale provinsiale, skool- en tersiêre vlak aandag verdien.

Enkele moontlike aspekte van metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede waarvoor navorsing in die toekoms gedoen kan word en wat geïdentifiseer is, word vervolgens gelys:

- Navorsing oor die integrasie van die fasilitering (onderrig) van metakognisie en metakognitiewe strategieë by skoolkurrikula.
- Navorsing oor die ontwerp van leermateriaal (soos handboeke) wat metakognisie en metakognitiewe strategieë by leerarea-inhoude integreer en vereis (Die moontlike rol van korporatiewe besigheid kan in hierdie opsig nie geringgeskat word nie).
- Navorsing oor moontlike maniere om **indiens**-leerfasiliteerders op te lei om hul eie metakognitiewe vaardighede en strategieë optimaal te ontwikkel.
- Navorsing oor die opleiding van **voordiens**-leerfasiliteerders om hul eie metakognisie en metakognitiewe vaardighede en strategieë optimaal te ontwikkel.
- Navorsing oor die voorbereiding en opleiding van **voordiens**-wiskundeleerfasiliteerders om metakognisie en metakognitiewe vaardighede en strategieë geïntegreerd met leerarea-inhoude, met die oog op praktykstigting, te fasiliteer.

Vervolgens reflekteer ek op die etiese aspekte wat in dié onderhawige studie van toepassing is.

7.6 Etiese aspekte

Ek het onderneem om op die navorsingsvrae te fokus en op geen sodanige manier in te meng dat die integriteit van die data of die studie in geheel in gevaar gestel word nie. Ek het by die etiese aspekte wat in Hoofstuk 3 (3.11) gelys is, gehou.

In die lig van die onderwerp van my studie, wil ek nou kortliks metakognitief oor my eie handelswyse reflekteer.

7.7 Slotopmerking: Refleksie: metakognitiewe refleksie aangaande my eie handelswyse

Ek het die studie beplan, wetend dat ek slegs beperkte kennis het van myself as navorser, van die navorsingstaak en prosedures wat gevolg kan of behoort te word om die navorsing suksesvol af te handel. My passie en doelwit was om meer uit te vind van metakognisie en metakognitiewe strategieë en vaardighede by leerders, **indiens**- en **voordiens-leerfasiliteerders** tydens die leer en leerfasilitering van wiskunde.

Terwyl ek besig was met my navorsing, was dit nodig dat ek deurgaans my vordering en die prosedures wat gevolg is, monitor om seker te maak dat ek nog besig is om my gestelde doelwitte na te streef. Aanpassings is telkens gemaak, en dan is daar weer gemonitor soos ek gevorder het.

In hierdie gevorderde stadium van my studie, besef ek deeglik die beperkings van sowel my insig as navorser, as van die navorsingsprosedures wat ek ingeskakel het om hierdie navorsing uit te voer. Dit blyk boonop uit die literatuur dat daar geen eenstemmigheid bestaan oor die prosedures aan die hand waarvan metakognisie en metakognitiewe vaardighede 'ideaal' ondersoek behoort te word nie (Garofalo en Lester, 1985; Nisbett & Wilson, 1977; Nuthall & Alton-Lee, 1995). Vanselfsprekend is die prosedures wat ek gevolg het om fasette van die implementering en verwerwing van metakognisie in wiskunde klaskamers te ondersoek, nog 'n kwessie van onafgehandelde werk (*work-in-progress*) en daarom wil en durf ek nie oordrewe sterk afleidings uit my bevindings maak nie. My navorsingstrategie bevat in hierdie opsig die eerste stappe tot aksienavorsing en ek beoog om hierdie navorsing in die nabye toekoms voort te sit. Ek is nietemin van mening dat die implementering van sowel kwantitatiewe as kwalitatiewe prosedures in my studie noodsaaklik, maar ook insiggewend was. Dit sou egter 'n halwe waarheid bly, as ek nie melding van die volgende maak nie:

- die insig wat ek bekom het oor hoe wyd en diep en breed die potensiële impak van metakognisie in wiskunde klaskamers strek
- die moontlikhede wat metakognisie vir leer en leerfasilitering in wiskunde inhou
- die wyse waarop ek as mens en navorser gegroei het, by uitstek wat die verdieping van my eie metakognitiewe insigte betref
- die waarde wat hierdie studie vir my as akademikus en leerfasiliteerder in wiskunde op tersiêre vlak
- asook as lewenslange leerder het.

Die laaste gevoltrekking wat ek in hierdie stadium kan en wil maak, is dat ek ná afloop van my studie selfs meer oortuig is as voorheen dat metakognisie en metakognitiewe vaardighede in die suksesvolle leer en effektiewe leerfasilitering van wiskunde 'n uiters belangrike rol speel en dat hierdie faset direk in wiskunde klasse gefasiliteer behoort te word.

Ek laat dit aan die leser oor om met my saam te stem of van my te verskil. Wat ook al die geval is, my studie handel by uitstek oor metakognisie. Ek versoek die leser dus bo alles om metakognitief hiermee om te gaan.

Abt, C. 1987. *Serious games*. Washington, D.C.: University Press of America.

Alexander, J.M., Carr, M., & Schwanenflugel, P.J. 1995. Development of metacognition in gifted children: directions for future research. *Developmental Review*, 15: 1-37.

Alexander, P.A., Schallert, D.L., & Hare, V.C. 1991. Coming to terms: how researchers in learning and literacy talk about knowledge. *Review of Educational Research*, 61: 315-343.

Allen, B.R. 1991. *A study of metacognitive skill as influenced by expressive writing in college introductory algebra classes*. Unpublished doctoral dissertation, Louisiana: Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.

Anderson, B.L. 1990. Minorities and mathematics: The new frontier and challenge of the nineties. *Journal of Negro Education*, 59(3): 260-272.

Anderson, J.R. 1990. *Cognitive psychology and its implications*. 3rd ed. New York: Freeman.

Anderson, N.J. 2002. *The role of metacognition in second language teaching and learning*. ERIC Digest [Web:] <http://www.ericdigests.org/2003-1/role.htm> [Datum van gebruik: 11 Apr. 2005].

Artzt, A., & Armour-Thomas, E. 1992. Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2): 137-175.

Artzt, A.F. 1990. Cooperative learning. *Mathematics Teacher*, 83: 448-452.

Artzt, A.F., & Armour-Thomas, E. 2001. Mathematics teaching as problem solving: a framework for studying teacher metacognition underlying instructional practice in mathematics. (In: Hartman, H.J. (Ed.). 2001. *Metacognition in learning and instruction*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.)

Atkinson, R.C., & Shiffrin, R.M. 1971. The control of short-term memory. *Scientific American*, 255: 82-90.

Baird, J.R. 1991. Individual and group reflection as a basis for teacher development. (In: Hughes, P. (Ed.). *Teachers' professional development*. Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.)

Baird, J.R. 1998. Promoting willingness and ability to learn: A focus on ignorance. *Reflect*, 4(1): 21-26.

Baker, L. 1982. An evaluation of the role of metacognitive deficits in learning disabilities. *Topics in Learning and Learning Disabilities*, April 1982: 27-35.

- Baker, L. 1991. Metacognition, reading, and science education. (In: Santa, C., & Alvermann, D. (Eds.). *Science learning: processes and applications*. Newark, Delaware: International Reading Association.)
- Baker, L., & Cerro, L.C. 2000. Assessing metacognition in children and adults. (In: Schraw, G., & Impara, J.C. (Eds.). *Issues in the measurement of metacognition*. Lincoln NE: University of Nebraska.)
- Bandura, A. 1986. *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. 1997. *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: Freeman.
- Barr, R.B., & Tagg, J. 1995. *From teaching to learning: a new paradigm for undergraduate education*. [Web:] <http://critical.tamucc.edu/~blalock/readings/tch2learn.htm> [Datum van gebruik: 26 Aug. 2003].
- Baylor, A.L. 2002. Expanding preservice teachers' awareness of instructional planning through pedagogical agents. *Educational Technology Research and Development*, 50(2): 5-22.
- Bernstein, A. 2004. *Number crunch for SA. Finance*. [Web:] http://www.finance24.com/Finance/Economy/0,,1518-25_1617659,00.html [Datum gebruik: 8 Nov. 2004].
- Beyer, B.K. 1987. *Practical strategies for the teaching of thinking*. Boston: Allyn & Bacon.
- Biggs, J. 1996. Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32: 347-364.
- 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., & Moore, P.J. 1993. *The process of learning*. Sydney: Prentice-Hall.
- Biryukov, P. s.a. *Metacognitive aspects of solving combinatorics problems*. (Kaye College of Education, Beer-Sheva, Israel).
- Black, P., & William, D. 1998. *Inside the black box: raising standards through classroom assessment*. [Web:] <http://www.pdkintl.org/kappan/kbla9810.htm> [Datum van gebruik: 20 Jan. 2003].
- Blakey, E., & Spence, S. 1990. *Developing metacognition*. [Web:] http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed327218.html [Datum van gebruik: 16 April 2002].
- Bonds, C.W., Bonds, L.G., & Peach, W. 1992. Metacognition: developing independence in learning. *Clearing House*, Sep/Oct. 1992, 66(1): 56-59.

- Borasi, R. (1996). *Reconceiving mathematics instruction: a focus on errors*. Norwood, NJ: Ablex.
- Borchardt, D. 1984. *Think tank theatre: decision-making applied*. Lanham, MD: University Press of America.
- Borg, W.R., & Gall, M.D. 1979. *Educational research: an introduction*. 3rd ed. New York: Longman.
- Borko, H., & Livingston, C. 1989. Cognition and improvisation: differences in mathematics instruction by expert and novice teachers. *American Educational Research Journal*, 26(4): 473-498.
- Borkowski, J., Carr, M., Rellinger, E., & Pressley, M. 1990. Self-regulated cognition: interdependence of metacognition, attributions, and self-esteem. (In: Jones, B.F., & Idol, L. (Eds.). *Dimensions of thinking and cognitive instruction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.)
- Borkowski, J.G. 1996. Metacognition: theory or chapter heading? *Learning and Individual Differences*. 8(4): [Web:] <http://web30.epnet.com/citation.asp?tb=1&> [Datum van gebruik: 11 Apr. 2005].
- Borkowski, J.G. 2001. Metacognitive theory: a framework for teaching literacy, writing and math skills. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4): 253-257.
- Borkowski, J.G., Estrada, M.T., Milstead, M., & Hale, C.A. 1989. General problem solving skills: relations between metacognition and strategic processing. *Learning Disability Quarterly*, 12: 57-70.
- Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (Eds.). 1985. *Reflection: turning experience into learning*. New York: Nichols.
- Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R.R. 1999. *Metacognition*. [Web:] www.nifl.gov/lincs/collections/eff/eff_glossary.html [Datum van gebruik: 24 Feb. 2005].
- Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R.R. 2003. *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Expanded ed. Washington, DC: National Academy Press.
- Brown, A.L. 1978. Knowing when, where and how to remember: a problem of metacognition. (In: Glaser, R. (Ed.). *Advances in Instructional Psychology*, Vol. 1. Hillsdale, NJ: Erlbaum.)
- Brown, A.L. 1980. Metacognitive development of reading. (In: Spiro, R.J., Bruce, B.C., & Brewer, W.F. (Eds.). *Theoretical issues in reading comprehension: perspectives from cognitive psychology, linguistics, artificial intelligence, and education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.)
- Brown, A.L. 1987. Metacognition, executive control, self-regulation and other mysterious mechanisms. (In: Weinert, F.E., & Kluwe, R.H. (Eds.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.)

- Brown, A.L., & Palinscar, A.S. 1982. *Inducing strategic learning from texts by means of informed, self-control training* (Technical Report No. 262, pp. 1-48.) Champaign, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Brown, A.L., Bransford, J.D., Ferrara, R.A., & Campione, J.C. 1983. Learning, remembering, and understanding. (In: Flavell, J.H., & Markman, E.M. (Eds.). Mussen, P.H. (Series Ed.). *Handbook of child psychology: Vol. 3. Cognitive development*. New York: Wiley.)
- Brown, C.A., & Baird, J. 1993. Inside the teacher: knowledge, beliefs, and attitudes. (In: Wilson, P.S. (Ed.). *Research ideas for the classroom: high school mathematics*. New York: Macmillan.)
- Bruner, J.S. 1961. The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31: 21-32.
- Bruner, J.S. 1964. The course of cognitive growth. *American Psychologist*, 19: 1-15.
- Bruner, J.S. 1966. *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruning, R.H., Schraw, G.J., & Ronning, R.R. 1995. *Cognitive psychology and instruction*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Burden, 1999. Inclusion as an educational approach in assisting people with disabilities. *Educare*, 24(2): 44-56.
- Burgess, R.G. 1985. *Strategies of educational research – qualitative methods*. Sussex: The Falmer Press.
- Butterfield, E.C., & Belmont, J.M. 1977. Assessing and improving the executive cognitive functions of mentally retarded people. (In: Bialer, I., & Sternlicht, M. (Eds.). *Psychological issues in mental retardation*. New York: Psychological Dimensions.)
- Bybel. 1983. Die Bybel: nuwe vertaling. Kaapstad: Bybelgenootskap van Suid-Afrika.
- Byrnes, J.P. 1996. *Cognitive development and learning in instructional contexts*. Boston: Allyn & Bacon.
- Campione, J.C., Brown, A.L., & Connell, M.L. 1989. *Metacognition: on the importance of understanding what you are doing*. (In: Charles, R.I., & Silver, E.A. (Eds.). *The teaching and assessing of mathematical problem solving*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.)
- Cardelle-Elawer, M. 1990. Feedback tailored to students' individual needs in mathematics word problems. *Elementary School Journal*, 91(2): 165-175.
- Cardelle-Elawer, M. 1995. Effects of metacognitive instruction on low achievers in mathematics problems. *Teaching and Teacher Education*, 11(1): 81-95.

- Carpenter, T.P. 1989. Teaching as problem solving. (In: Charles, R., & Silver, (Eds.). *The teaching and assessing of mathematical problem solving*. Reston, VA: NCTM.)
- Carr, M., Alexander, J., & Folds-Bennett, T. 1994. Metacognition and mathematics strategy use. *Applied Cognitive Psychology*, 8: 583-595.
- Carr, M., & Biddlecomb, B. 1998. Metacognition in mathematics: from a constructivist perspective. (In: Hacker, D.J., Dunlosky, J., & Graeser, A.C. (Eds.). *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, NJ: Erlbaum.)
- Cavanaugh, J.C., & Perlmutter. 1982. Metamemory: a critical evaluation. *Child Development*, 53: 11-28.
- Chase, W.G., & Simon, H.A. 1973. Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 1: 33-81.
- Chi, M., de Leeuw, N., Chiu, M.H., & Lavancher, C. 1994. Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18: 439-477.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. 1981. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5: 121-152.
- Christensen, C.R., & Hansen, A.J. *Teaching and the case method*. Boston, Mass.: Harvard Business School.
- Clark, C.M., & Peterson, P.L. 1986. Teachers' thought processes. (In: Wittrock, M.C. (Ed.). *Handbook of research on teaching*. 3rd ed. New York: Macmillan.)
- Cobb, P. 1994. *Theories of mathematical learning and constructivism: a personal view*. Paper presented at the Symposium on Trends and Perspectives in Mathematics Education. Institute for Mathematics, University of Klagenfurt, Austria.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., Nicholls, J., Wheatley, G., Trigatti, B., & Perlit, M. 1991. Assessment of a problem-centered second grade mathematics project, *Journal for Research in Mathematics Education*, 22: 3-29.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., & Perlit, M. 1992. A follow-up assessment of a second-grade problem centred mathematics project. *Educational Studies in Mathematics*, 23(5): 483-504.
- Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. 1991. Curriculum and teacher development: psychological and antropological perspectives. (In: Fennema, E, Carpenter, T., & Lamon, S.J. (Eds.). *Integrating research on teaching and learning mathematics*. Albany, NY: State University of New York Press.)
- Cockcroft, W.H. (Ed.). 1982. *Mathematics Counts*. Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools, London: Her Majesty's Stationery Office.

- Cohen, E. 1994. *Designing groupwork: strategies for the heterogeneous classroom*. 2nd ed. New York: Teachers College Press.
- Cohen, J. 1988. *Statistical power analysis for behavioural sciences*. 2nd ed. Hillside, NJ: Erlbaum.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2000. *Research methods in education*. 5th ed. London: Routledge.
- Commonwealth of Pennsylvania, Department of Education. 2002. Classroom assessment advisory group. Grade 4 through grade 8. *Learning to learn. Teacher self-assessment*. Chapter 3: 1 [Web:] www.org.ksra [Datum van gebruik: 23 Aug. 2003].
- Copeland, R.W. 1982. *Mathematics and the elementary teacher*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Corno, L. 1987. Teaching and self-regulated learning. (In: Berliner, D.C., & Rosenshine, B.V. (Eds.). *Talks to teachers*. New York: Random House.)
- Corno, L. 1993. The best-laid plans. Modern conceptions of volition and educational research. *Educational Researcher*, 22(2): 14-22.
- Cossey, R. 1997. *Mathematical communication: issues of access and equity*. Unpublished Ph.D. Stanford: Stanford University.
- Costa, A. (Ed.). 1985. Developing minds: A resource book for teaching thinking. *Association for curriculum and Supervision*. Arlington, VA, ED 262.
- Cotton, K. 1991. *Teaching thinking skills*. School Improvement Research Series (SIRS) NW Regional Educational Laboratory. [Web:] <http://www.nwrel.org/scpd/sirs/6/cu11.html> [Datum van gebruik: 9 Nov. 2004].
- Cowan, N. 1995. *Attention and memory: an integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- Creswell, J.D. 2003. *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. 2nd ed. California: Sage Publications.
- Cross, K.P., & Steadman, M.H. 1996. *Classroom research: implementing the scholarship of teaching*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Crowther, J. 1995. *Oxford advanced learner's dictionary*. 5th ed. London: Oxford University Press.
- Davidson, J.E., & Sternberg, R.J. 1998. Smart problem solving: how metacognition helps. (In: Hacker, D.J., Dunlosky, J., Graeser, A.C. (Eds). *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, NJ: Erlbaum.)

- Declos, V.R., & Harrington, C. 1991. Effects of strategy monitoring and proactive instruction on children's problem solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 80: 3542.
- De la Harpe, B., & Radloff, A. s.a. Do first year students reflect on their learning? Why they should and how they can. [Web:] <http://www2.auckland.ac.nz/cpd/HERDSA/HTML/TchLearn/delaHarpe.HTM> [Datum van gebruik: 4 Jun. 2005].
- DeGroot, A.D. 1965. *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton.
- DeGroot, A.D. 1969. *Methodology: Foundations of inference and research in the behavioral sciences*. New York: Mouton.
- De Vries, A. 2004. SA matrieks is 'dié swakste' in wiskunde. Net-Rapport: 6 Nov 2004.[Web:] <http://www.news24.com/Rapport/Nuus/0,,752-795-1617136,00.html> [Datum van gebruik: 8 Nov. 2004].
- Denzin, N.K., & Lincoln, Y.S. 1998. *The landscape of qualitative research: Theories and issues*. California: Sage Publishers.
- Department of Education. 1995. *White paper on education and training*. [Web:] <http://www.gov.za/whitepaper/1995/education1.htm> [Datum van gebruik: 17 Nov. 2003].
- Department of Education. 1996. National Education Policy Act, 27 of 1996. 2003. *Policy handbook for educators*. Universal Print Group.
- Departement van Onderwys. 2002. Hersiene Nasionale Kurrikulum-verklaring Graad R-9 (Skole) Wiskunde.
- Desoete, A., Roeyers, H., & Buysse, A. 2001. Metacognition and mathematical problem solving in grade 3. *Journal of Learning Disabilities*, 34(5) September/October 2001: 435-449.
- De Vos, A.S. (Ed.). 1998. *Research at grass roots*. Pretoria: Van Schaik.
- Dewey, J. 1933. *How we think: a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: Heath.
- Dishon, D., & O'Leary, P. 1984. *A guidebook for co-operative learning: a technique for creating more effective schools*. Holmes Beach, FL: Learning Publications.
- Doolittle. 1999. Constructivist Pedagogy. [Web:] <http://edpsychserver.ed.vt.edu/workshops/tohe1999/pedagogy.html> [Datum van gebruik: 20 Sep. 2004].
- Draper, S. 2005. *The Hawthorne effect and other expectancy effects: a note*. [Web:] <http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/hawth.html> [Datum van gebruik: 21 Sept. 2005].

- Driscoll, M.P. 2000. *Psychology of learning for instruction*. Boston: Allyn & Bacon.
- Driver, R., & Erickson, G. 1983. *The discussion method: The psychology of teaching methods*. N.S.S.S. 75 Yearbook. Chicago: University of Chicago Press.
- Driver, R., & Oldham, V. 1986. A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13: 105-122.
- Du Plooy, G.M. 1995. *Introduction to communication: communication research*. Kenwyn: Juta.
- Dweck, C.S., & Legget, E.S. 1988. A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 2E: 256-273.
- Education Labour Relations Council. 2003. (In: *Policy handbook for educators*. Chris Brunton Associates (Ed.). Suid-Afrika: Universal Print Group.)
- Eggen, P. & Kauchak, D. 1997. *Educational psychology: windows on classrooms*. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Ellis, S.M., & Steyn, H.S. 2003. Practical significance (effect sizes) versus or in combination with statistical significance (p-values). *Management Dynamics*, 12(4): 51-53.
- English, L.D. (Ed.). 1997. *Mathematical reasoning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ennis, R.H. 1987. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. (In: Baron, J.B., & Sternberg, R.J. (Eds.). *Teaching thinking skills: theory and practice*. New York: Freeman.)
- Ericsson, K., & Simon, H. 1980. Verbal reports as data. *Psychological Review*, 87(3): 215-251.
- Ernest, P. 1988, July. The impact of beliefs on the teaching of mathematics. Paper prepared for ICME VI, Budapest, Hungary.
- Ernest, P. 1996. Varieties of constructivism: a framework for comparison. (In: Steffe, L.P., Neshier, P., Cobb, P., Goldin, G.A., & Greer, B. (Eds). *Theories of mathematical learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.)
- Ertmer, P.A., & Newby, T.J. 1993. Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 6(4): 50-72.
- Ertmer, P.A., & Newby, T.J. 1996. The expert learner: strategic, self-regulated and reflective. *Instructional Science*, 24: 1-24.
- Farquhar, C., & Das, R. 1999. Are focus groups suitable for "sensitive" topics? (In: Barbour, S., & Kitzinger, J. *Developing focus group research: politics, theory and practice*. London: Sage.)

- Feil, P., & Gatti, J. 1993. Validation of a motor skills performance theory with applications for dental education. *Journal of Dental Education*, 57(8): 628-633.
- Fennema, E., Carpenter, T.P., & Peterson, P.L. 1989. Teachers' decision making and cognitively guided instruction: a new paradigm for curriculum development. (In: Ellerton, N.F., & Clements M.A. (Eds.). *School mathematics: the challenge to change*. Geelong: Deakin.)
- Fennema, E., & Franke, M.L. 1992. Teachers' knowledge and its impact. (In: Grouws, D. (Ed.). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.)
- Fennema, E., Sowder, J., & Carpenter, T.P. 1999. Creating classrooms that promote understanding. (In: Fennema, E., & Romberg, T.A. (Eds.). *Mathematics classrooms that promote understanding*. Mahwah, NJ: Erlbaum.)
- Flavell, J.H. 1971. First discussant's comments: what is memory development the development of? *Human Development*, 14: 272-278.
- Flavell, J.H. 1976. Metacognitive aspects of problem solving. (In: Resnick, L.B. (Ed.). *The nature of intelligence*. Hillside, NJ: Erlbaum.)
- Flavell, J.H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-development inquiry. *American Psychologist*, 34: 906-911.
- Forsten, C. 1992. *Teaching thinking and problem solving in math*. New York: Scholastic Professional Books.
- Fortunato, I., Hecht, D., Tittle, C.K., & Alvarez, L. 1991. Metacognition and problem solving. *Arithmetic Teacher*, 39(4): 38-40.
- Gallow, D. s.a. *What is Problem-Based Learning?* [Web:] <http://www.pbl.uci.edu/whatispbl.html> [Datum van gebruik: 27 Okt. 2005].
- Garner, R. 1987. *Metacognition and reading comprehension*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Garofalo, J., & Lester, F. 1985. Metacognition, cognitive monitoring and mathematical performance. *Journal of Research in Mathematics Education*, 16: 163-175.
- Gavalek, J.R., & Raphael, T.E. 1985. Metacognition, instruction and the role of questioning activities. (In: Forrest-Pressley, D.L., MacKinnon, G.E., & Waller, T.G. (Eds.). *Metacognition, cognition and human performance*. Orlando, FL: Academic Press.)
- Gay, G. s.a. *The nature of metacognition*. [Web:] http://www.ldrc.ca/contents/view_article/146/ [Datum van gebruik: 11 Mrt. 2005].

Ginsburg, H., Kossan, N., Schwartz, R., & Swanson, D. 1983. Protocol methods in research on mathematical thinking. (In: Ginsburg, H. *The development of mathematical thinking*. New York: Academic Press.)

Good, R.G., Wandersee, J.H., & St. Julien, J. 1993. Cautionary notes on the appeal of the new "ism" (constructivism) in science education. (In: Tobi, T. (Ed.). *The practice of constructivism in science education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.)

Goos, M., Galbraith, P., & Renshaw, P. s.a. A money problem: a source of insight into problem solving action. The University of Queensland.

Goos, M., & Galbraith, P. 1996. Do it this way! Metacognitive strategies in collaborative mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 30: 229-260.

Gourgey, A. 2001. Metacognition in basic skill instruction. (In: Hartman, H.(Ed.). *Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.)

Gove, P.B. (Ed.). 1976. *Webster's third new international dictionary of the english language unabridged*. Massachusetts: G. & C. Merriam Company.

Greeff, M. 2002. Information collection: interviewing. (In: De Vos, A.S. (Ed.). *Research at grass roots: for the social sciences and human service professions*. 2nd ed. Pretoria: Van Schaik.)

Greeno, J., Collins, A., & Resnick, L. 1996. Cognition and learning. (In: Berliner, D.C., & Calfee, R.C. (Eds.). *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan.)

Greening, T. 1998. *Scaffolding for success in problem-based learning*. [Web:] <http://www.med-ed-online.org/f0000012.htm> [Datum van gebruik: 27 Okt. 2005].

Grossnickle, F.E., Reckzeh, J., Perry, L.M., & Ganoë, N.S. 1983. *Discovering meanings in elementary school mathematics*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Guba, E.G., & Lincoln, Y.S. 1994. Competing paradigms in qualitative research. (In: Denzin, N., & Lincoln, Y. (Eds.). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage.)

Hacker, D.J. Definitions and empirical foundations. [Web:] <http://www.psyc.memphis.edu/trg/meta.htm> [Datum van gebruik: 24 Feb. 2005].

Hacker, D.J., Dunlosky, J., & Graesser, A.C. (Eds.). 1998. *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hammersley, M., & Atkinson, P. 1983. *Ethnography: principles in practice*. London: Tavistock.

- Hartman, H.J. 1998. Metacognition in teaching and learning: an introduction. *Instructional Science. International Journal of Learning and Cognition*, 26: 1-3.
- Hartman, H.J. 2001a. Developing students' metacognitive knowledge and skills. (In: Hartman, H.J. (Ed.). *Metacognition in learning and instruction. Theory, research and practice*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.)
- Hartman, H.J. 2001b. Teaching metacognitively. (In: Hartman, H.J. (Ed.). *Metacognition in learning and instruction*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.)
- Hatano, G. 1996. A conception of knowledge acquisition and its implications for mathematics education. (In: L. W. Steffe & P. Nesher (Eds.). *Theories of mathematical learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.)
- Haynes, F. 1997. Teaching to think. *The Australian Journal of Teacher Education*, 22(1): 1-12.
- Henderson, J.G. 1996. *Reflective teaching: the study of your constructivist practices*. 2nd ed. Columbus, OH: Merrill, an imprint of Prentice Hall.
- Hiebert, J. (Ed.). 1986. *Conceptual knowledge and procedural knowledge: the case of mathematics*. Hillside, NJ: Erlbaum.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A., & Wearne, D. 1997. Making mathematics problematic: a rejoinder to Prawat and Smith. *Educational Researcher*. 26(2): 24-26.
- Howe, R.W., & Warren, C.R. 1989. *Teaching critical thinking through environmental education*. ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education Columbus OH.
- Howie, S.J. 1999. *Third International Mathematics and Science Study Repeat. Executive Summary*. [Web:] <http://www.hsrc.ac.za> [Datum van gebruik: 15 Nov. 2003].
- Howie, S.J. 2000. *International study finds South African conditions not conducive to the learning of mathematics and science*. Media release. [Web:] <http://www.hsrc.ac.za> [Datum van gebruik: 15 Nov. 2003].
- Howson, G. 1991. *National curricula in mathematics*. Southampton: University of Southampton.
- Hutchinson, S., & Wilson, H. 1994. Research and therapeutic interviews: a poststructural perspective. (In: Morse, J.M. 1994. *Critical issues in qualitative research methods*. California: Sage Publications.)
- Indiana University. Campus Instructional Consulting. 2004. *How do you define good teaching?* [Web:] <http://www.iub.edu/~teaching/dear51.shtml> [Datum van gebruik: 24 Feb. 2005].

- Inhelder, B., & Piaget, J. 1958. *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books.
- Jackson, P.W. 1968. *Life in classrooms*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Jacobs, J.E., & Paris, S.G. 1987. Children's metacognition about reading: issues in definition, measurement and instruction. *Educational Psychologist*, 22: 255-278.
- Janse van Rensburg, J.J. 2005. Verduideliking rakende die oorsprong in Grieks van die begrip "metakognisie". Potchefstroom. [Datum van e-pos: 25 Apr. 2005].
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. 1989. *Cooperation and competition: theory and research*. Edina, MN: Interaction Book Company.
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. 1993. Implementing co-operative learning. *Education Digest*, 58(8): 62-67.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Johnson-Holubec, E. 1993. *Co-operation in the classroom*. 6th ed. Edina, MN: Interaction Book Company.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Smith, K.A. 1991. *Cooperative learning: increasing college faculty instructional productivity*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4. Washington, D.C.: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Jonassen, D.H. 1981. *What are cognitive tools?* [Web:] <http://www.cs.umu.se/kurser/TDBC12/HT99/Jonassen.html> [Datum van gebruik: 17 Apr. 2005].
- Jones, C.J., Bell, S., & Saddler, C. 1991. Helping high school students improve their academic skills: a necessary role for teachers. *High School Journal*, 74: 198-202.
- Kagan, D.M. 1992. Implications of research on teacher belief. *Educational Psychologist*, 27(1): 65-90.
- Kawaka, T., Stigler, J., & Hiebert, J. 1999. Studying mathematics classrooms in Germany, Japan and the United States: Lessons from TIMSS Videotape Study. (In: Kaiser, G., Luna, E., & Huntley, I. (Eds.). *International comparisons in mathematics education*. London: Falmer Press.)
- Keating, D. 1988. *Adolescents' ability to engage in critical thinking*. National center for effective secondary schools, Madison, WI, November, 1988. ED 307 508.
- Killen, R. s.a. Outcomes-based education: principles and possibilities. [Web:] http://www.acei.org.au/affiliates/nsw/conference01/ts_1.html [Datum van gebruik: 9 Aug. 2005].
- King, A. 1991. Effects of training in strategic questioning on children's problem-solving performance. *Journal of Educational Psychology*, 83: 307-317.

- King, A. 1993. From sage on the stage to guide on the side. *College Teaching*, 41:30-35.
- Kluwe, R.H. 1982. Cognitive knowledge and executive control: metacognition. (In: Griffin, D.R. (Ed.). *Animal mind - human mind*. New York: Springer-Verlag.)
- Kluwe, R.H. 1987. Executive decisions and regulation of problem solving. (In: Weinert, F., & Kluwe, R. (Eds.). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillside, NJ: Erlbaum.)
- Koutselini, M. 1991. *Child development and school reality*. Nicosia: Pedagogical Institute of Cyprus.
- Koutselini, M. 1995. Metacognition: conceptual instruction, *Nea Pedia*, 74: 48-56.
- Kramarski, B., & Mevarech, Z.R. 1997. Cognitive-metacognitive training within a problem-solving based LOGO environment. *British Journal of Educational Psychology*, 67: 425-445.
- Kritzinger, M.S.B., Labuschagne, F.J., & Pienaar, P. de V. 1972. *Verklarende Afrikaanse woordeboek*. 6de uitgawe. Pretoria: Van Schaik.
- Krueger, S.R. 1986. Comprehension monitoring among community college developmental readers: the importance of prior knowledge (doctoral dissertation, Arizona State University). *Dissertation Abstracts International*, 47, 2524A.
- Kuhn, D., Schauble, L., & Garcia-Mila, M. 1992. Cross-domain development of scientific reasoning. *Cognitive Instruction*, 9: 285-327.
- Landsberger, J. 2004. Learning to learn. [Web:] <http://www.studygs.net/metacognition.htm> [Datum van gebruik: 24 Feb. 2005].
- Lappan, G.T. 1998. *Pedagogical implications for problem-centered teaching*. [Web:] http://books.nap.edu/html/hs_math/ch13.html [Datum van gebruik: 27 Okt. 2005].
- Lather, P. 1986. Research on praxis. *Harvard Educational Review*, 56(3): 257-277.
- 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.)
- Leedy, P.D., & Ormrod, J.E. 2001. *Practical research: planning and design*. 7th ed. NJ: Merrill Prentice Hall.
- Leinhardt, G. 1989. Math lessons: a contrast of novice and expert competence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(1): 52-75.

- Leinhardt, G., Putnam, R.T., Stein M.K. & Baxter, J.J. 1991. Where subject knowledge matters. (In: Brophy, J.E. (Ed.). *Advances in research on teaching: teachers' subject matter knowledge and classroom instruction*. Volume 2. Greenwich, CT: JAI Press.)
- Lester, F.K. 1994. Musings about mathematical problem-solving research: 1970-1994. *Journal of Research in Mathematics Education*, 25: 660-675. NCTM.
- Lester, F.K., Masingila, J.O., Mau, S.T., Lambdin, D.V., dos Santos, V.M. & Raymond, A.M. 1994. Learning how to teach via problem solving. (In: Aichele, D. & Coxford, A. (Eds.). Reston, Virginia: NCTM.).
- Liebeck, P. 1984. *How children learn mathematics*. Middlesex: Penguin Books.
- Livingston, C., & Borko, H. 1990. High school mathematics review lessons: expert-novice distinction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21: 372-387.
- Livingston, J.A. 1996. *Metacognition: an overview*. [Web:] <http://www.gse.buffalo.edu/fas/shuell/cep564/Metacog.htm> [Datum van gebruik: 16 Apr. 2002].
- Lorch, R.F., Lorch, E.P., & Klusewitz, M.A. 1993. College students' conditional knowledge about reading. *Educational Psychology*, 79: 35-40.
- Louw, D.A., & Edwards, D.J.A. 2003. *Sielkunde. 'n Inleiding vir studente in Suider-Afrika*. 2de uitgawe. Johannesburg: Heinemann.
- Louw, D.A., Van Ede, D.M., Louw, A.E., Botha, A., Ferns, I., Gerdes, L.C., Meyer, W.F., Raubenheimer, J.R., Schoeman, W.J., Thom, D.P., & Wait, J.W. van S. 1998. *Menslike ontwikkeling*. 3de uitgawe. Kaapstad: Kagiso Tersiër.
- Lucangeli, D., & Cornoldi, C. 1997. Mathematics and metacognition: what is the nature of the relationship? *Mathematical Cognition*, 3: 121-139.
- Lucangeli, D., Coi, G., & Bosco, P. 1997. Metacognitive awareness in good and poor math problem solvers. *Learning Disabilities Research and Practice*, 12(4): 209-212.
- Lucangeli, D., Cornoldi, C., & Tessari, F. 1991. Children with learning disorders in reading and math: common and specific aspects of cognitive deficit and metacognitive knowledge. *Psichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza*, 58: 629-642.
- Madriz, E. 2000. Focus groups in feminist research. (In: Denzin, N.K., & Lincoln, Y.S. (Eds.). *Handbook of qualitative research*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.)
- Manning, B.H., White, C.S., & Daugherty, M. 1994. Young children's private speech as a precursor to metacognitive strategy use during task engagement. *Discourse Processes*, 17: 191-211.

- 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. 1997. *The development and evaluation of a study questionnaire in mathematics*. Pretoria: University of Pretoria (Unpublished Ph.D. thesis).
- Maree, J.G. 2005a. *Ontrafel wiskunde*. LAPA uitgewers: Pretoria.
- Maree, J.G. 2005b. Inligting verskaf aan M.S. van der Walt tydens 'n persoonlike gesprek gedurende (27) September, 2005.
- Maree, J.G., & Crafford, G. 2005. 'n Ondersoek na fasette van leerders in 'n privaat skool se studie oriëntasie en die verband daarvan met wiskundeprestasie. *SA Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie/SA Journal of Natural Science and Technology*, 24(3): 84-92.
- Maree, J.G., Pretorius, A., & Eiselen, R.J. 2003. Predicting success among first-year engineering students at the Rand Afrikaans University. *Psychological Reports*, 93: 399-409.
- Mathebula, M.J. 1995. *An analysis of the determinants of the self-regulated learning abilities of students from an environmentally-deprived community*. Potchefstroom: Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys. (Ongepubliseerde thesis Ph.D.).
- Maxwell, J.A. 1992. Understanding and validity in qualitative research. *Harvard Educational Review*, 62(3): 279-298.
- Maxwell, J.A. 1996. *Qualitative research design*. Thousand Oakes, California: Sage Publications.
- McCracken, G. 1988. *The long interview*. London: Sage Publications.
- McKoon, G., & Ratcliff, R. 1992. Inference during reading. *Psychological Review*, 99: 440-466.
- McClain, K., & Cobb, P. 2001. An analysis of development of sociomathematical norms in one first-grade classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32: 236-266.
- McCutcheon, G. 1992. Facilitating teacher personal theorizing. (In: Ross, E.W., Cornett, J.W., & McCutcheon, G. (Eds.). *Teacher personal theorizing: connecting curriculum practice, theory, and research*. Albany, NY: State University of New York Press.)
- McKeachie, W.J., Pintrich, P.R., Lin, Y., & Smith, D.A.F. 1986. *Teaching and learning in college classroom. A review of the research literature*. (Technical report No. 86-B-001.0) National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning, University of Michigan.
- McMillan, J.H., & Schumacher, S. 2001. *Research in education: A conceptual introduction*. 5th ed. New York: Addison-Wesley Longman.

- Meichenbaum, D., Burland, B., Gruson, L., & Cameron, R. 1985. Metacognitive assessment. (In: Yussen, S (Ed.). *The growth of reflection in children*. London: Academic Press.)
- Meloth, M.S., & Deering, P.D. 1994. Task talk and task awareness under different cooperative learning conditions. *American Educational Research Journal*, 31: 138-165.
- Meyer, W.F., Moore, C., & Viljoen, H. 1988. *Persoonlikheidsteorieë. Van Freud tot Frankl*. Johannesburg: Lexicon.
- Montague, M., & Warger, C. 2000. Solve it! Strategy instruction to improve mathematical problem solving. *Learning Disabilities Research and Practice*, 15(2): 110-116.
- Morgan, D.L. 1997. *Focus groups as qualitative research*. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Morgan, D.L. 1998. *The focus group guide-book*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Morgan, D.L., & Krueger, R.A. 1998. *The focus group kit*. Vol. 1-6. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mouton, J., & Marais, H.C. 1990. *Metodologie van die geesteswetenskappe: basiese begrippe*. Pretoria: RGN Uitgewers.
- Mrazek, R., & Cantrell, D. 1999. *Alternative paradigms in environmental education research. Monographs in environmental education and environmental studies*. Volume VII North American Association for Environmental Education (NAAEE) Ohio.
- Munro, J. 1993. *Strategy training and mathematics learning disabilities*. Proceedings of the Sixteenth Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Brisbane, Queensland, MERGA.
- Narode, R. 1989. *A constructivist program for college remedial mathematics at the University of Massachusetts, Amherst* (Report No. SE-050-830). Amherst, MA: University of Massachusetts, Scientific Reasoning Research Institute. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 309 988).
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). 1980. *An Agenda for Action: recommendations for school mathematics of the 1980s*. Reston, Virginia: NCTM.
- NCTM. (National Council of Teachers of Mathematics). 1989. *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- NCTM. (National Council of Teachers of Mathematics). 2000. *Principles and standards for school mathematics. Problem solving*. [Web:] <http://standards.nctm.org/document/chapter3/prob.htm> [Datum van gebruik: 16 Apr. 2002].
- Nelson, T.O., & Narens, L. 1994. Why investigate metacognition? (In: Metcalfe & Shimamura. (Eds.). *Metacognition*. Cambridge: MIT Press.)

Neuman, L.W. 2000. *Social research methods. Qualitative and quantitative approaches*. 4th ed. New York: Allyn & Bacon.

New Zealand Curriculum Framework. s.a. What is Problem Solving? [Web:] <http://www.nzmaths.co.nz/PS/Info/WhatIsPS.htm> [Datum van gebruik: 3 Apr. 2005].

Ngeow, K., & Kong, Y-S. 2001. *Learning to learn: Preparing teachers and students for problem-based learning*. Eric Digest. [Web:] <http://www.ericdigests.org/2002-2/problem.htm> [Datum van gebruik: 11 Apr. 2005].

Nisbett, R., & Wilson, T. 1977. Telling more than we can know: verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84(3): 231-259.

NCREL. (North Central Regional Educational Laboratory). 2005. *What is Mathematics?* [Web:] <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/content/cntareas/math/ma3ques1.htm> [Datum van gebruik: 24 Feb. 2005].

Nuthall, G., & Alton-Lee, A. 1995. Assessing classroom learning: how students use their knowledge and experience to answer classroom achievement test questions in science and social studies. *American Educational Research Journal*, 32(1): 185-223.

Odendal, F.F., Schoonees, P.C., Swanepoel, C.J., Du Toit, S.J., & Booysen, C.M. 1985. *HAT: Verklarende Handwoordeboek van die Afrikaanse Taal*. Johannesburg: Perskor Uitgewery.

Onderwys. 2004. *Beeld*: 9 Nov. 2004. [Web:] http://www.news24.com/Beeld/Hoofartikels/0,,3-65_1618373,00.html [Datum van gebruik: 9 Nov. 2004].

Ormrod, J.E. 2003. *Educational psychology. Developing learners*. 4de uitgawe. Upper Saddle River, NJ: Merrill.

Pajares, F. 1992. Teacher's beliefs and educational research: cleaning up a messy concept. *Review in Educational Research*, 62: 307-332.

Panaoura, A., Philippou, G., & Christou, C. s.a. Young pupils' metacognitive ability in mathematics. *European research in mathematics education III*. (Department of Education, University of Cyprus, edrita@ucy.ac.cy).

Papaleontiou-Louca, E. 2003. The concept and instruction of metacognition. *Teacher Development*, 7(1): 9-29.

Paris, S.G., & Winograd, P. 1990. How metacognition can promote academic learning and instruction. (In: Jones, B.F., & Idol, L. (Eds.). *Dimensions of thinking and cognitive instruction*. Hillside, NJ: Erlbaum.)

- Patton, M.M.Q. 1990. *Qualitative evaluation and research methods*. Thousand Oakes, California: Sage.
- Peterson, P.L. 1988. Teachers' and students' cognitional knowledge for classroom teaching and learning. *Educational Researcher*, 17(5): 5-14.
- Piaget, J. 1976. Piaget's theory. (In: Inhelder, B., & Chipman, H. (Eds.). 1976. *Piaget and his school*. New York: Springer-Verlag.)
- Pintrich, P.R., & DeGroot, E.V. 1990. Motivation and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82: 33-40.
- Pintrich, P.R., Smith, D.A.F., & McKeachie, W.J. 1989. *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire*. Ann Arbor, Michigan: The University of Michigan.
- Polit, D.F., & Hungler, B.P. 1993. *Essentials of nursing research methods: appraisal and utilization*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott.
- Polya, G. 1954. *Mathematics & Plausible Reasoning, Vol. 1: Induction and analogy in mathematics*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Pressley, M., Borkowski, J.G., & Schneider, W. 1987. Cognitive strategies: good strategy users coordinate metacognition and knowledge. (In: Vasta, R., & Whitehurst, G. (Eds.). *Annals of Child Development (Volume 5)*. *Journal of Learning Disabilities*. 21: 401-416.)
- Pressley, M., VanEtten, S., Yokoi, L., Freebern, G., & VanMeter, P. 1998. The metacognition of college studentship: a grounded theory approach. (In: Hacker, D.J., Dunlosky, J., & Graesser, A.C. (Eds.). *Metacognition in theory and practice*. Mahwah, NJ: Erlbaum.)
- Pugalee, D.K. 2001. Writing, mathematics, and metacognition: Looking for connections through students' work in mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, 101(5): 236-245.
- Rademeyer, A. 2004. SA se 'prestasie' slegte nuus – DA. *Beeld*: 15 Des. 2004. [Web:] http://www.news24.com/Beeld/Suid-Afrika/0,,3-975_1636561,00.htm [Datum van gebruik: 18 Jan. 2005].
- Reisberg, D. 1997. *Cognition: exploring the science of the mind*. New York: Norton.
- Rens, J.A. 2005. *Riglyne vir waarde-opvoeding in Suid-Afrikaanse skole*. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit, Potchefstroom. (Ongepubliseerde thesis Ph.D.).
- Resnick, L.B. 1987. Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16: 13-20.
- RiCharde, S. s.a. *The learning thinking styles inventory*. [Web:] <http://admin.vmi.edu/ir/ltsi.htm> [Datum van gebruik 11 Mrt. 2005].

- Rivard, J.D. 1996. *Selected topics on technology, teaching and learning*. Needham Heights, MA: Simon & Schuster.
- Roh, K.H. 2003. *Problem-based learning in mathematics*. [Web:] <http://www.ericdigests.org/2004-3/math.html> [Datum van gebruik 27 Okt. 2005].
- SAS Institute., 2005. The SAS System for Windows Release 9.1 TS Level1M0 Copyright® 2002-2003 by SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Savoie, J.M., & Hughes, A.S. 1994 Problem-based learning as classroom solution. *Educational Leadership*, 52(3). EJ492 914.
- Schmitt, M.C., & Newby, T.J. 1986. Metacognition: relevance to instructional design. *Journal of Instructional Development*, 9(4): 29-33.
- Schneider, W., & Sodian, B. 1988. Metamemory-memory behavior relationships in young children: evidence from a memory for location task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 4: 209-233.
- Schoenfeld, A.H. 1983. Episodes and executive decisions in mathematical problem solving. (In: Lesh, R., & Landau, M. (Eds.). *Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York: Academic Press.)
- Schoenfeld, A.H. 1985a. *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press.
- Schoenfeld, A.H. 1985b. Metacognitive and epistemological issues in mathematical understanding. (In: Silver, E.A. (Ed.). *Teaching and learning mathematical problem solving: multiple research perspectives*. Hillsdale, NJ.: Erlbaum.)
- Schoenfeld, A.H. 1987. What's all the fuss about metacognition? (In: Schoenfeld, A.H. (Ed.). *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). Hillsdale, NJ: Erlbaum.)
- Schoenfeld, A.H. 1992. Learning to think mathematically: problem-solving, metacognition, and sense-making in mathematics. (In: Grouws, D. (Ed.). *Handbook on research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.)
- Schoenfeld, A.H. 1994. Reflections on doing and teaching mathematics. (In: Schoenfeld, A.H. (Ed.). *Mathematical thinking and problem solving*. NJ: Erlbaum.)
- Schon, D.A. 1983. *The reflective practitioner*. New York: Basic Books.
- Schon, D.A. 1987. *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schraw, G. 1994. The effect of metacognitive knowledge on local and global monitoring. *Contemporary Educational Psychology*, 19: 143-154.

- Schraw, G. 1998. Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26: 113-125.
- Schraw, G. 2001. Promoting general metacognitive awareness. (In: Hartman, H.J. (Eds.). *Metacognition in learning and instruction, theory, research and practice*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer.)
- Schraw, G., & Moshman, D. 1995. Metacognitive theories. *Educational Psychological Review*, 7(4): 351-371.
- Schulman, L.S. 1986. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15: 4-14.
- Schunk, D. 1991. Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist*, 26: 207-231.
- Schunk, D.H. 2000. *Learning theories. An educational perspective*. 3rd ed. Merrill, Englewood Cliffs: New Jersey.
- Schwartz, D.L., & Bransford, J.D. 1998. A time for telling. *Cognition and Instruction*, 16(4): 475-522.
- Scraw, G., & Dennison, R.S. 1994. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19: 460-475.
- Selman, R.L. 1980. *The growth of interpersonal understanding*. San Diego, CA: Academic Press.
- Shafir, U. 1995. Computer-based testing of reflective thinking: executive control of erroneous performance in 9 to 12 year old children. (In: Anzai, Y., Ogawa, K., & Mori, H. (Eds.). *Symbiosis of human and artifact*. New York: Elsevier Sciences B.V.)
- Shavelson, R.J. 1986. *Interactive decision making: some thoughts on teacher cognition*. Invited address, I. Congreso Internacional, "Pensamientos de los Profesores Y Toma de Decisiones". Seville, Spain.
- Shuell, T.J. 1986. Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, 56(4): 411-436.
- Shavelson, R.J., & Stern, P. 1981. Research on teachers' pedagogical thoughts, judgments, decisions and beliefs. *Review of Educational Research*, 51: 455-498.
- Silver, E.A. 1987. Foundations of cognitive theory and research for mathematics problem-solving instruction. (In: Schoenfeld, H.A. (Ed.). *Cognitive Science and Mathematics Education*. Hillside, NJ: Erlbaum.)
- Silver, E.A., Shapiro, L.J., & Deutsch, A. 1993. Sense making and the solution of division problems involving remainders: an examination of middle school students' solution processes and their interpretations of solutions. *Journal of Research in Mathematics Education*, 24: 117-135.

- Skinner, B.F. 1953. *Science and human behavior*. New York: Free Press.
- Slavin, R.E. 1996. Research on cooperative learning and achievement: what we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, 21: 43-69.
- Smit, G.J. 1995. *Research: guidelines for planning and documentation*. Halfway House: Southern Books.
- Smith, D. 1991. Educating the reflective practitioner in curriculum. *Curriculum*, 12 (2): 115-124.
- Smith, D., & Hatton, N. 1993. Reflection in teacher education: a study in progress. *Education Research and Perspectives*, The University of Western Australia, 20(1): 13-23.
- Smith, R.M. 1991. How people become effective learners. *Adult Learning*, 2(6): 11-13.
- Spady, W. 1994. *Outcome-based education: critical issues and answers*. Arlington, VA: American Association of School Administrators.
- Stacey, K. 1990. Making optimal use of mathematical knowledge. *Australian Journal of Remedial Education*, 22: 6-10.
- Stahl, R.J. 1992. A context for "higher order knowledge". An information-constructivist perspective with implications for curriculum and instruction. Part 1. *Journal for Structural Learning*, 11(3): 219-245.
- Stanovich, K.E. 1990. Concepts in developmental theories of reading skill: cognitive resources, automaticity, and modularity. *Developmental Review*, 10: 72-100.
- Steen, L.A. 1988. The science of patterns. *Science*, 240: 611-616.
- Sternberg, R. 1985. *Beyond I.Q.: A triarchic theory*. New York: Cambridge University Press.
- Stright, A.D., & Supplee, L.H. 2002. Children's self-regulatory behaviors during teacher-directed, seat-work, and small-group instructional contexts. *Journal of Educational Research*, 95(4): Mar/Apr 2002: 235-245.
- Swanson, H.L. 1990. Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82: 306-314.
- Swanson, R.A., & Holton, E.F. (Eds.). 1997. *Human resource development – research handbook, linking research and practice*. San Francisco: Berrett Koehler.
- Terblanche, H.J., & Odendaal, J.J. 1966. *Afrikaanse woordeboek: verklarend met woordafleidings*. Johannesburg: Afrikaanse Pers-Boekhandel.

- Terre Blanche, M., & Durrheim, K. 2002. *Research in practice: applied methods for the social sciences*. Cape Town: University of Cape Town Press.
- Thompson, D. (Ed.). 1995. *Concise Oxford dictionary*. 9th ed. New York: Oxford University Press.
- Tishman, S., Perkins, D., & Jay, E. 1995. *The thinking classroom*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Trends in International Mathematics and Science Study. 2003. [Web:] <http://nces.ed.gov/timss/TIMSS03Tables.asp> [Datum van gebruik: 22 Jan. 2005].
- Van der Walt, B.J. 1999. *Visie op die werklikheid – die bevrydende krag van 'n Christelike lewensbeskouing en filosofie*. Potchefstroom: IRS. (Instituut vir Reformatoriese Studie, Versamelwerke: Reeks F3).
- Venezky, R.L., & Bregar, W.S. 1988. Different levels of ability in solving mathematical word problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 7: 111-134.
- Verschaffel, L. 1999. Realistic mathematical modelling and problem solving in the upper elementary school: analyses and improvement. (In: Hamers, J.H.M., Van Luit, J.E.H., & Csapo, B. (Eds.). *Teaching and learning skills: contexts of learning*. Lisse, Netherlands: Swets & Zeitlinger.)
- Volmink, J.D. 1993. A different mathematics education for a different South Africa. *Pythagoras*, 31; 32-37.
- Von Glaserfeld, E. 1991. Constructivism in education. (In: Lewy, A. (Ed.). *The international encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon Press.)
- Von Glaserfeld, E. 1993. Questions and answers about radical constructivism. (In: Tobin, K. (Ed.). *The practice of constructivism in science education*. Hillside, NJ: Erlbaum.)
- Von Wright, J. 1992. Reflections on reflection, learning and instruction. *The Journal of the European Association for Research on Learning and Instruction*, 2(1): 59-68.
- Vygotsky, L.S. 1962. *Thought and language*. (In: Haufman, E., & Vakar, G. (Eds.). Cambridge, MA: MIT Press.)
- Vygotsky, L.S. 1978. *Mind in society: the development of higher psychological processes*. (In: Cole, M., John-Steiner, V., Scitmer, & Souberman, E. (Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.)
- Wagner, R., & Sternberg, R.J. 1984. Alternative conceptions of intelligence and their implications for education. *Review of Educational Research*, 54(2): 179-223.
- Webb, N. 1989. Peer interaction and learning in small groups. *International Journal of Educational Research*, 13: 21-40.

- Weinstein, C.E., & Mayer, R. 1986. The teaching of learning strategies. (In: Wittrock, M. (Ed.). *Handbook of research on teaching*. New York: Macmillan.)
- Weinstein, C.E., & Meyer, D.K. 1991. Cognitive learning strategies and college teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 45: 15-26.
- Weinstein, C.E., & Van Mater Stone, G. 1993. Broadening our concept of general education: the self-regulated learner. *New Directions for Community Colleges*, 81: 31-39.
- Whimbey, A., & Lochhead, J. 1986. *Problem solving and comprehension*. Hillside, NJ: Erlbaum.
- Wilson, J. 2001. *Methodological difficulties of assessing metacognition: a new approach*. Paper presented at the Australian Association for Research in Education Conference, Fremantle. [Web:] <http://www.aare.edu.au/01pap/wil01001.htm> [Datum van gebruik: 15 Mrt. 2005].
- Wilson, J., & Johnson, P. 2000. Students thinking about learning: assessment to improve learning. *Educational Research Quarterly*, 24(2):
- Wingfield, A., & Byrnes, D.L. 1981. *The psychology of human memory*. San Diego, CA: Academic Press.
- Wittrock, M.C. 1986. Student's thought processes, (In: Wittrock, M.C. (Ed.). *Handbook of research on teaching*. 3rd ed. New York: Macmillan.)
- Wong, B.Y.L. 1991. *The relevance of metacognition to learning disabilities. Learning about learning disabilities*. San Diego: Academic Press.
- Woolf, H.B. (Ed.). 1977. *Webster's new collegiate dictionary*. Springfield MA: G. & C. Merriam Company.
- Zimmerman, B.J. 1986. Development of self-regulated learning: What are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 16: 307-313.
- Zimmerman, B.J. 1989. A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3): 329-339.
- Zimmerman, B.J. 1990. Self-regulated learning and academic achievement: an overview. *Educational Psychologist*, 25(1): 3-17.
- Zimmerman, B.J. 2000. Attaining self-regulation: a social cognitive perspective. (In: Boekarts, M., Pintrich, P.R., & Zeidner, M. (Eds.). *Handbook of self-regulation*. San Diego, CA: Academic Press.)
- Zimmerman, B.J., & Martinez-Pons, M, 1986. Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American Educational Research Journal*, 23: 614-628.

Zimmerman, B.J., Bonner, S., & Kovach, R. 1996. *Developing self-regulated learners*. Washington, DC: American Psychological Association.

Zimmerman, B.J., & Martinez-Pons, M, 1988. Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. *Journal of Educational Psychology*, 80: 284-290.

Zuber-Skerritt, O. 1992. *Professional development in higher education. A theoretical framework for action research*. London: Kogan Page.

9. ADDENDA

ADDENDUM A: Brief aan Mnr Mveli waarin toestemming gevra word of leerders en indiensleerfasiliteerders in die Potchefstroom- en Ikageng-skole vraelyste vir die onderhawige studie kan invul.....	213
ADDENDUM B: Toestemming verkry om in Potchefstroom- en Ikageng-skole te werk	215
ADDENDUM C: Brief aan die ouers van Graad 9-leerders, waarin hul kind uitgenooi word om deel te neem en toestemming van die ouers gevra word of die leerders aan die multimetode-onderhoude kan neem.....	218
ADDENDUM D: Vraelys vir die fokusgroeponderhoude.....	221
ADDENDUM E: Verklaring van Prof P du Toit.....	223

ADDENDUM A

Brief aan Mnr Mveli waarin toestemming gevra word of leerders en indiens-leerfasiliteerders in die Potchefstoom- en Ikageng-skole vraelyste vir my studie kan invul.

PO Box 20340

Noordbrug

2522

5 March 2004

Mr H.M. Mweli

Regional Executive Manager

Southern Region

Potchefstroom

Dear Sir

Permission requested to conduct research in Mathematics in Potchefstroom Schools.

I am a Mathematics lecturer in the Faculty of Educational Sciences at the North-West University (Potchefstroom Campus). I am currently enrolled for my M.Ed. degree with specialisation in Mathematics. The purpose of my study is to determine to what extent both educators and learners use metacognitive strategies in the teaching and learning of mathematics. It is common knowledge that the mathematics results in South Africa is a major cause for concern. This is also reflected in South Africa's low position in the TIMMS-study. Therefore, the aim of the study is to try and make a contribution toward the design and development of mathematical resources. To complete this study successfully I request your permission for the following:

(i) To distribute the questionnaire among teachers teaching mathematics in the following schools:

-
-
-
-
-
-
-
-

(ii) To distribute the questionnaire among grade 7, 8, and 9 learners in the abovementioned schools. Permission will also be obtained from the school principals and parents.

Names of educators, learners and schools will be kept confidential and no mention of these will be made in the research. All participants and institutions will, therefore, remain anonymous.

I trust that my request will be favourably considered.

Yours sincerely

(Mrs) M. S. Van der Walt

(C) 082 438 1140

(W) 018 299 1861

ADDENDUM B

Toestemmingsbrief om in Potchefstroom- en Ikageng-skole te werk



Department of Education
Lefapha La Thuto
Departement van Onderwys

Private Bag X 919
Potchefstroom, 2520
Tel (018) 299 8294
Fax (018) 299 8290



NORTH WEST PROVINCE

SOUTHERN REGION

ENQ: Dr S.H. Mvula
TEL: 018 299 8146

Mrs M.S. van der Walt
P O Box 20340
NOORDBRUG
2522

21 April 2004

PERMISSION GRANTED AS REQUESTED

Permission is granted to conduct research in Mathematics in Potchestroom School to "Determine to what extent both educators and learners are making use of Met cognitive strategies within the teaching and learning of Mathematics".

Permission is granted under the following conditions:

- that permission be sought from the School Managers of the said Schools;
- that the purpose of the study not temper with the tuition time at Schools;
- participation of educators be voluntary;
- the research period should not go beyond September 2004, as this will disrupt preparations for final examination.

Please consider donating the dissertation to the North West Department of Education, Southern Region at the end of the study.

All of the best in your research.

Yours in Education.

S.H. MVULA (Dr)
DIRECTOR: PROFESSIONAL AND
EDUCATIONAL SUPPORT SERVICES

C/C Mr H.M. Mveli (Executive Regional Manager: Southern Region)



Re a dira mo dikolong Ons werk in ons skole We are working in our schools Re a sebitsa dikoiang
Siyasebenz' ezikoleni Ha tirha es-wikolweni Re a shuma zwikoloni Siya sebenta etikoieni
 Siyasebenz' ezikolweni Siyi berenga ezikoiweni Confidential





NORTH WEST PROVINCE

Department of Education
Lefapha la Thuto
Departement van Onderwys

C/o Van der Hoff Road & Loop Street
Private Bag X 919, Potchefstroom, 2520,
Tel: (018) 297 4201, Fax: (018) 297 4201

INCLUSIVE EDUCATION
S S YSSEL
Potchefstroom Area Project Office



TO: MRS. M.S. VAN DER WALT
FROM: MS. S.S. YSSEL
AREA PROJECT OFFICE MANAGER

DATE: 4 MAY 2004

**SUBJECT: RESEARCH IN MATHEMATICS IN POTCHEFSTROOM
SCHOOLS**

Dear Madam

I hereby grant permission for you to conduct research in the Potchefstroom schools as requested by you.

Please take note of the following conditions:

- Participation from schools is voluntary. Permission must therefore be obtained from the principals of individual schools.
- All data collected must be kept confidential.
- The day to day activities of the school may not be interrupted.

I trust that this will meet your approval.

Yours faithfully.



MS. S.S. YSSEL
AREA PROJECT OFFICE MANAGER



Re a dira mo dikolong Ons werk in ons skole We are working in our schools Re a sebetsa dikolong
Siyasebenz' ezikoleni Ha tirha eswikolweni Re a shuma zwikoloni Siya sebenta etikoleni
 Siyasebenz' ezikolweni Siya berenga ezikolweni



ADDENDUM C

Brief aan die ouers van Graad 9-leerders, waarin hul kind uitgenooi word om deel te neem en toestemming van die ouers gevra word of die leerders aan die multimetode-onderhoude vir die kwalitatiewe deel van die onderhawige studie kan deelneem.

Fakulteit Opvoedingswetenskappe

Tel (018) 018 299 1861

Faks (018) 108 299 4238

E-pos pokmsvdw@puk.ac.za

OUER(S)
Hoërskool

12 April 2005

Geagte

Uitnoding aan u kind om deel te neem aan 'n navorsingsprojek

Ek is 'n lektrise in die Wiskunde-vakgroep aan die Noordwes-Universiteit (Potchefstroomkampus). Ek is tans besig met navorsing wat daarop gerig is om die metakognitiewe strategieë wat leerders gebruik terwyl hulle wiskunde probleme oplos, te ondersoek. (Metakognisie is denke oor jou eie denkprosesse.)

Die Wiskunde-prestasie van kinders in die Noordwes-Provinsie, asook in die hele Suid-Afrika in die algemeen, is 'n saak van ernstige kommer. Navorsing dui daarop dat die gebruik van metakognitiewe strategieë, of die tekort aan die gebruik daarvan, 'n faktor kan wees wat leerders se prestasie in wiskunde negatief beïnvloed.

Die leerders wat aan hierdie studie sal deelneem, sal versoek word om individueel twee wiskunde probleme op te los. Die leerder word op videoband opgeneem terwyl hy/sy die probleem oplos sodat ons getuienis het van sy/haar fisiese gedrag (soos frons) wat kan aandui dat die leerder blyke gee van metakognitiewe gedrag. Sodra die leerder klaar is, word 'n pak aksiekaarte aan hom/haar gegee – waarop metakognitiewe optrede geskryf is – en die leerder moet kies watter optrede hy/sy so pas geïmplementeer het. Direk hierna word die video teruggespeel, die leerder kyk daarna en mag die aksiekaarte verander as hy/sy sou agterkom dat sy/haar keuse nie heeltemal korrek was nie. Die leerder mag gevra word om sy/haar keuse te verduidelik of daarop uit te brei. Skoon kaarte word ook voorsien waarop leerders hul optrede mag omskryf (wat nie op die bestaande kaarte verskyn nie). Die keuses van hierdie metakognitiewe aksiekaarte word geanaliseer en geïnterpreteer sodat die navorser hierdie leerders se metakognitiewe gedrag beter kan verstaan.

Deelname aan die studie is vrywillig. Indien 'n leerder te enige tyd gedurende die studie wil onttrek, is hy/sy vry om so te doen.

Indien 'n leerder of u as ouer enige vrae het voor of gedurende sy/haar deelname, of te enige tyd gedurende die studie, kan u my te enige tyd kontak.

U toestemming is daarom nodig om u kind toe te laat om aan hierdie studie deel te neem. Nommers/letters sal aan leerders toegeken word sodat u kind anoniem kan bly.

Die ondersoek sal tydens die Junie-eksamen geskied. Individuele afsprake sal met die leerders gereël word sodra hulle hul roosters vir die eksamen ontvang het. Daar sal daadwerklik gepoog word om nie inbreuk op u kind se studietyd te maak nie. So 'n sessie kan tot 'n halfuur duur en elke leerder gaan twee verskillende probleme oplos sodat daar na konsekwentheid in sy/haar optrede gekyk kan word.

TOESTEMMING: Ek het bogenoemde gelees en verstaan die aard van die navorsing. Ek verstaan dat as ek toestem dat my kind deelneem aan hierdie studie, ek aanvaar dat die navorser sal poog om in geen opsig my kind se wettlike of menseregte te skend nie. Ek verstaan dat ek die navorser by die Noordwes-Universiteit Potchefstroomkampus [Mev M. S. Van der Walt, 018 299 1190(H) / 018 299 1861(W)] te enige tyd mag kontak. Ek stem dus toe dat my kind mag deelneem aan die navorsing.

Deelnemer se naam en van: _____

Graad: _____ Deelnemer se selfoonnummer: _____

Ouer/Voog se handtekening: _____ Datum: _____

Navorser se handtekening: _____ Datum: _____

Vriendelike groete

(Mev) M S van der Walt

Lektrise

ADDENDUM D

Vraelys vir die fokusgroeponderhoude met agt voordiens-leerfasiliteerders

Vraelys vir die fokusgoeponderhoude

Onderhoud 1

Vraag 1: Hoe gaan jy te werk wanneer jy 'n wiskunde-opdrag moet uitvoer?

Vraag 2: Wat het jy gedoen om vir die pas afgelope eksamen (Junie 2005) voor te berei vir wiskunde?

Vraag 3: Waarom presteer nie alle voordiens-wiskundeleerfasiliteerders in wiskunde nie?

Vraag 4: Watter raad sal julle aan die nie-presteerders in jul wiskunde-groep gee, sodat hulle ook kan presteer?

Onderhoud 2

Vraag 5: Weet jy altyd wat jy veronderstel is om in 'n opdrag te doen en weet jy wat jy moet leer vir 'n wiskunde-toets of -eksamen?

Vraag 6: Droom jy of dink jy aan ander dinge tydens wiskunde-kontaksessies?

Vraag 7: Hoe maak jy seker dat jy verstaan wat jy geleer het in wiskunde?

Vraag 8: Wat doen jy as jy 'n opdrag of toets terugkry en jy het nie volpunte gekry nie?

Onderhoud 3

Vraag 9: Leer jy nog soos jy geleer het toe jy op skool was? Hoe het jy ontwikkel/verander?

Vraag 10: Kan laerskoolleerders al geleer word om verantwoordelikheid vir hul eie leer te aanvaar?

Vraag 11: Hoe moet/kan leerders se wiskundeskrifte lyk?


Vraag 12: Dink julle dat julle (in die B.Ed.-graad) tans toereikend toegerus/voorberei word om leerders te leer hoe om wiskunde te leer?

ADDENDUM E

Verklaring van Prof. P. du Toit

VERKLARING

Hiermee verklaar ondergetekende op versoek van die studieleier, dat ek die kwalitatiewe deel van die empiriese navorsing gekontroleer het en dat ek dit in orde vind.



Prof Petrusa Du Toit

Nagraadse Skool vir Opvoedkunde

26 Oktober 2005