

**DIE INVLOED VAN WISKUNDESPELETJIES OP DIE PRESTASIE VAN
WISKUNDELEERDERS IN DIE XHARIEP-DISTRIK**

deur

Annari Milne (née Wessels)

B.Sc. (UV), HOD (UV), B.Ed. (UV), NGDO (UV), M.Ed. (UV)

PROEFSKRIF

ingedien ten einde te voldoen aan die vereistes vir die graad

PHILOSOPHIAE DOCTOR

in die

Departement Kurrikulumstudie

Fakulteit Geesteswetenskappe

aan die

Universiteit van die Vrystaat

BLOEMFONTEIN

Promotor: Prof. J.J.E. Messerschmidt

Mei 2008

**DIE INVLOED VAN
WISKUNDESPELETJIES OP DIE
PRESTASIE VAN WISKUNDELEERDERS
IN DIE XHARIEP-DISTRIK**

Annari Milne (née Wessels)

OPGEDRA AAN

Ek dra hierdie werk op aan my man André Milne en my ouers André en Elza Wessels vir:

- * sy geduld, getroue ondersteuning, aanmoediging en hulp gedurende hierdie tyd.
- * hul getroue ondersteuning en aanmoediging deur die studie.

ERKENNINGS

Ek wil graag my dank en waardering betuig aan:

- Die Hemelse Vader wat dit vir my moontlik gemaak het om my studies te kon voltooi.
- Professor J.J.E. Messerschmidt vir haar geduldige en daadwerklike ondersteuning, hulp en leiding wat van onskatbare waarde vir my was.
- My man, André Milne, vir al sy geduld met my en hulp met die taalversorging en proeflees van die proefskrif.
- My ouers, André en Elza Wessels, vir hul morele ondersteuning en gebede vir my sukses.
- My vriende en kollegas vir hul ondersteuning.
- Die onderwysdepartement vir goedkeuring verleen om die studie te kon doen in die Xhariep-distrik.
- Die skoolhoofde (Mnr. Mckay en Mnr. January), onderwyseresse (Me. T. Shasha en Mev. V. Coetzee) en die Gr. 10-leerders van Lere-La-Thuto en Ikanyageng wat by die navorsing betrokke was, vir hul samewerking, hulp en ondersteuning.
- Me. K. Smit en Dr. V. Zyl vir al die raad en hulp met die statistiese analise van die drie vraelyste.

UITTREKSEL

Die doel van die studie was om vas te stel of die gebruik van wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode die prestasievlakke in wiskunde kan verbeter al dan nie. Kognitiewe sowel as affektiewe faktore wat 'n direkte invloed op die prestasievlak van leerders in wiskunde het, is ondersoek.

Filosofiese sieninge van vroeëre tot meer hedendaagse navorsers oor onderrig en leer, is gebruik ten einde sterker motivering te verleen vir die gebruik van wiskundespeletjies in die klaskamer.

Die intervensie waartydens wiskundespeletjies gespeel is, is oor 'n tydperk van ses maande aangebied. In die studie is ondersoek ingestel na die impak van die speletjies op kognitiewe faktore, naamlik kennis en vaardighede, sowel as affektiewe faktore, soos wiskunde-angs, selfkonsep en motivering van leerders. Kwantitatiewe data is statisties geanaliseer ten einde die beduidendheid van die veranderinge te kon bepaal. Kwalitatiewe data, verkry uit waarnemings en onderhoude, is in die triangulasie-proses gebruik.

Deur van wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode gebruik te maak, het nie net kognitiewe ontwikkeling van die leerders plaasgevind nie, maar ook affektiewe ontwikkeling. Leerders se selfkonsep het verbeter, hulle wiskunde-angs het verminder en die leerders se motivering om by wiskunde betrokke te wees, het toegeneem.

Spel, as een van die didaktiese grondvorme, moet tot sy reg kom in die nuwe kurrikulum. Die studie het bewys dat wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode met sukses in die wiskundeklaskamer gebruik kan word ten einde verbetering van leerderprestasie in wiskunde te bewerkstellig.

Trefwoorde: *wiskundespeletjies; wiskunde-angs; motivering; selfkonsep; basiese vaardighede; prestasie in wiskunde*

ABSTRACT

The purpose of this study was to establish whether the use of mathematical games as an alternative, informal teaching method could improve the performance (achievement) levels in mathematics or not.

Philosophical viewpoints of earlier as well as more contemporary researchers regarding teaching and learning were consulted in order to strengthen motivation for the use of mathematical games in the classroom.

The intervention, during which learners were exposed to mathematical games, took place over a period of six months. During the study the impact that games have on cognitive factors, namely knowledge and skills, as well as affective factors, like fear for mathematics (mathematical anxiety), self-concept and motivation of learners, were investigated. Quantitative data was analyzed statistically in order to establish the significance of changes. Qualitative data, obtained from observations and interviews, was used in the triangulation process,

The use of mathematical games as an alternative, informal method of teaching not only improved cognitive development in learners, but also had a positive influence on their affective development. Their self-concept improved, their fear for mathematics diminished and their motivation to be involved in mathematics increased.

Play, as one of the didactic fundamentals, should be acknowledged in the new curriculum. The study has proven that mathematical games, used as an alternative, informal method of teaching, can be used in the mathematics classroom with success in order to improve the performance (mathematical achievements) of learners.

Keywords: *mathematical games; fear for mathematics (mathematical anxiety); motivation; self-concept; basic skills; achievements in mathematics.*

VERKLARING

Ek verklaar dat hierdie proefskrif, ingehandig vir die doel om die Ph.D.-graad aan die Universiteit van die Vrystaat te verwerf, my oorspronklike en onafhanklike werk is en dat dit nog nooit voorheen by enige ander fakulteit of universiteit ingedien is nie. Erkenning is gegee aan alle bronne geraadpleeg tydens die studie.

A.H. Milne

Mei 2008

INHOUDSOPGAWE

HOOFSTUK 1 - ORIËNTERING

1.1	Inleiding	1
1.2	Probleemstelling	1
	1.2.1 Verwysingsraamwerk	2
	1.2.2 Probleemvrae	7
1.3	Doel van die navorsing	7
	1.3.1 Algemene doelstelling	8
	1.3.2 Doelwitte	8
1.4	Navorsingsmetodes	9
1.5	Terreinafbakening	10
1.6	Uitleg	11
1.7	Verklaring van terme	11
1.8	Lys van afkortings	12
1.9	Samevatting	12

HOOFSTUK 2 - LEERTEORIEË EN DIE ROL VAN SPEL IN DIE ONDERRIG EN LEER VAN WISKUNDE

2.1	Inleiding	13
2.2	Verbandhoudende leerteorieë	13
	2.2.1 Die leerproses volgens Piaget	14
	2.2.2 Vygotsky en sosiale kognisie	17
	2.2.3 Bloom se taksonomie	18
	2.2.4 Dienes se teorie oor die leer van wiskunde	23

2.2.5	Orten en ander navorsers	25
2.2.6	Hedendaagse navorsers se siening oor die leer van wiskunde	29
2.2.7	Afleidings uit leerteorieë	30
2.3	Wat is spel?	32
2.4	Spel: van toeka tot nou	33
2.5	Wiskundespeletjies deur die eeue	35
2.6	Waarom speletjies gespeel moet word	40
2.7	Die speel van wiskundespeletjies	40
2.8	Die nut van wiskundespeletjies	43
2.9	Affektiewe en kognitiewe faktore	44
2.9.1	Wiskundeang, selfkonsep en motivering van wiskundeleerders	45
2.9.2	Basiese vaardighede	49
2.9.3	Prestasie	52
2.10	Samevatting	53
HOOFSTUK 3 - DIE GEBRUIK VAN SPELETJIES IN DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE		
3.1	Inleiding	55
3.2	Voorwaardes vir die suksesvolle gebruik van speletjies	55
3.3	Kenmerke van `n goeie speletjie	56
3.4	Seleksie van speletjies	57
3.5	Hoe speletjies geïnkorporeer kan word in die onderrig van wiskunde	60
3.6	Voorbeeld van die analise van `n speletjie	61
3.7	Beskrywing van speletjies wat tydens die empiriese studie gebruik is	62
•	Kry 15	63

• Vang die getalle	64
• In die blokke	66
• Ek het ... wie het ...?	69
• Kolskoot vermenigvuldiging	70
• ‘Wholly’ breuke	72
• Top 20	74
• Top score C	76
• Top score D	78
• Oorlogskepe	80
3.8 Ontwikkeling van speletjies deur leerders	82
3.9 Samevatting	83
HOOFSTUK 4 - NAVORSINGSMETODOLOGIE	
4.1 Inleiding	85
4.2 Navorsingsontwerp	86
4.2.1 Data-insamelingsplan	88
4.2.2 Geldigheid van die navorsing	90
4.3 Kwantitatiewe navorsing	91
4.3.1 Vraelyste	92
4.3.2 Voor- en natoetse	95
4.3.3 Geldigheid	96
4.3.4 Betroubaarheid	97
4.4 Kwalitatiewe navorsing	98

4.4.1	Gelykvormigheid	99
4.4.2	Vertroubaarheid	99
4.4.3	Grondigheid	100
	4.4.3.1 Geloofwaardigheid	100
	4.4.3.2 Oordraagbaarheid	101
4.4.4	Onderhoude	101
4.4.5	Waarneming	104
4.5	Steekproefneming	105
4.6	Loodsstudie	108
4.7	Oorsig van navorsingsinstrumente	109
4.8	Metodes van data-analise	109
4.9	Etiese kwessies	110
4.10	Samevatting	110
HOOFSTUK 5 VOORSTELLING, ANALISE EN INTERPRETASIE VAN NAVORSINGSRESULTATE		
5.1	Inleiding	112
5.2	Resultate van die leerders se vraelyste	112
	5.2.1 Vraelys A: wiskunde-angs	114
	5.2.2 Vraelys B: selfkonsep van leerder oor sy/haar eie wiskunde- vermoëns	128
	5.2.2.1 Selfkonsepvlak oor eie wiskundevermoëns met verwysing na 'n skaal van vlakke	128
	5.2.2.2 Selfkonsep van leerders oor eie wiskundevermoëns met ver- wysing na spesifieke aspekte	131
5.2.3	Vraelys C: motivering van leerders	136

5.2.4	Samevatting	152
5.3	Toetse	153
5.3.1	Voor- en natoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep	153
5.3.2	Grafiese voorstelling van die resultate van die voor- en natoets per vraag	158
5.3.3	Grafiese voorstelling van vaardighede van eksperimentele groep en kontrolegroep	161
5.3.4	Vergelykende grafiese voorstelling van resultate van die voortoets en die natoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep	164
5.3.5	Grafiese vergelyking van gegroepeerde vaardighede van die eksperimentele groep en die kontrolegroep	169
5.4	Onderhoude	171
5.4.1	Onderhoude met leerders	171
5.4.1.1	Temas	171
5.4.1.2	Bespreking van die resultate van die onderhoude met die leerders	180
5.4.2	Onderhoude met onderwysers	182
5.4.2.1	Temas	183
5.4.2.2	Bespreking van die resultate van die onderhoude met die onderwysers	186
5.5	Waarnemings	188
5.6	Projek oor speletjies as uitvloeisel van die navorsing	194
5.7	Samevatting	195
HOOFSTUK 6 BEVINDINGE, AFLEIDINGS EN AANBEVELINGS		
6.1	Inleiding	196
6.2	Die navorsingsvrae	196

6.3	Literatuuroorsig	197
6.4	Affektiewe en kognitiewe komponente	199
6.5	Basiese vaardigheidsvlakke	200
6.6	Prestasie in wiskunde	201
6.7	Hawthorne-effek	201
6.8	Ontwikkeling van eie speletjies	202
6.9	Samevatting van die navorsing	202
	6.9.1 Oorsig	202
	6.9.2 Triangulasie	203
	6.9.3 Navorsingsteenstrydighede	204
6.10	Beperkinge van hierdie studie	204
6.11	Verdere navorsing	205
6.12	Aanbevelings vir die praktyk	206
	6.12.1 Gebruik van speletjies in die klaskamer	206
	6.12.2 Verbetering van kommunikasie in die klaskamer	207
	6.12.3 Wiskunde-aande	209
	6.12.4 Expo	210
	6.12.5 Skaakklub	210
	6.12.6 Wiskundeklub	210
	6.12.7 Uitdagingshoekie in klas met kopkrappers, humor en raaisels	210
	6.12.8 Afsluiting	211
6.13	Kritiese refleksie oor die haalbaarheid van aanbevelings	211
6.14	Speletjies se invloed op leerders volgens die navorser	213

6.15	Samevatting	215
	BIBLIOGRAFIE	217

INHOUDSOPGAWE VAN FIGURE

HOOFSTUK 1

1.	Figuur 1.1	Voorstelling van die proses as spiraal	4
2.	Figuur 1.2	Skematiese voorstelling van navorsingsvoorstel	10

HOOFSTUK 2

3.	Figuur 2.1	Navorser se voorstelling van die kognitiewe domein van Bloom	19
4.	Figuur 2.2	Navorser se voorstelling van die psigo-motoriese domein Bloom	23

HOOFSTUK 4

6.	Figuur 4.1	Skematiese voorstelling van interne en eksterne geldigheid soos gesien deur die navorser	91
----	------------	--	----

INHOUDSOPGAWE VAN TABELLE

HOOFSTUK 2

1. Tabel 2.1 Opsomming van Bloom se affektiewe domein 20

HOOFSTUK 4

1. Tabel 4.1 Data-insamelingsplan 88

2. Tabel 4.2 Oorsig van navorsingsinstrumente 109

HOOFSTUK 5

1. Tabel 5.1 Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes 115

2. Tabel 5.2 Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes 118

3. Tabel 5.3 Resultate van die vergelyking tussen die voor-response van die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes 121

4. Tabel 5.4 Resultate van die vergelyking tussen die na-response van die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes 123

5. Tabel 5.5 Selfkonsepvlakke van eksperimentele groep 129

6. Tabel 5.6 Selfkonsepvlakke van kontrolegroep 130

7. Tabel 5.7 Selfkonsep oor eie vermoëns van die eksperimentele groep 132

8. Tabel 5.8 Selfkonsep oor eie vermoëns van die kontrolegroep 134

9. Tabel 5.9 Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes 137

10.	Tabel 5.10	Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes	141
11.	Tabel 5.11	Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes tydens die voor-response	143
12.	Tabel 5.12	Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes tydens die na-response	147
13.	Tabel 5.13	Opsomming per vraag van die voor- en natoets van die eksperimentele groep	154
14.	Tabel 5.14	Opsomming per vraag van die voor- en natoets van die kontrolegroep	155
15.	Tabel 5.15	Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van voor- en natoets van die eksperimentele groep	158
16.	Tabel 5.16	Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van voor- en natoets van die kontrolegroep	160
17.	Tabel 5.17	Opsomming van statistiese beduidendheid van basiese vaardighede van die eksperimentele groep	162
18.	Tabel 5.18	Opsomming van statistiese beduidendheid van basiese vaardighede van die kontrolegroep	164
19.	Tabel 5.19	Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van die resultate van die voortoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep	165
20.	Tabel 5.20	Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van die resultate van die natoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep	167
21.	Tabel 5.21	Opsomming van statistiese beduidendheid per gegroepeerde vaardigheid	170
22.	Tabel 5.22	Resultate van onderhoude met leerders aan die begin van die intervensie	172
23.	Tabel 5.23	Resultate van onderhoude met leerders aan die einde van die intervensie	175

24.	Tabel 5.24	Resultate van onderhoude met onderwysers aan die begin van die intervensie	184
25.	Tabel 5.25	Resultate van onderhoude met onderwysers aan die einde van die intervensie	185

INHOUDSOPGAWE VAN GRAFIESE VOORSTELLINGS

HOOFSTUK 5

1.	Grafiek 5.1:	Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille	117
2.	Grafiek 5.2:	Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille in die na-response (gebaseer op vraelys A)	126
3.	Grafiek 5.3:	Vergelyking van selfkonsepvlakke van eksperimentele groep en kontrolegroep voor en na die intervensie	131
4.	Grafiek 5.4:	Grafiese voorstelling van die leerders se selfkonsep oor eie vermoëns	133
5.	Grafiek 5.5:	Grafiese voorstelling van die selfkonsep oor eie vermoëns met verwysing na spesifieke aspekte	135
6.	Grafiek 5.6:	Grafiese vergelyking van die leerders se selfkonsep oor hul eie wiskunde vermoëns	136
7.	Grafiek 5.7:	Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille	139
8.	Grafiek 5.8	Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille tydens die voor-response	146

9.	Grafiek 5.9	Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille tydens die na-response (gebaseer op vraelys C)	150
10.	Grafiek 5.10	Resultate van eksperimentele groep	158
11.	Grafiek 5.11	Resultate van kontrolegroep	160
12.	Grafiek 5.12	Gegroepeerde vaardighede van eksperimentele groep	162
13.	Grafiek 5.13	Gegroepeerde vaardighede van kontrolegroep	163
14.	Grafiek 5.14	Grafiese voorstelling van voortoetse	165
15.	Grafiek 5.15	Grafiese voorstelling van natoetse	167
16.	Grafiek 5.16	Grafiese voorstelling van gegroepeerde vaardighede	169

INHOUDSOPGAWE VAN BYLAES

Bylae A	Opsommende vergelyking tussen instrumente, doelwitte, literatuur, NKV-uitkomste en -assesseringstandaarde	- 1-
Bylae B	Vraelys A: wiskunde-angs	- 5-
Bylae C	Vraelys B: selfkonsep	- 6-
Bylae D	Vraelys C: motivering	- 7-
Bylae E	Voor- en natoets	- 8-
Bylae F	Onderhoud met leerders	-20-
Bylae G	Onderhoud met onderwysers	-21-
Bylae H	Opsomming per leerder – Vraelys A	-22-
Bylae I	Opsomming per leerder – Vraelys B	-31-
Bylae J	Opsomming per leerder – Vraelys C	-37-
Bylae K	Opsomming per leerder – Voor- en natoets	-45-
Bylae L	Transkripsies van onderhoude met onderwysers	-59-
Bylae M	Transkripsies van onderhoude met leerders	-62-
Bylae N	Projek oor speletjies en assesseringskriteria	-71-
Bylae O	Toestemmingsbriewe vir navorsing	-73-

HOOFSTUK 1

ORIËNTERING

1.1 INLEIDING

Wiskunde is 'n lewendige, dinamiese vakgebied wat voortdurend tekens van ontwikkeling en groei toon (Halliday, 1975:2-14). Ons land het wiskundiges en wiskundigeletterde mense nodig, maar landwyd is daar 'n tendens dat al minder leerders wiskunde as vak kies (Umalusi Eksamenverslag, 2003). Die prestasie van leerders in wiskunde is nie op 'n aanvaarbare vlak nie en maatreëls ter verbetering van die situasie moet getref word.

Wiskunde-onderrig stel menige uitdagings aan onderwysers en leerders. Die wiskundige werk met 'n abstrakte simboliese vakgebied waar noukeurigheid aan die orde van die dag is. Waarom dan fokus op speletjies?

1.2 PROBLEEMSTELLING

Uitkomsgebaseerde onderwys vorm die grondslag van die nuwe kurrikulum in Suid-Afrika. Uitkomsgebaseerde onderrig moedig leerdergesentreerde en aktiwiteitsgebaseerde onderrig aan (Department of Education, 2004:2). Tydens die Unesco kongres in Moscow (1996; elektroniese bron) is daar melding gemaak van alternatiewe metodes van onderrig, onder andere die gebruik van speletjies ten einde die leerproses na die leerders te bring in 'n omgewingsvriendelike en motiverende atmosfeer.

In die HNKV oriënteringsdokumente (Department of Education, 2005c:22-29) word daar ook gereeld verwys na die feit dat leerders aktief betrokke moet wees in die onderrigproses. Dit word duidelik gestel dat die leerders ook op informele wyse blootgestel moet word aan die leermateriaal deur byvoorbeeld interessante demonstrasies,

speletjies en uitstallings. Ook in die Inclusion Guidelines for Assessment (Department of Education, 2005b:16-56) word daar duidelik melding gemaak van alternatiewe, meer informele metodes om sodoende aan meer leerders die geleentheid te bied om sukses te kan smaak.

Deur middel van speletjies kan 'n wiskundeles opwindend, interessant en genotvol gemaak word. Wiskundespeletjies verskaf geleentheid vir leerders om aktief in die leerproses betrokke te wees. Deurdat speletjies leerders toelaat om sukses en tevredenheid te ondervind, kan hulle entoesiasme en selfvertroue gebou word en dus kan die skryf, lees, praat en luister in/van wiskunde verbeter (vgl. 2.9). Sukses en tevredenheid sal help dat beter begripsvorming plaasvind, wat verder tot beter prestasie in wiskunde behoort te lei (Hildebrandt, 1998:192). Meer leerders kan moontlik wiskunde as vak kies en toepas in verdere studierigtings en sodoende kan ons land se aantal wiskundiges en wiskundiggeletterde landsburgers toeneem. Bogenoemde redes dui duidelik aan waarom dit nodig is om oor die gebruik van wiskundespeletjies navorsing te doen. Dit is ook nodig om die bestaande navorsing oor speletjies aan te vul.

1.2.1 Verwysingsraamwerk

Die verwysingsraamwerk waarbinne hierdie navorsing geskied, is in ooreenstemming met die konstruktivistiese siening dat die leerder 'n idee of idees nie altyd presies reconstrueer soos wat dit onderrig word nie. Uit eie ondervinding kan die navorser bevestig dat hierdie konstruksie van kennis en vaardighede van die leerders nie altyd akkuraat is nie. Leerders het tyd en herhaling van aspekte nodig ten einde te vorder tot akkurate konstruksie van kennis. Volgens die konstruktivistiese siening moet die leerder aktief deelneem aan die verwerwing van sy/haar wiskundekennis en nie bloot as passiewe luisteraar teenwoordig wees in die wiskundeklaskamer nie, want sodoende kan konstruksie van kennis meer akkuraat geskied. Leerders moet dus op informele wyse ook aan wiskunde blootgestel word ten einde hulle meer geleentheid te gee vir aktiewe konstruksie van hulle wiskundekennis (Volmink, 1993:32).

Volgens Brooks & Brooks (1993:10-49), Creswell (2006), Forman (1980:3-45) en Wood (1998:20-62) poog konstruktivistiese teorieë om die leerproses te verklaar. Konstruktivisme beskou 'n leerder as 'n unieke individu met unieke behoeftes wat funksioneer teen 'n bepaalde agtergrond wat uniek is aan elke leerder. Die leerder word ook gesien as kompleks en multi-dimensioneel (De Vries, 2002:28-49 en Gredler, 1997). Die konstruktivisme erken nie slegs die uniekheid en kompleksiteit van die leerder nie, maar moedig in werklikheid die uniekheid aan en gebruik en beloon die uniekheid en kompleksiteit as 'n integrale deel van die leerproses (Forman, 1980:3-32).

Duffy & Jonassen (1993:21-63) beklemtoon die feit dat kennis 'n produk van mense is en dat dit sosiaal en kultureel gekonstrueer word. Individue vorm betekenis deur hulle interaksies met mekaar en die omgewing waarbinne hulle leef. Leer is dus 'n sosiale proses. Forman (1980:3-32), Prawat (1995:13-27), Vygotsky (1962:14-59) en Wood (1998:15-46) stem almal saam dat 'n leerder deur praktiese aktiwiteite betekenis konstrueer op 'n intra- sowel as 'n interpersoonlike vlak. Taal is die middel waardeur die betekenis verbind/gedeel word met die interpersoonlike wêreld van die leerder en sy/haar kultuur.

Volgens Breda (1994:23-25), Gredler (1997) en Prawat & Floden (1994:37-48) moedig onderrig gebaseer op sosiale konstruktivisme die leerder aan om by sy/haar eie weergawe van die waarheid, wat beïnvloed word deur sy/haar agtergrond, kultuur en inherente wêreldperspektief, uit te kom. Historiese ontwikkelings en simboliese sisteme soos 'n taal, logika en wiskundige sisteme, word deur die leerder geërf as lid van 'n bepaalde kultuur en dit word aangeleer regdeur die leerder se lewe. Hierdie simboliese sisteme skryf voor hoe die leerders leer en wat geleer word (Gredler, 1997 en Wood, 1998:15-46).

Hierdie simboliese sisteme beklemtoon die belangrikheid van die aard van die leerder se sosiale interaksie met kundige lede van die samelewing. Sonder hierdie sosiale interaksie met meer kundige mense, is dit onmoontlik om die sosiale betekenis van belangrike

simboliese sisteme te verken en die sisteme te gebruik (Bransford, Brown & Cocking, 2000:32-48 en Wood, 1998:15-46).

Volgens Brookes & Brookes (1993:10-41), Cobb (1995:25-27) en Prawat & Floden (1995:13-27) moet die verantwoordelikheid van leer verskuif van die onderwyser na die leerder sodat die leerproses meer en meer inherent word aan elke leerder. Brookes & Brookes (1993:10-41), Gredler (1997), Von Glaserfeld (1989) en Wood (1998:15-46) stem almal saam dat 'n sosiaal-konstruktivistiese verwysingsraamwerk vir onderrig die aktiewe deelname van die leerder aan die leerproses beklemtoon, in teenstelling met die ander opvoedkundige filosofieë waar die verantwoordelikheid op die onderwyser gerus het. In die klaskamer van ouds het die leerder in baie gevalle 'n totale passiewe rol gespeel.

Von Glaserfeld (1989) beklemtoon dat leerders hulle eie betekenis konstrueer en dat hulle nie slegs spieël en weerkaats wat hulle lees nie. Leerders soek na betekenis en sal probeer om sin en orde in gebeurtenisse in die wêreld te vind, selfs in die afwesigheid van volledige inligting. Volgens Bransford, Brown & Cocking (2000:32-84), Riegler (2006) en Wood (1998:15-46) kan die proses as 'n spiraal gesien word.



Figuur 1.1: Voorstelling van die proses as spiraal
(Navorsers se voorstelling)

'n Verdere belangrike aanname aangaande die aard van die leerder, het te make met die vlak en bron van motivering vir leer. Volgens Fosnot (1998:10-82) en Wood (1998:15-

46) is motivering om te leer baie sterk afhanklik van die leerder se selfvertroue en geloof in sy/haar potensiaal om te leer (vgl. 2.9). Hierdie geloof van die leerders in hulle eie potensiaal om nuwe probleme op te los, word verkry vanuit eerstehandse ondervinding van die bemeestering van probleme in die verlede. Dit is kragtiger as enige eksterne erkenning en motivering. Laasgenoemde sluit baie nou aan by Vygotsky se konsep van die sone van proksimale ontwikkeling (Vygotsky, 1962:14-59) waarvolgens leerders uitgedaag word in, en tog effens bo hulle huidige vlak van ontwikkeling. Deur die belewenis van die suksesvolle voltooiing van uitdagende take, verkry leerders selfvertroue en motivering om meer komplekse uitdagings aan te pak (vgl. 2.9.1).

Wanneer leerders deurlopend oor hulle ondervindings reflekteer, sal hulle vind dat hulle kennis/idees in kompleksiteit en krag toeneem. Geleidelik ontwikkel leerders sterker vermoëns om nuwe inligting met bestaande inligting te integreer. Deur hulleself en hulle strategieë te bevraagteken, word leerders in 'n konstruktivistiese klaskamer¹ kundige, bedrewe leerders wat hulle kennis en vaardighede effektief kan gebruik. Hierdie aktiewe konstruksie van kennis en vaardighede gee aan die leerders 'gereedskap' wat voortdurend verbeter en uitbrei sodat die leerders sal wil aanhou leer (Bransford et al., 2000:15-46, Copple, Sigle & Saunders, 1984:33-65).

Volgens die sosiaal-konstruktivistiese benadering moet onderwysers beweeg vanaf hulle huidige rol as instrukteur na die rol van fasiliteerder in die klaskamer (George, 2006). Waar 'n instrukteur 'n streng teoretiese lesing aanbied oor die inhoud, help 'n fasiliteerder die leerders om hulle eie begrip oor die inhoud te vorm.

Die sosiaal-konstruktivistiese fasiliteerder (onderwyser) beskou leer as 'n aktiewe proses waarbinne leerders moet leer om konsepte, beginsels en feite vir hulleself te ontdek. Die klem is dus op die aanmoediging van skatting en intuïtiewe denke by die leerders (Creswell, 2006).

¹ Konstruktivistiese klaskamer: 'n klaskamer so ingerig en hanteer dat die leerders konstruktief deel is van die leerproses.

Die volgende voordele sal 'n logiese uitvloeisel wees as 'n konstruktivistiese benadering tot opvoeding en onderrig gevolg word :

- Leerders wil nie passiewe luisteraars wees nie en leer derhalwe meer en geniet leer meer wanneer hulle aktief betrokke is in die klas.
- Onderrig is meer suksesvol as dit op denke en begrip konsentreer eerder as op sinnelose memorisering. Die konstruktivistiese benadering konsentreer op leer om te dink en te verstaan.
- Volgens die konstruktivistiese benadering is leer oordraagbaar. In konstruktivistiese klaskamers ontwerp/skep leerders organisatoriese beginsels wat hulle kan oordra na ander leerkontekste.
- Die konstruktivistiese benadering beklemtoon die feit dat leerders eienaarskap verkry van wat hulle leer, want leer is gebaseer op leerders se vrae en ontdekkings. Deur die kreatiewe instinkte van leerders te betrek, word leerders gehelp om hulle vermoëns te ontwikkel om hulle kennis weer te gee op verskeie maniere. Die leerders sal hulle kennis makliker onthou en in nuwe situasies kan toepas.
- Deur leeraktiwiteite te anker in egte leefwêreldkontekste, word leerders betrokke gemaak in die proses en dus gestimuleer. Leerders in konstruktivistiese klaskamers leer om dinge te bevraagteken en om hulle natuurlike nuuskierigheid toe te pas op hulle leefwêreld.
- Deur 'n konstruktivistiese benadering te volg, verbeter sosiale en kommunikasievaardighede, want 'n milieu wat klem lê op die saamvoeg en uitruil van idees, word geskep. Leerders moet leer om hulle idees te artikuleer en om deel te wees van groepprojekte. Leerders moet dus idees kan uitruil en sodoende leer om te onderhandel met ander, asook om hulle bydraes op 'n sosiaal aanvaarbare manier te evalueer. Dit is essensieel vir sukses in die werklike leefwêreld, want hulle sal altyd blootgestel wees aan 'n verskeidenheid van ervarings waarbinne hulle moet saamwerk en saamleef met die idees van ander.

Forman (1980:3-32), Fosnot (1989:10-82) en Gredler (1997) is almal van mening dat konstruktivisme baie keer verkeerdelik voorgelou word as 'n leerteorie wat dit vir leerders nodig maak om die wiel te herontdek. Die konstruktivistiese siening maak egter in werklikheid aanspraak op die leerders se inherente nuuskierigheid. Leerders herontdek nie die wiel nie, maar probeer eerder verstaan hoe die wiel draai, hoe die wiel werk. Leerders raak dus besig met die toepassing van hulle bestaande kennis en werklike daaglikse ondervindinge. Hulle leer om hipoteses daar te stel, hulle teorieë te toets en om dan uiteindelik afleidings te maak vanuit hulle bevindinge. Een van die kritieke uitkomstes in die NKV handel pertinent oor die refleksie en ondersoek van verskeie strategieë (Department of Education, 2004a:2).

1.2.2 Probleemvrae

Beskou binne die verwysingsraamwerk van sosiaal-konstruktivisme, word die volgende probleemvrae gestel:

1. Tot watter mate kan leerders wiskunde as minder vreesaanjaend beleef deur die speel van wiskundespeletjies?
2. Tot watter mate kan basiese wiskundevaardighede (taalvaardighede asook rekenvaardighede) ontwikkel word deur die speel van wiskundespeletjies?
3. Tot watter mate kan leerderprestasie in wiskunde verbeter deur die speel van wiskundespeletjies?

1.3 DOEL VAN DIE NAVORSING

Die navorser weet uit eie ondervinding met vriende en familie se kinders, dat die moderne kind se tegnologiese omgewing veroorsaak dat hy/sy nie meer geredelik aan 'gewone' speletjies vir die pret blootgestel word nie. Baie onderwysers glo nie dat leerders baie kan leer en ontdek sonder dat hulle die hele tyd onder beheer is nie. Suiwer spel word dikwels as tydmors beskou (Macgregor, 1986:9-11).

Is daar dan enige waarde in die speel van wiskundespeletjies? Tapson (1997:2) verskaf 'n antwoord op hierdie vraag deur drie redes te gee waarom speletjies doelgerig gespeel behoort te word: (1) die waarde van die intrinsieke wiskunde wat altyd teenwoordig is in wiskundespeletjies; (2) 'n hoë vlak van belangstelling en motivering wat deur speletjies aangevuur word; (3) die dieper begrip en insig van die situasie waarmee gewerk word, wat verkry kan word deur die speletjie verskeie kere te speel. Calitz (2005:15-16) stem met Tapson saam dat wiskundespeletjies nie slegs oor pret en die bou van selfvertroue gaan nie, maar dat dit leerders help om (1) wiskundige konsepte te verstaan, (2) wiskundige vaardighede te ontwikkel, (3) wiskundige feite te leer, (4) die vaktaal en woordeskat van wiskunde te leer en (5) kognitiewe wiskundige vaardighede te ontwikkel.

Die navorser wil deur die gebruik van opvoedkundige wiskundespeletjies ondersoek instel na die waarde daarvan om die leerders ook op dié wyse bloot te stel aan wiskunde, omdat die leerders wiskunde dan op informele wyse sal beleef en dat wiskunde aangeleer word sonder dat dit besef word. Die navorser wil ook verder bepaal of wiskunde moontlik vir leerders meer toeganklik gemaak kan word deur gebruik te maak van wiskundespeletjies. Begripsvorming en vaardigheidsontwikkeling behoort beter plaas te vind en as gevolg hiervan behoort leerders meer suksesvol te wees in wiskunde.

1.3.1 Algemene doelstelling

Die doel van die navorsing is om die invloed van wiskundespeletjies op leerderprestasie te bepaal. In die lig daarvan dat prestasie negatief deur wiskunde-angs en die gebrek aan basiese wiskundevaardighede beïnvloed word (Keen, 1991:75-90 en Tapson, 1997:2-5), word die volgende doelwitte gestel:

1.3.2 Doelwitte

1. Om te bepaal tot watter mate leerders wiskunde as minder vreesaanjaend beleef deur die speel van wiskundespeletjies.

2. Om te bepaal tot watter mate basiese wiskundevaardighede (taalvaardighede asook rekenvaardighede) ontwikkel word deur die speel van wiskundespeletjies.
3. Om te bepaal tot watter mate leerderprestasie in wiskunde kan verbeter deur die speel van wiskundespeletjies.

1.4 NAVORSINGSMETODES

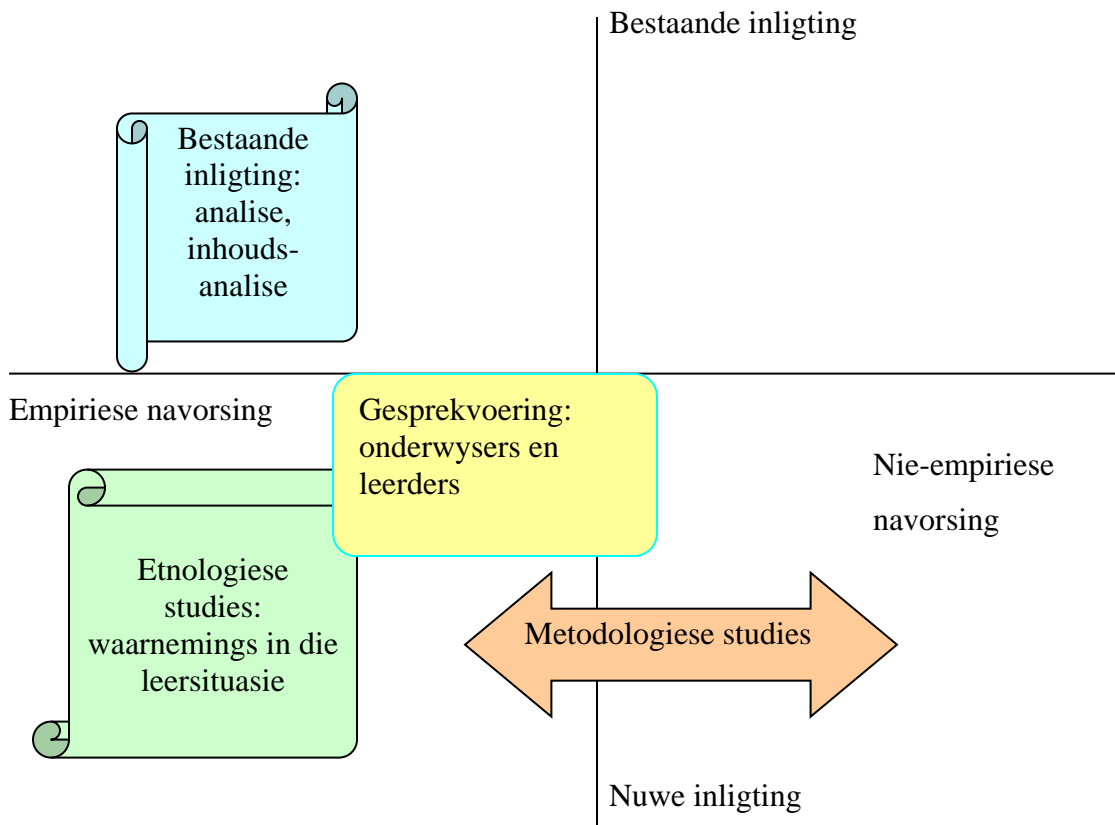
Kwalitatiewe en kwantitatiewe navorsingsmetodes is gebruik ten einde voldoende inligting te versamel oor die invloed van wiskundespeletjies op leerderprestasie. Die kwalitatiewe navorsing is gedoen om die leerproses te monitor. Inligting oor die produk van leer (prestasie) is verkry deur die kwantitatiewe navorsing. Die kombinasie van navorsingsmetodes maak dit moontlik om triangulasie toe te pas.

Uiteensetting van die navorsing:

Vir die eerste agt maande is relevante inligting uit verskeie bronne versamel. Die literatuurhoofstukke is in hierdie tyd geskryf. Gedurende die volgende 14 maande is die empiriese studie beplan en uitgevoer. Die intervensie met die eksperimentele groep, waartydens die speletjies in die klaskamer gebruik is, het vir 'n tydperk van ses maande geduur. Hierna is vyf maande gewy aan die verwerking, voorstelling en finale samevatting van die inligting wat uit die veldnavorsing verkry is.

Deur van kontrolegroepe gebruik te maak, is die betroubaarheid van die studie verbeter (Silverman, 2000:167-168). Om betroubaarheid verder te bevorder, is faktore wat die uitkoms van die navorsing kon beïnvloed, sover as moontlik konstant gehou. So is byvoorbeeld beide die eksperimentele groep en kontrolegroep by elke skool deur dieselfde onderwyser onderrig om sodoende aan dieselfde vaardigheidsvlak blootgestel te word. Beide groepe is ook aan dieselfde onderrigtyd blootgestel om te verhoed dat die eksperimentele groep bevoordeel word.

Uiteindelik sal die bestaande kennis vanuit die literatuur en die nuut verworwe kennis vanuit die navorsing dan saamgevoeg word om te poog om nuwe riglyne vir die onderrig van wiskunde daar te stel. In figuur 2 word die navorsingsvoorstel (-situasie) van hierdie studie skematies voorgestel:



Figuur 1.2: Skematiese voorstelling van navorsingsvoorstel
(Gebaseer op 'n voorbeeld in Mouton (2003:25))

1.5 TERREINAFBAKENING

Vir die uitvoer van die studie is twee skole in die Xhariep-distrik (geografiese distrik waar die navorser werk) gekies as deelnemers aan die navorsingstudie. Die akademiese agtergrond van die leerders is soortgelyk in beide skole. Verder is die onderwysers in beide skole eerder fasiliteerders as instrukteurs en hulle klaskamers kan as konstruktivistiese klaskamers beskryf word (vgl 1.2.1). Die graad 10-groep is gekies

omdat dit die begingroep van die VOO-fase is. Dit is derhalwe die grondslagjaar vir die finale nasionale seniorsertifikaateksamen wat aan die einde van graad 12 afgelê word.

1.6 UITLEG VAN DIE PROEFSKRIF

In hierdie *eerste hoofstuk* is die oriëntering ten opsigte van die gebruik en invloed van wiskundespeletjies gegee. Die probleemstelling, doel en metodes van ondersoek is bespreek. Die verloop van die navorsing word soos volg beskryf:

In *hoofstuk 2* word 'n teoretiese begroning van die plek van spel in onderrig gegee, gebaseer op 'n sosiaal-konstruktivistiese siening van leer.

In *hoofstuk 3* word daar uitgewy oor die voorwaardes vir die suksesvolle gebruik, seleksie, voorwaardes en bekendstelling van wiskundespeletjies. Verder word al die speletjies wat tydens die navorsing gebruik is, bespreek.

Hoofstuk 4 handel oor die navorsingsverloop. Die besonderhede van die metodes en navorsingsinstrumente word hier beskryf en die keuses word gemotiveer.

Hoofstuk 5 bevat die data-analise en grafiese voorstellings van die resultate van die empiriese studie.

Hoofstuk 6 bevat die bevindings, gevolgtrekkings en aanbevelings betreffende die suksesvolle gebruik van wiskundespeletjies in die wiskunde klaskamer.

1.7 VERKLARING VAN TERME

Verklaring van terme soos in hierdie proefskrif gebruik (vgl. Hoofstukke 2 en 3):

rooster - 'n $n \times n$ speelruimte met selle van gelyke grootte (lengte en breedte), (kan ook 'n *grid* genoem word).

1.8 LYS VAN AFKORTINGS

VOO	-	Verdere Onderwys- en Opleidingsband (FET)
NKV	-	Nasionale Kurrikulumverklaring
HNKV	-	Hersiende Nasionale Kurrikulumverklaring
SAG	-	Assesseringsriglyne (Subject Assessment Guidelines)
LU	-	Leeruitkoms
ASs	-	Asseseringstandaard

1.9 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is redes vir die bestudering van die spesifieke fenomeen verskaf. Die relevansie van die studie is aangedui en die algemene doelstelling en navorsingsdoelwitte is gestel. Inligting is verskaf oor die tipe studie ten einde antwoorde op die navorsingsprobleem en die navorsingsvrae te verkry.

In hoofstuk 2 sal daar gekyk word na die literatuur oor die filosofiese begroning van die verwysingsraamwerk. Verder word aandag geskenk aan speletjies deur die eeue en die belangrikheid van spel in die onderrigsituasie. Kognitiewe en affektiewe faktore wat 'n rol in die leerproses speel, word ook aangespreek.

HOOFSTUK 2

LEERTEORIEË EN DIE ROL VAN SPEL IN DIE ONDERRIG EN LEER VAN WISKUNDE

2.1 INLEIDING

Die eerste fokuspunt in hierdie hoofstuk is leerteorieë oor onderrig en spel. Spel as sulks word gedefinieer en daarvandaan beweeg die fokus nouer na die gebruik van speletjies in onderrig. Laastens word daar gefokus op die nut van wiskundespeletjies.

2.2 VERBANDHOUDENDE LEERTEORIEË

Dit is van belang vir die studie om verskillende benaderings en leerteorieë oor die onderrig en leer van wiskunde in oënskou te neem. Die didaktiese grondvorme, *voorbeeld*, *gesprek* en *opdrag* kom sterk na vore in die wiskunde-klaskamer. Spel, as didaktiese grondvorm, kom egter nie tot sy volle reg in die klaskamer nie. Teen hierdie agtergrond word spel van naderby beskou. Spel kan tot sy reg kom in die VOO-kurrikulum, want groot klem word gelê op die aktiewe deelname van die leerders in die klaskamer (Department of Education: 2004:2). Die bespreking van die teorieë dien dus as vertrekpunt en motivering vir die studie.

Eerstens word Piaget se filosofie oor die ontwikkeling van die kind van nader beskou. Piaget se teorie dien as begroning vir baie ontwikkelings met betrekking tot die leerproses. Tweedens word Vygotsky se teorie oor sosiale kognisie in oënskou geneem, want die speletjies wat in die studie gebruik word, word in 'n sosiale omgewing aangebied. Derdens is Bloom se taksonomie ook van naderby beskou, want 'n belangrike aspek wat ook betrokke is by die studie, is die affektiewe komponente wat 'n baie belangrike rol speel in die hele proses. Vierdens word oorgegaan na Dienes, Orten en ander navorsers se sienings oor die wiskunde-leerproses. Bogenoemde navorsers

fokus op die aktiewe deelname van die leerders aan die wiskunde-leerproses. Dan is daar ook na meer hedendaagse navorsers se beskouings oor die onderrig en leerproses gekyk om sodoende die motivering vir die studie verder te versterk.

2.2.1 Die leerproses volgens Piaget

Die Switserse bioloog en psigoloog Jean Piaget (1896-1980) is bekend vir sy belangrike en invloedryke teorieë oor die kind se ontwikkeling en leer. Piaget het vasgestel dat kinders verskillend dink en redeneer tydens verskillende periodes in hulle lewens. Hy glo dat elkeen deur 'n onveranderbare (vlakke kan nie omgeruil of vrygespring word nie) reeks van vier kwalitatiewe, kenmerkende vlakke ontwikkel (Piaget, 1958: elektroniese bron). Alhoewel elke normale kind deur hierdie vlakke vorder in presies dieselfde volgorde, bereik verskillende kinders hierdie vlakke op verskillende ouderdomme.

Die vier vlakke is (1) sensori-motories: geboorte tot 2 jaar; (2) pre-operasioneel: 2 jaar tot 7 jaar; (3) konkreet-operasioneel: 7 jaar tot 11 jaar; en (4) formeel-operasioneel (abstrakte denke): 11 jaar en verder. Elke vlak het groot kognitiewe take wat bemeester en afgehandel moet word. In die sensori-motoriese vlak het die denkstrukture hoofsaaklik met die bemeesting van konkrete voorwerpe te doen. Die bemeesting van simbole vind plaas in die pre-operasionele vlak. Op die konkrete vlak bemeester kinders verwantskappe, getalle en die vaardigheid van redenasie. Die laaste vlak verteenwoordig die bemeesting van denke (Evans, 1973:5-39; Funderstanding-elektroniese bron, Piaget, 1972a:14-60) (vgl. 1.2).

Volgens Copple, Sigel & Saunders (1984:45-80) is 'n sentrale komponent van Piaget se ontwikkelingsteorieë oor leer en denke, die feit dat beide die aktiewe deelname van die leerder benodig (vgl. 1.2.1). Kennis kan nie bloot verbaal oorgedra word nie, maar moet gekonstrueer en geherkonstrueer word deur die leerder. Die leerder moet aktief deelneem. Hy/sy is nie 'n objek wat met feite gevul kan word nie. Brainerd (1978:10-72) en Ginsburg & Opper (1979:20-80) stem saam en stel dit dat Piaget se benadering tot leer 'n gereedheidsbenadering is. Hierdie gereedheidsbenadering in die

ontwikkelingspsigologie beklemtoon die feit dat kinders nie iets kan leer voordat hulle deur blootstelling ontwikkel het en bepaalde kennis en vaardighede verwerf het nie. Eers as die kind die bepaalde kennis en vaardighede van die bepaalde vlak bemeester het, kan die kind vorder na die volgende vlak. Piaget (1972b:15–41) som dit op deur te sê dat die vermoë om enige kognitiewe inhoud te leer, altyd verband hou met die leerder se vlak van intellektuele ontwikkeling. Leerders op 'n sekere ontwikkelingsvlak kan nie konsepte van 'n hoër vlak leer nie.

'n Piaget-geïnspireerde kurrikulum beklemtoon dus 'n leerdergesentreerde opvoedkundige filosofie. Hierdie leerdergesentreerde filosofie vind neerslag in die UGO-kurrikulum (Departement of Education: NKV, 2004:2). Spel, as een van die vier didaktiese grondvorme, pas dus binne hierdie raamwerk, want spel benodig die aktiewe deelname van die leerders.

Piaget (1947:25-50 en 1972b:15–49) stel dit dat daar interaktiewe ontdekkingsleeromgewings in ons skole moet wees. Intelligensie groei deur die tweelingprosesse van assimilasië en akkomodasië. Groei vind dus plaas as die leerders bekende vaardighede in 'n nuwe situasie kan toepas en hierdie vaardighede kan aanpas soos benodig. Daar moet leergeleenthede beplan word wat geleentheid bied vir assimilasië en akkomodasië. Kinders het die behoefte om te ontdek, manipuleer, eksperimenteer, bevraagteken en om antwoorde vir hulleself te ontdek – aktiwiteite is essensieel. 'n Kind se belangstelling en entoesiasme word deur informele aktiwiteite en situasies verkry en behou.

In Piaget (1972b:20–42) se boek *To Understand is to Invent* sê hy dat die basiese beginsel van aktiewe metodes as volg gestel kan word: "... *to understand is to discover, or reconstruct by rediscovery, and such conditions must be complied with if in the future individuals are to be formed who are capable of production and creativity and not simply repetition.*" Hieruit kan dus afgelei word dat onderwysers eerder fasiliteerders van kennis moet wees – hulle moet leiding verskaf en leerders stimuleer. Leerders moet geleer word dat hulle foute mag maak en uit die foute kan leer. In aansluiting hierby

beseft die navorser dat in aktiewe leer die onderwyser vertroue in die leerder se vermoë om op sy/haar eie te leer moet hê.

Die gebruik van spel as alternatiewe, informele onderigmetode verskaf ideale situasies wat leerders toelaat om nuwe kennis te ontdek en te leer, om te kommunikeer met mekaar en die onderwyser, te argumenteer en te debatteer oor hulle wiskundige denke, vaardighede en redenasies. Al laasgenoemde vaardighede word onderskryf deur die VOO-kurrikulum (Department of Education, 2004:2-9), wat dit stel dat wiskunde:

- kritiese en logiese redenering aanmoedig;
- ontwikkel en bevraagteken word deur beide taal en simbole as gevolg van sosiale interaksie;
- waardevolle geleenthede verskaf vir die ontwikkeling van 'n verskeidenheid waardes asook persoonlike en interpersoonlike vaardighede;
- leerders in staat stel om effektief te kommunikeer deur beskrywings in woorde, grafieke, simbole, tabelle en diagramme.

Die navorsing sluit baie nou aan by Piaget se filosofie en wat in die VOO-kurrikulum onderskryf word, deurdat:

- speletjies gebruik maak van taal wat relevant is vir 'n graad 10 vlak, want Piaget stel dit dat leerders nie konsepte kan leer van 'n hoër vlak voordat hulle die huidige vlak se konsepte hulle eie gemaak het nie;
- kennis en konsepte oorgedra word deur die fisiese speel van wiskundespeletjies en sodoende is leerders aktief betrokke by die onderrigproses;
- speletjies afgewissel word om sodoende belangstelling en motivering van leerders te behou;
- speletjies gebruik word in lyn met die toepaslike kurrikulum en kennis/vaardighede wat verwag word van die teikengroep van die studie;

- die speletjies ruimte bied vir die swakker sowel as die sterker leerders. Die moeilikheidsgraad van die speletjies aangepas kan word vir die leerders wat alreeds die vlak van abstrakte denke begin bereik of bemeester het;
- sosiale interaksie noodsaaklik is, want aanvaarding, verduideliking en verdediging van antwoorde is deel van die hele proses en volgens Piaget het leerders die behoefte om te ontdek, te bevraagteken en te eksperimenteer.

2.2.2 Vygotsky en sosiale kognisie

Die Sosiale Kognisie Leermodel is gegrond op die beginsel dat kultuur die primêre determinant vir individuele ontwikkeling is. Die mens is die enigste spesie wat kultuur ontwikkel het en elke kind ontwikkel in die konteks van 'n kultuur. 'n Kind se leer word op verskeie maniere beïnvloed deur kultuur –ingesluit die kultuur van die familie-omgewing, waarin hy/sy verweef is (Vygotsky, 1978:25-60).

Twee soorte bydraes word deur kultuur gemaak ten opsigte van die kind se intellektuele ontwikkeling. Eerstens verkry kinders die meeste van die inhoud van hulle denke, met ander woorde hulle kennis, deur kultuur. Tweedens verskaf die omliggende kultuur die prosesse of maniere van denke aan die kinders, wat die Vygotskiane die instrumente van intellektuele aanpassing noem. In kort: kultuur leer die kinders beide wat om te dink en hoe om te dink (Vygotsky, 1962:20-70).

Kognitiewe ontwikkeling is die resultaat van 'n dialektiese proses waartydens 'n kind leer deur middel van ondervindings van probleemoplossing gedeel met iemand anders (ouers, onderwyseres, broers en susters, eweknieë). Die kind se eie taal word sy/haar primêre instrument van intellektuele aanpassing soos leer vorder (Vygotsky, 1978:25-60).

Daar bestaan 'n verskil tussen wat 'n kind op sy/haar eie kan doen en wat die kind met hulp kan vermag. Vygotsky noem hierdie verskil die sone van proksimale ontwikkeling. Interaksie met die omringende kultuur en sosiale agente soos ouers en meer bevoegde eweknieë, lewer 'n beduidende bydrae tot 'n kind se intellektuele ontwikkeling (Vygotsky, 1978:25-60). Dit is vir die navorser duidelik dat die interaksie wat beskryf

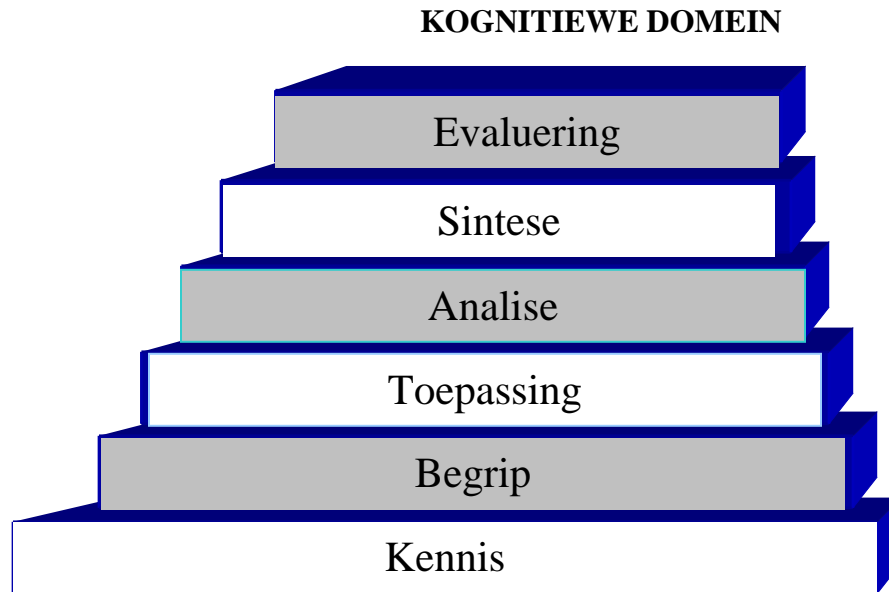
word, in werklikheid soos 'n stellasie op verskillende vlakke van hulp en ondersteuning lê.

Die gebruik van speletjies in hierdie studie skep 'n ideale sosiale omgewing soos deur Vygotsky beskryf. Die gebruik van wiskundespeletjies in hierdie ideale sosiale omgewing kan 'n beduidende faktor wees om die gaping tussen die vlak waarop die leerder nou funksioneer te oorbrug na die volgende vlak in die leer en ontwikkeling van die leerder. Die sone van proksimale ontwikkeling kan dus aangevul word deur die gebruik van speletjies waarbinne die leerders leer, kommunikeer, redeneer en groei tot 'n volgende hoër denkvlak in hulle ontwikkeling. Hierdie groeiproses is ook deur Piaget beskryf en moet volgens hom plaasvind in interaktiewe leeromgewings binne die skool. Piaget egter in teenstelling met Vygotsky, stel dit dat die vaardighede van een vlak eers bereik moet word voordat na 'n volgende vlak beweeg kan word. Hierdie interaktiewe leeromgewings word deur Vygotsky beskryf as die invloed van die kind se kultuur op die kind se ontwikkeling.

2.2.3 Bloom se taksonomie

"Taksonomie" beteken eenvoudig "klassifikasie", dus is hierdie welbekende taksonomie van leerdoelwitte 'n poging om die vorme en vlakke van leer te klassifiseer. Die taksonomie identifiseer drie domeine in die leerproses waar elke domein in 'n reeks vlakke of pre-voorwaardes georganiseer is. Die veronderstelling geld dat niemand effektief hoër vlakke kan aanspreek as die voorafgaande vlakke nie volledig en suksesvol aangespreek is nie. Hier is dus effektief 'n reeks van opeenvolgende vlakke (Gallagher, 1994:171-195).

Volgens Bloom (1956:20-36) verwys die kognitiewe domein na kennisstrukture en dit is die domein wat die meeste in die klaskamer aangespreek word (alhoewel die blote kennis van feite die laagste vlak verteenwoordig). Volgens Gallagher (1994:171-195) kan die domein gesien word as 'n reeks van progressiewe kontekstualiserings van die kennis en vaardighede.



Figuur 2.1 Navorser se voorstelling van die kognitiewe domein van Bloom

Daar word gewoonlik minder aandag aan die affektiewe domein geskenk, deels omdat hierdie domein meer handel oor gevoel, waardes en houdings as die kognitiewe domein. Die affektiewe domein verteenwoordig die manier waarop ons gebeurtenisse op emosionele vlak hanteer, soos gevoelens, waardes, waardering, entoesiasme, motiverings en houdings (vgl. 2.9.1, Bylae B, C en D). Die vyf groot vlakke van die affektiewe domein, soos geïdentifiseer deur Krathwohl, Bloom & Masia (1973:14-39), word hieronder gelys van die eenvoudigste tot die meer komplekse:

Tabel 2.1

Vlakke	Voorbeeld	Kernwoorde
<p>Ontvangs: Bewuswording, gewilligheid om te hoor, geselekteerde aandag</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Luister na ander met respek. • Luister vir en onthou die name van voorgestelde mense. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vra • Beskryf • Gee • Identifiseer • Antwoord • Gebruik
<p>Reaksie: Aktiewe deelname aan die kant van die leerders. Skenk aandag en reageer op `n spesifieke fenomeen. Leeruitkomste mag fokus op die samewerking om te reageer, gewilligheid om te reageer of die satisfaksie om te kan reageer (motivering).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Neem deel aan klasbesprekings. • Doen `n aanbieding. • Bevraagteken nuwe doelwitte, konsepte, modelle, ens. om sodoende tot beter begrip daarvan te kom. 	<ul style="list-style-type: none"> • Antwoord • Help • Bespreek • Groet • Bied aan • Lees • Rapporteer • Vertel • Skryf • Gee gehoor
<p>Waardering: Die waarde wat `n persoon aan `n spesifieke objek of persoon toeken. Dit wissel van eenvoudige aanvaarding tot `n meer komplekse toestand van betrokkenheid. Waardering is gebaseer op die</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstreer geloof in `n demokratiese proses. • Is sensitief ten opsigte van individuele en kulturele verskille. • Toon die vermoë om probleme op te 	<ul style="list-style-type: none"> • Voltooi • Demonstreer • Differensieer • Verduidelik • Volg • Neem inisiatief • Nooi uit • Regverdig • Stel voor • Lees

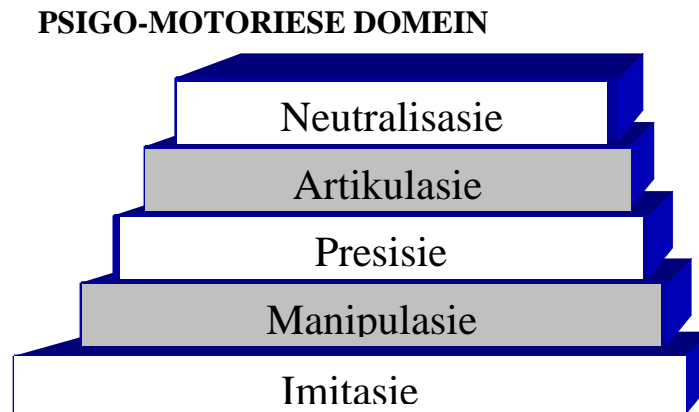
<p>internalisering van `n stel spesifieke waardes, terwyl leidrade ten opsigte van hierdie waardes uitgedruk word in die leerders se gedrag en gewoonlik identifiseerbaar is.</p>	<p>los.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stel `n plan voor vir sosiale verbetering en volg dit deur. • Gesels oor aspekte wat as baie belangrik geag word. 	<ul style="list-style-type: none"> • Doen Verslag • Selekteer • Deel • Studeer • Werk
<p>Organisering: Organiseer waardes volgens prioriteite deur verskillende waardes te kontrasteer, konflik op te los tussen hulle en die vorming van `n unieke waardesisteem. Die fokus is op vergelyking, verbande trek en sintetisering van waardes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Herkenning van die nodigheid vir balans tussen vryheid en verantwoordelike optrede. • Aanvaarding van verantwoordelikheid vir onetiese gedrag. • Verduideliking van die rol van sistematiese beplanning in die oplos van probleme. • Aanvaarding van etiese standaarde. • Vorm `n lewensplan in harmonie met vermoëns, belangstellings en waardes. • Prioretiseer tyd 	<ul style="list-style-type: none"> • Gee gehoor aan • Pas aan • Organiseer • Kombineer • Voltooi • Verdedig • Verduidelik • Formuleer • Veralgemeen • Identifiseer • Integreer • Modifiseer • Rangskik • Berei voor • Sintetiseer

	effektief om die doelwitte van die werk, familie en die eie ek te behaal.	
<p>Internalisering van waardes: Beskik oor 'n waarde-sisteem wat gedrag beheer. Die gedrag is doelgerig, konsekwent, voorspelbaar en karakteristiek van die leerder. Onderrigdoelwitte hang baie nou saam met die leerder se patroon van aan-passing (persoonlik, sosiaal, emosioneel, karakterisering).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bewyse van interne betroubaarheid as onafhanklik gewerk word. • Werk saam in groepaktiwiteite. • Gebruik 'n doelmatige benadering tydens probleemoplossing. • Hersiening van oordeel en verander gedrag in die lig van nuwe getuienis. • Waardeer mense vir wat hulle is en nie hoe hulle lyk nie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tree op • Diskrimineer • Beïnvloed • Luister • Pas aan • Vertoon • Oefen • Stel voor • Kwalifiseer • Bevraagteken • Hersien • Dien • Los op • Verifieer

Die impak van wiskundespeletjies op die affektiewe aspekte, soos die selfkonsep, motivering en wiskunde-angs van die leerder, word in die studie ondersoek (vgl. 2.9.1). Dit blyk duidelik uit bogenoemde tabel dat die leerders ook in die affektiewe domein deur fases van ontwikkeling moet gaan.

Bloom het nooit werklik die beskrywing van die psigo-motoriese domein voltooi nie. Verskeie navorsers het gepoog om die beskrywing van die domein te voltooi. Een van

die eenvoudigste weergawes is deur Dave in 1975 voorgestel. Sy voorstelling is in lyn met die model van ontwikkelende vaardighede en dui op die fundamentele rol van nabootsing in vaardigheidverkryging (Shrager & Klahr, 1986:153-198; Tennant, 1988: 14-80).



Figuur 2.2 Navorsers se voorstelling van die psigo-motoriese domein van Bloom

Die verskillende vlakke van die domein kan as volg omskryf word (Shrager & Klahr, 1986:153-198; Tennant, 1988: 14-80):

Neutralisasie – Die kind hoor en beleef sonder om kant te kies.

Artikulasie – Die kind verwoord nou vir hom-/haarself wat gehoor en beleef is.

Presisie – Die verwerking vind nou plaas ten einde tot volle begrip te vorder.

Manipulasie – Nou gaan begrip oor na handeling.

Imitasie – Die proses van nabootsing, navolging vind nou plaas.

Die kennis en vaardighede word verwoord en gedemonstreer aan die leerders. Nou konstrueer en herkonstrueer die leerders die kennis ten einde tot volle begrip te kom. Die leerders kan nou hul kennis en vaardighede begin toepas en aanpas. Ook hierdie aspek word deurgetrek na die navorsing, want die ontwikkeling van vaardighede is altyd teenwoordig as wiskunde gedoen word. Basiese vaardigheidsontwikkeling is 'n outomatiese gevolg van die speel van wiskundespeletjies.

2.2.4 Dienes se teorie oor die leer van wiskunde

Anders as Piaget, het Dienes homself uitsluitlik toegespits op die leer van wiskunde. Soos Piaget, is Dienes se belangrikste boodskap dat leerders aktief in hulle leerproses betrokke moet wees. Dienes verwerp die idee dat wiskunde primêr vir sy gebruikswaarde of vir materialistiese gewin geleer moet word. Dienes sien wiskunde as 'n kunsvorm wat vir die intrinsieke waarde van die vak self bestudeer moet word. Hy is van mening dat die aanleer van wiskunde uiteindelik in die kind se persoonlikheid geïntegreer moet word en sodoende 'n manier van werklike persoonlike bevrediging word (Post, 1988: 1–19).

Dienes het sy aanvanklike inspirasie uit die werke van Piaget, Bruner en Bartlett (Orten, 1987:15-110) verkry, maar sy teorie is ook gebaseer op resultate van sy eie navorsing. Dienes (1960:12-29) gaan van die voorveronderstelling uit dat wiskunde nie op 'n stimulus-respons manier geleer kan word nie omdat dit nie die wiskunde-inhoud as sulks is wat probleme veroorsaak nie. Dienes (1960:12-29) glo dat probleme ontstaan omdat die leer van wiskunde te veel fokus op die struktuur van die leerproses. Dienes se teorie berus op vier beginsels: (1) dinamiese beginsel; (2) konstruktivistiese beginsel; (3) wiskundige-veranderlike-beginsel; (4) perseptuele-veranderlike-beginsel (Dienes, 1963:22-87).

Die dinamiese beginsel is afgelei uit die werke van Piaget wat poneer dat leerders stadiger leer as wat vroeër aanvaar is en dat tyd nodig is sodat konsepte gevorm kan word. Samehangend hiermee word leer beskou as 'n aktiewe proses. Konsepvorming word bevorder deur gepaste leeromgewings en –situasies te skep (Bruner, 1960:15-88 en Orten, 1987:20-80).

Dienes (1963:15-30) was ook van mening dat wiskunde 'n konstruktiewe aktiwiteit vir kinders is en nie 'n analitiese aktiwiteit nie, daarom sy verwysing na 'n konstruktivistiese beginsel. Formele, logiese denke, afhanklik van analise, word beskou as uitsluitlik deel van volwasse denke. Kinders moet hulle eie kennis konstrueer ten einde na hierdie

formele vlak van denke te kan beweeg (Dienes & Golding, 1971:34-48 en Orten, 1987:20-99).

Volgens Orten (1987:20-95) verklaar Dienes 'n wiskundige konsep gewoonlik as 'n konsep wat uit 'n aantal veranderlikes bestaan. Dit is die konstantheid van die verwantskappe tussen hierdie veranderlikes, wat die basis van wiskundige konsepte vorm. Laasgenoemde het Dienes gelei tot sy wiskundige-veranderlike-beginsel.

Dienes (1960:18-37) akkomodeer individuele verskille op een van twee maniere, naamlik:

- om leer te organiseer op 'n individuele of kleingroepbasis, deur moontlik gebruik te maak van werkkaarte; of deur
- die perseptuele beginsel, met ander woorde die persoonlike persepsie van die leerder.

Leeruitkoms 2 van die wiskunde NKV (Department of Education, 2004:9) sluit nou aan by die perseptuele beginsel deur te stel dat perseptuele voorstellings van konsepte afgewissel moet word. Konsepte moet vanuit verskillende hoeke beskou word. Orten (1987:20-99) bevestig ook die akkomodasie van individuele verskille soos genoem in bogenoemde paragraaf.

2.2.5 Orten en ander navorsers

Volgens Orten (1987:20-99) is die teorie van Dienes bevredigend as gevolg van die soliede basis in die werke van Piaget en Bruner. Orten (1987:20-99) haal verskeie navorsingsresultate aan in 'n poging om die denkaktiwiteit te verklaar wat betrokke is in die wiskundeleerproses. Die grootste navorsers wat deur Orten aangehaal word, is Gagné, Skemp, Polya, Brown en Bruner. Hulle belangrikste bydraes word vervolgens kortliks bespreek.

* Gagné:

Gagné (1977:12-45) se taksonomie van agt leertipes is welbekend. Hierdie leertipes is: (1) seinprosessering (klassieke kondisionering); (2) stimulus-respons-leer (operante kondisionering); (3 & 4) motoriese en verbale kettingberedenering (leer van reeks reaksies of woorde deur middel van oefening); (5) veelvoudige diskriminasie (van individuele items van 'n stel); (6) konsep-leer (die identiteit van klasse); (7) die verkryging van reëls (laat leerders toe om inligting te organiseer); en (8) probleemoplossing (leer van nuwe reëls of die toepassing van reëls in nuwe situasies). Al die leertipes behalwe seinprosessering berus op 'n progressiewe stelsel waar elke volgende stap afhanklik is daarvan dat die vorige stap eers aangeleer is. Seinprosessering dui op die indruk en hantering van die gedrag van ander persone in die begin van die kind se leerproses. Dit is onafhanklik van ander leertipes en speel 'n belangrike rol in affektiewe leer van emosies en houdings (Gagné, 1977:12-45).

* Skemp

Die kern van Skemp se werk is die onderskeid wat tussen instrumentele verstaan en relasionele verstaan (begrip) gemaak word. Instrumentele verstaan is nog tot onlangs toe nie beskou as verstaan nie. Voorheen is daarna verwys as regulering sonder redenering. Sonder om die begrip area te verstaan, kan die area van 'n sirkel bereken word met die waarde van die radius en die waarde van π . Dit is instrumentele verstaan. Andersyds is daar relasionele verstaan, die verstaan van hoe die redenering geskied om die radius en π in 'n sekere verwantskap te gebruik om sodoende die area van 'n sirkel te kan bepaal (Skemp, 1971:12-55 en 1986:24-65).

* Polya

In Post (1988:1-19) en in die elektroniese bron *Funderstanding* word Polya se vierstap probleemoplossingproses as volg opgesom:

Verstaan die probleem

1. Kan jy die probleem in jou eie woorde weergee?
2. Wat probeer jy uitvind of doen?
3. Wat is die onbekende faktore?
4. Watter inligting kon jy uit die formulering van die probleem verkry?
5. Watter inligting, indien enige, is nie beskikbaar nie of is onnodig?

Maak `n plan

Die volgende strategieë kan baie nuttig wees in die daarstel van `n plan:

1. Soek vir `n patroon.
2. Ondersoek soortgelyke probleme en bepaal of dieselfde tegnieke in die probleem toegepas kan word.
3. Ondersoek `n vereenvoudigde of spesiale vorm van die probleem om sodoende insig te verkry in die oplossing van die oorspronklike probleem.
4. Maak `n opsommingstabel.
5. Maak `n sketsdiagram.
6. Skryf `n vergelyking.
7. Gebruik tref-en-probeer.
8. Werk terugwaarts.
9. Identifiseer sub-doelwitte.

Voer die plan uit

1. Implementeer die plan wat in die vorige stap opgestel is en voer alle berekeninge en/of aksies uit.
2. Maak seker dat elke stap van die plan volledig uitgevoer word. Dit kan intuïtief gedoen word of `n formele bewys van wat in elke stap gedoen is, kan gegee word.
3. Hou `n akkurate rekord van die verloop.

Evalueer die poging

1. Vergelyk en toets die resultate van die oorspronklike probleem.
2. Interpreteer die oplossing in terme van die oorspronklike probleem. Maak jou antwoord sin? Is jou antwoord logies?
3. Bepaal of daar 'n ander metode is om die oplossing te verky.
4. Indien moontlik, ondersoek ander verwante probleme of meer algemene probleme waar die strategie ook toegepas kan word.

* Bruner

Bruner se werk is grootliks deur die werk van Piaget beïnvloed. Volgens Orten, (1987: 20-99) het Bruner vir 'n geruime tyd saam met Dienes gewerk en hulle deel baie sienings met mekaar. Bruner het alternatiewe getuienis daargestel wat aandui dat leerders eerstehandse interaksie met hulle omgewing moet hê. Hier is dus 'n teenstrydigheid te bespeur met Dienes se siening dat wiskunde vir die intrinsieke waarde van die vak self bestudeer moet word. Sy wyd aangehaalde siening dat "*any subject can be taught effectively in some intellectually honest form to any child at any stage of development*" het kurrikulumontwikkelaars aangemoedig om nuwe strategieë en gevolglik alternatiewe metodes te ondersoek vir die oordrag van kennis (Bruner, 1960:5-49).

Bruner baseer sy eie onderrigmodel op vier sleutelkonsepte: strukture, gereedheid, intuïsie en motivering. Bruner het aangedui, dat as leerders die struktuur van die dissipline geleer word, dit sal lei tot groter intellektuele betrokkenheid van die leerders terwyl hulle basiese beginsels vir hulleself ontdek. Volgens Bruner (1960:5-49) omvat die leerstruktuur van kennis ook die begrip, onthou en oordrag van leer. Laasgenoemde struktuurleer lei gevolglik na 'n prosesbenadering waar die proses van leer (hoe geleer word) net so belangrik is as die inhoud van wat geleer word (Bruner, 1960:5-49). Hier is ook 'n teenstrydigheid met Dienes se siening dat die leer van wiskunde te veel berus op die struktuur van die proses. Daar moet egter melding gemaak word daarvan dat Bruner geensins die leerinhoud as onbelangrik ag nie; intendeel, uit sy werk blyk dit dat hy vra vir 'n beter balans tussen die proses- en produkgeoriënteerde ervarings van die leerders.

Soos wat die leerders ontwikkel, word hulle denke gereed vir die ontwikkeling van hulle intuïtiewe aanvoeling vir die oplos van wiskunde probleme. Die interne motivering van die leerders speel 'n belangrike rol in die sukses van die ander drie sleutelkonsepte. Volgens Bruner (1960:5-49) bepaal die vlak van motivering tot 'n groot mate die tempo van ontwikkeling.

* Brown

Die kern van Brown se werk is sy onderskeiding tussen interne begrip en eksterne begrip. Brown definieer die twee begrippe as volg: "*To understand the meaning of X is to know the relationship inside the X itself and to understand X externally is to know how it is related with others while considering X as a whole*" (Post, 1988:1-19).

2.2.6 Hedendaagse navorsers se siening oor die leer van wiskunde

Volgens Verschaffel, Greer & De Corte (2000:21-30) is dit nie juis 'n kognitiewe agterstand wat veroorsaak dat leerders nie tot werklike begripsvorming in wiskunde kan kom nie. Die genoemde navorsers stel dit dat die probleem eerder lê in sekere aspekte van wiskunde-onderrig/-leer wat in die klaskamer plaasvind. Hierdie navorsers is van mening dat daar twee aspekte is wat problematies is van die huidige instruksiepraktyk en -kultuur waarbinne die leerders leer om probleme in op te los. Hierdie twee aspekte is:

- die verarmde en stereotipiese aanbod van standaard probleme in lesse, handboeke en toetse, wat gewoonlik altyd gemodelleer kan word deur een of meer berekeninge uit te voer met die gegewe inligting;
- die huidige onderrigpraktyk en kultuur wat totaal gebrekkig is waar dit die modelleringsperspektief behels.

Von Glasersfeld (1991:6-39) deel die mening van bogenoemde navorsers en stel dit dat leerders aktief betrokke moet wees om hulle eie kennis en rekenvaardigheidsvlakke te bou. Sonder aktiewe deelname in `n realiteitsgebaseerde wiskunde klaskamer sal basiese vaardighede nie genoegsaam ontwikkel nie. De Corte (1992:317-331) omskryf ook die aspek van aktiewe deelname en stel dit verder dat leerders die nodige kennis, vaardighede (vgl. 2.9.2), waardes en motivering (vgl. 2.9.1) moet hê om sukses te behaal in wiskunde. Leerders kan dit slegs verkry indien hulle aktief aan `n minder formeel gestruktureerde onderig- en leerproses deelneem. Basiese rekenvaardigheidsvlakke kan ook ontwikkel word in `n minder formele omgewing. Ontwikkeling van genoemde vaardighede is essensieel vir prestasie in wiskunde.

De Corte, Greer & Verschaffel (1996:37-46) dui die volgende eienskappe aan wat onderliggend aan wiskundekognisie (kennis) en –denke (redenasië) is:

- `n Goedgeorganiseerde en buigbare domeinspesifieke kennisbasis wat feite, simbole, konvensies, definisies, formules, algoritmes, konsepte en reëls insluit. Dit vorm die basis van die inhoud van wiskunde as `n spesifieke veld;
- Soekstrategieë, dit wil sê versigtige analise van `n probleem, afbakening van `n probleem in subdoelwitte, moontlike oplossing en toetsing van die oplossing se geldigheid;
- Metakognisie, vaardighede en self-motivering wat versterk word deur kennis en geloof in jou eie wiskundige vermoëns (vgl. 2.9.1 & 2.9.2);
- Affektiewe komponente wat sienings oor wiskunde, houdings en emosies insluit (vgl. 2.9.1).

Bogenoemde eienskappe moet geïntegreerd en interaktief wees ten einde beter kognisie te verseker.

Verder stel De Corte et al. (1996:10-50) dit dat eweknie-interaksie noodsaaklik is vir kognitiewe veranderinge met betrekking tot kennis (vgl. 5.4). Hierdie bewering van De Corte et al. (1996:10-50) impliseer `n sosiaal-konstruktivistiese siening van onderrig en leer.

2.2.7 Afleidings uit leerteorieë

Afleidings uit die leerteorieë kan soos volg opgesom word met verwysing na die onderrig- en leersituasie:

- Aktiewe deelname van leerders aan die leerproses is van wesenlike belang. Die aspek word onderskryf deur die teorieë van Piaget (2.2.1), Vygotsky (2.2.2), Bloom (2.2.3), Dienes (2.2.4), Bruner (2.2.5) en meer hedendaagse navorsers (2.2.6). Die gebruik van spel as onderrigmetode is dus ideaal, want die aktiewe deelname van die leerders is 'n gegewe.
- Kinders kan nie iets leer voordat hulle deur blootstelling ontwikkel het nie, met ander woorde interaksie met die omringende kultuur, ouers, onderwysers, eweknieë lewer 'n beduidende bydrae tot die kind se ontwikkeling. Hierdie aspek word ook beklemtoon deur Piaget (2.2.1), Vygotsky (2.2.2), Bloom (2.2.3) en Bruner (2.2.5). Interaksie, veral met eweknieë, is deel van spel en die eweknieë kan mekaar help om die speletjies beter te verstaan.
- Leerders moet hul kennis ontdek. Die kennis moet gekonstrueer en geherkonstrueer word deur die leerders ten einde tot volle bemeestering te kom. Beklemtoning van hierdie aspek word gevind in die teorieë van Piaget (2.2.1), Dienes (2.2.4), Bruner (2.2.5) asook van die meer hedendaagse navorsers (2.2.6). Met die gebruik van speletjies word daar dus ruimte vir die ontdekking en konstruksie van kennis en vaardighede geskep.
- Informele aktiwiteite verkry en behou 'n kind se belangstelling en entoesiasme en motiveer kinders om weer te probeer. Sosiale waardesisteme word ontwikkel. Kinders se geloof in hul eie vermoëns moet versterk en ontwikkel word. Die ontwikkeling en bevordering van die affektiewe aspekte betrokke by die ontwikkeling van die kind, is van die uiterste belang. Laasgenoemde afleiding kry bevestiging en ondersteuning uit die teorieë van Piaget (2.2.1), Vygotsky (2.2.2), Bloom (2.2.3), Gagné (2.2.5) en meer hedendaagse navorsers (2.2.6). Speletjies skep ideale sosiale omgewings waarbinne ontwikkeling van hierdie affektiewe faktore kan plaasvind.

- Alhoewel verwag word dat Graad 10 leerders op die abstrakte vlak van denke is en dus probleemoplossingsvaardighede moet beheers, kan die navorser uit eie ondervinding as leerfasiliteerder by klaswaarnemings asook antwoorde op hoër-orde-eksamenvrae, dit stel dat daar tog heelwat leerders is wat hierdie vlak nog nie bereik het nie. Die nuwe kurrikulum vereis van die leerders om redenasies te verwoord, verduidelikings te kan regverdig, om verwantskappe te kan beskryf, ens., maar die leerders ondervind wesenlike probleme hiermee. Vir die doel van hierdie navorsing is egter besluit om die hoofokus op basiese vaardighede te plaas, omdat basiese vaardighede 'n voorvereiste is vir probleemoplossingsvaardighede.

Piaget (2.2.1) stel dit dat elke ontwikkelingsvlak sekere kognitiewe take het wat eers bemeester moet word voordat na 'n volgende vlak aanbeweeg kan word. Vygotsky (2.2.2) dui aan dat dit belangrik is om te onderskei wat 'n kind op sy/haar eie kan doen en wat met hulp vermag kan word. Bloom (2.2.3) sluit hierby aan deurdat hy kennisstrukture beskryf as 'n reeks van progressiese kontekstualiserings van kennis en vaardighede. Gagné (2.2.5) beskryf leer ook as 'n progressiewe stelsel waar die volgende stap afhanklik is van die aanleer van die vorige stappe.

Met die speletjies op verskillende moeilikheidsgrade, word daar dus geleentheid gebied vir alle leerders om op haar/sy vlak te kan meeding en sodoende verder te kan ontwikkel. Die samestelling van die groepe waarbinne die leerders speel, is van wesenlike belang om al die leerders gelyke kanse te bied. Vygotsky (2.2.2) stel dit dat die sosiale omgewing waarbinne leer plaasvind een van die primêre determinante vir ontwikkeling is.

Teen die agtergrond van Piaget, Vygotsky, Bloom, Dienes, Gagné, Bruner en ander meer hedendaagse navorsers se sienings kan spel nou as alternatiewe onderrigmetode ondersoek word.

2.3 WAT IS SPEL?

Spel is `n basiese leervorm en word naas *voorbeeld*, *gesprek* en *opdrag* as een van die vier didaktiese grondvorme beskou (Jansen, 1984:48). Tog kom spel as basiese leervorm nie tot sy reg binne die kurrikulum nie. Die navorser vra dus nou die vraag wat spel is en wat leerders uit spel kan leer. Hierdie vraag word deur menige opvoedkundige gesien as onnodig, want ons weet tog goed wat spel is! Of weet ons werklik?

`n Groot groep onderwysers met wie die navorser in gesprek was, kan eintlik nie glo dat leerders baie goed kan leer, ontdek en probleme oplos sonder dat hulle die hele tyd onder beheer is nie. Suiwer spel word dikwels as tydmors beskou. Dit is waarskynlik die

belangrikste rede waarom skole werkvelle of spesiale wiskundeprogramme vir hersiening en drilwerk gebruik en nie speletjies nie (vgl. 1.3).

In die Groot Afrikaanse Woordeboek (Odendal, Schoonees, Swanepoel, Du Toit & Booysen, 1996:1041) word spel verduidelik as volg: *Handeling van speel; handeling wat nie ernstig is nie; speelbedrywighede tot vermaak en vir ontspanning; bepaalde reëls*. Spel is egter nie net deel van die kind se lewe nie, maar ook van die volwassene se lewe.

Berks en Winsler (1995:56) haal Vygotsky aan oor die kenmerke van spel... “...*is self-restraint – willingly following social rules. In play subordinating momentary desires to a role in a make believe scene and its rules, become a new form of desire. In this way, play creates a zone of proximal development through which the learner realizes many achievements that will become his/her basic level of real action and morality in future...*” (vgl. 2.2.2).

Die navorser ondersteun Calitz (2005:13-23) waar sy sê dat spel se rol in die ontwikkeling van die brein so fenomenaal is dat ons saam met die Romeinse geskiedkundige Tacitus en Suid-Afrika se Langenhoven moet uitroep – *experientia docet* (ondervinding leer). Deur te speel, word ondervinding opgedoen en sodoende vind leer plaas.

2.4 SPEL: VAN TOEKA TOT NOU

Volgens De Jager (1998:1-2) se navorsing oor die geskiedenis van spel, blyk dit duidelik dat Martin Luther al die belangrikheid van die speldrang van kinders besef het. Sy aanbevelings was dat kinders toegelaat moet word om vryelik te kan speel, want die waarde van spel is hoofsaaklik om die kind natuurlik te ontwikkel.

Golcher (1978:12 -16), Grey (1987:97-108) en Leigh (1971:31-43) stem almal saam dat spel nie slegs 'n kind besig hou nie, maar dat dit hom/haar voorberei vir die volwasse lewe deur die ontwikkeling van verantwoordelikheid, selfstandigheid, inisiatief en ondernemingsgees.

Die omgewing vir spelaktiwiteit kan vir die kind beperkend wees, want vir sinvolle, spontane spel benodig 'n kind 'n stimulerende omgewing waarbinne hy/sy ongehinderd kan speel. Die skepping van hierdie omgewing is die verantwoordelikheid van die ouer by die huis en die onderwyser in die skool, maar ongelukkig word hierdie verantwoordelikheid nie altyd nagekom nie (Cass, 1971:14-39, Lindquist, 1977:56, Moyles, 1989:34-45 en Nel, 1997:7).

Volgens Coetzee (1991:185-187) huldig verskillende volke verskillende beskouings rakende kinderspel. In die Ou-Israelitiese opvoedingsstelsel het die vader die ouer seuns geleer, terwyl die jonger seuns en die dogters onder die moeder se sorg was. Die meisies is onderrig in die tradisies en oorleweringe van die volk, sowel as in suiwer huishoudelike sake. Die seun moes reeds op dertienjarige leeftyd die verantwoordelikheid van 'n grootmens op hom neem. Gevolglik was die kinderjare nie speeljare nie, maar oefenjare en leerjare.

In die Grieks-klassieke tydperk, oftewel die klassieke beskawing, is spel, spele en atletiek as baie waardevol in die opvoedingstelsel bestempel. Hierdie erkenning van die opvoedkundige betekenis van spel vloei voort uit die algemene opvoedingsideaal van die Grieke wat gerig was op die gebalanseerde ontwikkeling van die individu tot volwaardige burger van die staat (Monroe, 1917:198-203 en Potgieter & Malan, 1986:14-32).

Volgens De Jager (1998:27) kan die oorsprong van baie speletjies na outydse godsdienstige of bygelowige rituele teruggevoer word. So het die Grieke se liefde vir atletiek `n belangrike bron vir nuwe speletjies geword. Die Grieke het geglo dat, hoe beter hulle vertoning in spel, hoe meer goedgunstiglik hulle deur die gode ontvang sal word. Soms is speletjies ontwikkel om aan `n spesiale behoefte te voldoen, soos om konsentrasievermoëns te verbeter (klassieke raaisels wat as uitdaging gestel is). Dit het ook gebeur dat speletjies sonder beplanning of ontwerp net eenvoudig spontaan ontstaan het uit `n natuurlike speelsituasie (Viney & Grant, 1978:1 en West, 1990:31-37).

By kinders is die liefde vir spel `n ingebore eienskap. Spontane spel word deur kinders geniet. Volgens Clepper (1974:35), De Jager (1998:28) en Muller (1991:20-21) is laasgenoemde waar vir sowel beskaafde as primitiewe volke, vandag sowel as duisende jare gelede. Die kinders van hoër beskaafde volke het slegs mooier speelgoed gehad. In die piramides van Egipte is ook werklike speelgoed gevind waarmee die Egiptiese kinders duisende jare gelede gespeel het.

Wat uit die bronne blyk, is dat basiese spel deur die eeue heen dieselfde gebly het en dat die kompleksiteit van die reëls van die spel baie sterk beïnvloed is deur die filosofiese siening van die tydperk.

2.5 WISKUNDESPELETJIES DEUR DIE EEUE

Wiskunderaaisels deur die eeue wissel van eenvoudige tot dieper probleme wat nog steeds onopgelos is. Volgens verskeie bronne, naamlik Dalgarno (2006), Essays on Education, Games a, b en c, Mathematical Games (2006), O'Connor & Robertson (1996), Pappas (2004a:97-265; 2004b:10-150; 2005:25-110), The Global Schoolhouse, Thirteen Ed Online en Wikipedia, is die hele geskiedenis van wiskunde ineengevleg met wiskundespeletjies en raaisels. Hierdie vervlegting het gelei tot die studie van menige aspekte van wiskunde. Getalspeletjies, geometriese raaisels, netwerkprobleme en kombinasieprobleme is van die mees bekende tipes vraagstukke in wiskunde.

In die vroeëre eeue is van raaisels as probleme gepraat. Hierdie probleme/raaisels het in baie gevalle oorgevloei na die ontwikkeling van speletjies in die vorme wat vandag deel van die samelewing is (Mathematical Games, 2006 en O'Connor & Robertson, 1996). Die *Rhind* papyrus het gewys dat vroeë Egiptiese wiskunde grootliks op die raaiseltipe probleme gebaseer was. Die papyrus, geskryf rondom 1850 v.C., bevat byvoorbeeld 'n tipiese vorm van dié raaisels: "*Seven houses contain seven cats. Each cat kills seven mice. Each mouse had eaten seven ears of grain. Each ear of grain would have produced seven hekats of wheat. What is the total of all of these?*" Soortgelyke probleme verskyn in Fibonacci's *Liber Abaci*, geskryf in 1202. Die bekende *St. Ives*-raaisel van die 18^{de} eeu is op dieselfde idee gebaseer en maak gebruik van die getal 7 (O'Connor & Robertson, 1996; Pappas, 2004a:97-265; 2004b:10-150).

Griekse wiskunde het meer klassieke raaisels opgelewer as menige ander beskawing se wiskunde. Miskien die heel bekendste is die een van Archimedes in sy boek *The Sandreckoner* (Engelse vertaling) waarin hy die beesprobleem gee: "...*If thou art diligent and wise, O Stranger, compute the number of cattle of the Sun ...*". In sommige interpretasies van die probleem, word die aantal beeste bereken as 'n getal met 206 545 syfers!

Volgens Pappas (2004a:97-265; 2004b:10-150; 2005:25-110) en die elektroniese bronne: *Essays on Education, Games b* (2005) en *The Global Schoolhouse*, het Archimedes ook die verdeling van 'n vierkant in 14 stukke ontwikkel. Dit het gelei tot die ontwikkeling van 'n spel soortgelyk aan tangramme, waar figure van die 14 stukke gemaak moet word. Tangramme is van Chinese oorsprong en vereis min wiskundige vaardighede. Dit bly egter interessant om te sien hoeveel konvekse figure met sewe tangramstukke gemaak kan word. Let weer eens op na die gebruik van die getal 7. Die getal word geassosieer met magiese eienskappe. Die getal 7 het nuwe populariteit verkry toe Dodgson, wat as Lewis Carrol gepubliseer het, die Alice tipe karakters bekend gestel het.

Fibonacci, alreeds hierbo genoem, is bekend vir sy ontwikkeling van die reeks 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... waarin elke getal die som van die vorige twee getalle is. Hierdie reeks was en

is nog steeds 'n groot bron waaruit nuwe aspekte van wiskunde ontstaan en ondersoek word, en daar is vandag ook 'n tydskrif *Fibonacci's Magic*, wat spesifiek verslag lewer oor die eienskappe, toepassings, gebruike en ontwikkelings uit hierdie reeks. Hier is die beroemde haas-probleem: "A certain man put a pair of rabbits in a place surrounded on all sides by a wall. How many pairs of rabbits can be produced from that pair in a year if it is supposed that every month each pair begins a new pair which from the second month on becomes productive?" Fibonacci het die eerste 13 terme van die reeks uitgeskryf, maar gee nie die herhalende relasie wat die reeks genereer nie (Pappas, 2004a:97-265; 2004b:10-150).

Die Arabiese wiskundige Ibn Kallikan is een van die vroegste gebruikers van skaak in raaisels. In 1256 het hy die probleem van die koringkorrels geformuleer: "As een koringkorrel op die eerste vierkant geplaas word, twee op die tweede, vier op die derde, agt op die vierde, ens., hoeveel koringkorrels sal op die skaakbord wees?" Guarnini de Forli het in 1512 gevra hoe twee wit en twee swart ruiters omgeruil kan word as hulle op die hoeke van 'n 3×3 speelbord geplaas word, as daar net van die normale ruiterskuiwe gebruik gemaak word. Raymond Smullyan, 'n kenner van wiskundelogika van die negentiende eeu, het ander skaakprobleme as die normale saamgestel. Hierdie probleme is bekend as probleme van retrogatiewe analise en hulle doel is om die geskiedenis van 'n spel af te lei eerder as om die uitkoms van die probleem te bepaal. Probleme wat handel met retrogatiewe analise, is probleme wat in wiskundelogika aangetref word (Elektroniese bronne: The Global Schoolhouse, Thirteen Ed Online).

Towervierkante maak gebruik van al die getalle 1, 2, 3, 4, ..., n om die vierkante van 'n $n \times n$ speelbord te vul, sodat elke ry, elke kolom en beide die diagonale dieselfde som gee. Hierdie vierkante kan sover as 2 200 v.C. teruggespoor word, toe die Chinese dit *lo-shu* genoem het. In die vroeë 16^{de} eeu het Cornelius Agrippa vierkante gekonstrueer vir $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$, wat hy geassosieer het met die sewe planete wat toe bekend was (insluitend die son en die maan). Dürer se beroemde ets van *Melancholia*, gemaak in 1514, bevat 'n prent van 'n towervierkant (Elektroniese bronne: The Global Schoolhouse, Thirteen Ed Online).

Die aantal towervierkante van 'n gegewe orde bly 'n onopgeloste probleem. Daar is 880 vierkante van 4×4 grootte en 275 305 224 vierkante van 5×5 grootte, maar die getal groter vierkante is nog steeds onbekend (Elektroniese bronne: Dalgarno, 2006; Essays on Education; Games a en c; Mathematical Games, 2005).

Ander vroeë ontwerpers/ontdekkers van speletjies sluit Recorde en Cardan in. Cardan het 'n speletjie ontwikkel wat uit 'n aantal ringe op 'n staaf bestaan het. Dit het verskyn in die 1550 uitgawe van sy boek *De Subtilitate*. Die ringe was so gerangskik dat slegs ring A aan die einde sonder probleme afgehaal en teruggesit kon word. Om al die ringe af te haal benodig $(2^{n+1}-1) \div 3$ skuiwe as n onewe is en $(2^{n+1}-2) \div 3$ skuiwe as n ewe is. Hierdie probleem is soortgelyk aan die Torings van Hanoi. Edouard Lucas het die *Towers of Hanoi* ontwikkel in 1883 (Elektroniese bronne: Dalgarno, 2006, Essays on Education en Pappas, 2004a:97-265).

Tartaglia, wat saam met Cardan die algebraïese oplossing van die kubus ontdek het, was 'n ander beroemde ontwerper van wiskundige ontspanningspeletjies. Hy het menige algebraïese probleme/raaisels ontwikkel en 'n groot bydrae gelewer met probleme wat oor die bepaling van massa met die kleinste aantal gewigte handel. Sy veerboot-tipe probleme het in die hedendaagse wiskunde oplossings wat met grafiekteorie werk (Essays on Education, Games a & c, Mathematical Games, 2006, O'Connor & Robertson, 1996).

Bachet was bekend as digter, vertaler en 'n vroeë wiskundige aan die Franse Akademie. Hy is beroemd vir sy vertaling van Diophantes se *Arithmetica* in 1621. Dit is die boek wat Fermat gelees het toe hy die kantlyninskrywing met sy beroemde *Laaste Stelling* gemaak het. Bachet was egter ook bekend as 'n versamelaar van wiskunderaaisels wat hy in die boek *Problèmes plaisants et delectables qui ont par les nombres* in 1612 gepubliseer het (Elektroniese bronne: Essays on Education, Games b). Dit bevat menige probleme wat alreeds beskryf is, rivieroorgangprobleme, weegprobleme, getallekunsies, towervierkante, ens. Hier is 'n voorbeeld van een van Bachet se weegprobleme (raaisel):
"What is the least number of weights that can be used on a scale pan to weigh any

integral number of pounds from 1 to 40 inclusive, if the weights can be placed in either of the scale pans?"

Euler is miskien die wiskundige wie se probleme/raaisels gelei het tot die diepste wiskundige dissipline. Die *Sewe brue van Königsberg* het die begin van grafiekteorie en topologie ingelei. Die *Thirty Six Officers* probleem wat in 1779 deur Euler gestel is, vra of dit moontlik is om ses regimente bestaande uit ses offisiere van verskillende range in 'n 6×6 vierkant so te organiseer, dat geen rang of regiment herhaal sal word in enige ry of kolom nie. Die probleem is onopgelos maar het tot belangrike werk in kombinasieteorie gelei (Elektroniese bronne: Essays on Education; Games b en c; Mathematical Games, 2006).

Kirkman se *School Girl Problem* van 1850 het gevra: "*How can 15 school girls walk in 5 rows of 3 each for 7 days so that no girl walks with any other girl in the same triplet more than once.*" Oplossings vir $n = 9, 15, 27$ is in 1850 gegee en baie werk is verder op die probleem gedoen. Die probleem speel 'n belangrike rol in die moderne kombinasieteorie.

Gedurende die laat agtiende eeu het twee professionele ontwikkelaars van wiskundige raaisels en speletjies, Sam Loyd en Henry Ernest Dudeney, die wêreld vermaak met 'n groot aantal wiskundespeletjies en –ontspanning. Loyd se bekendste speletjie was die *15 puzzle*. Loyd was bekend vir sy skaakraaisels. Hy het verskeie raaisels ontwikkel, sommige baie moeilik, wat hy in die *American Chess Journal* gepubliseer het (Essays on Education, Mathematical Games; 2006).

Die speletjie van pentomino's is 'n meer onlangse ontwerp. Die probleem om 'n 8×8 vierkant met 'n vierkantige opening in die middel op te vul met pentomino's, is in 1935 opgelos. In 1953 is meer algemene pentomino's bekendgestel. Dit is steeds 'n onopgeloste probleem oor hoeveel kenmerkende polimino's daar van elke orde is. Daar is 12 verskillende pentomino's, 35 verskillende heksamino's en 108 verskillende

heptamino's (Elektroniese bronne: Dalgarno, 2006; Mathematical Games, 2006; The Global Schoolhouse; Thirteen Ed Online).

Een van die mees bekende moderne professionele raaiselontwerpers en -versamelaars is Martin Gardner, wat vir 30 jaar 'n kolom oor wiskunderaaisels en -speletjies hanteer het in *Scientific American*. *Rubik's Cube* is een van die moderne suksesverhale van wiskunderaaisels. Dit is ontwikkel deur die Hongaar Ernő Rubik in 1974. Die rubik het 'n totale wêreldmanie geword en in 1982 is 10 miljoen rubiks in Hongarye alleen verkoop, meer as die bevolking van die land. Daar word geraam dat ongeveer 100 miljoen in die wêreld verkoop is. Die rubik is in werklikheid 'n groepteorie-raaisel, alhoewel min mense dit besef (Elektroniese bronne: The Global Schoolhouse; Thirteen Ed Online).

Wiskundespeletjies (probleme/raaisels) is dus van die vroegste tye af deel van die mens se bestaan en ontwikkeling.

2.6 WAAROM SPELETJIES GESPEEL MOET WORD

Cobb (1994:201-208), Inkpen, Upitis & Ndunda (1994:383-403) en Pascarella (2005) stem almal saam dat gereelde oefening nodig is vir 'n leerder om 'n vaardigheid te bemeester. Cobb (1994:201-208), Inkpen et al. (1994:383-403) en Pascarella (2005) is dit eens dat drilwerk 'n moeisame proses is en geleidelik effektiwiteit verloor. Die genoemde navorsers stel dit dat leerders van speletjies hou en meer geredelik sal leer of kennis vaslê as hulle die geleentheid kry om te kan speel. Speletjies verminder verveling wat gedragsprobleme in die klaskamer kan veroorsaak. Genoemde aspekte is van die faktore wat aandui dat spel tot sy reg kan kom binne die VOO kurrikulum deurdat verskeie faktore aangespreek kan word (vgl. 2.2.7).

Inkpen & Booth (1995:95) en Pascarella (2005) dui verder aan dat speletjies 'n koöperatiewe leeromgewing skep waarbinne leerders kan ontdek dat om saam te werk baie meer pret is as om alleen te werk. Hulle leer om as 'n span saam te werk en hulle

tree as eweknietutors op. In die NKV (Department of Education, 2004:9-27) word koöperatiewe leer, samewerking en ewekniebegeleiding duidelik aangedui as essensiële bestanddele vir 'n effektiewe leerproses (vgl. 5.5).

2.7 DIE SPEEL VAN WISKUNDESPELETJIES

Spel as een van die didaktiewe grondvorme (vgl. 2.2.1) pas uiters effektief in die VOO-kurrikulum (Department of Education, 2004:2-9), maar kry nie werklik sy beslag in onderrig nie. Die vraag waarom wiskundespeletjies gespeel moet word, kan nou beantwoord word.

Tapson (1997:2) se drie redes waarom speletjies behoorlik gespeel moet word, is al reeds in hoofstuk 1 gegee. Dit word hier herhaal omdat die redes beskrywend is van die nut van wiskundespeletjies. Die eerste rede handel oor die intrinsieke wiskunde wat altyd teenwoordig is in speletjies. Tweedens is daar die hoë vlak van belangstelling en motivering wat deur speletjies aangemoedig word. Derdens word 'n dieper begrip van die situasie waarmee gewerk word, verkry deur verskeie kere die speletjie te speel. Inkpen & Booth, Pascarella en Tapson se werk blyk dus aan te sluit by Piaget se werk, want hierdie navorsers beskou die ontwikkeling van 'n kind se denkprosesse ook as 'n proses van ontwikkeling deur 'n aantal vlakke (vgl. 2.2.1).

Volgens Hildebrandt (2005:1-11), 'n kenner op die gebied van die gebruik van speletjies, is dit nodig om speletjies te speel, want:

- groepspeletjies verskaf 'n ryke konteks vir wiskundige ontwikkeling in die kind se leeromgewing;
- deur herhaalde spel ontwikkel leerders nuwe strategieë om wiskundige berekeninge te doen;
- leerders is meer geïnteresseerd in en gemotiveerd om wiskunde te doen (vgl. 2.9.1).

Tapson (1997:2-4) sluit hierby aan deur te verwys na twee basiese benaderings tot die gebruik van speletjies in die klaskamer. Hy groepeer die verband tussen wiskunde en

speletjies in twee groepe vrae/stellings. Die eerste vyf vrae dui op 'n kovert benadering, waar die speletjies gespeel word en die wiskunde intrinsiek teenwoordig is. Die tweede groep van vyf stellings benodig soms ekstrinsieke wiskunde wat gedoen moet word en vereis dus soms geskrewe werk.

Die verbande word verder verduidelik deur Tapson (1997:2), Ernest (1986:3-7) asook die elektroniese bron Games in the Classroom (2005) deur eerstens te kyk na moontlike vrae wat 'n speler hom/haarself mag vra voordat die spel gespeel word.

Die eerste vyf vrae kan soos volg opgesom word:

<i>Vraag</i>	<i>Wiskundige verband</i>	
* Hoe speel ek die spel?	* Interpretasie	} Intrinsieke wiskunde is hier ter sprake.
* Wat is die beste manier van speel?	* Optimisasie	
* Hoe kan ek seker maak dat ek sal wen?	* Analise	
* Wat sal gebeur as...?	* Variasie	
* Wat is die kans dat...?	* Waarskynlikheid	

Volgens die genoemde bronne kan die gestelde vrae lei tot die volgende stellings:

<i>Stelling</i>	<i>Wiskundige idee</i>	
* Hierdie speletjie is dieselfde as....	* Isomorfisme	} Ekstrinsieke wiskunde ter sprake bv. (bespreking, geskrewe bewyse)
* Jy kan wen deur...	* 'n Spesifieke geval	
* Dit werk met al hierdie speletjies...	* Veralgemening	
* Kyk, ek kan wys dat...	* Bewys	
* Ek kommunikeer (mondelings, skriftelik) oor die	* Simbolisering en notasie	

spel as volg...

Die eerste vyf vrae omvat die implisiete wiskunde in die speletjies terwyl die tweede groep van vyf stellings die veronderstelde geleenthede aantoon wat 'n respons soek en die wiskunde dus eksplisiet maak.

Dit is vir die navorser duidelik dat nie alle speletjies al bogenoemde moontlikhede kan bied nie. Net so sal alle leerders nie die reëls van die spel en dus in effek die spel self, ewe goed kan beheers nie. Die navorser stem saam met Hildebrandt (2005:1-11) dat die potensiaal van speletjies baie groot is, indien 'n opvoeder net weet waarna om te kyk.

Bell (2006:17) som bogenoemde baie goed op: *“Games must be an integral part of every day Mathematics, rather than an optional extra as they are traditionally used in many classrooms.”*

Tradisionele modelle vir onderrig en leer van wiskunde help nie altyd om kragtige wiskunde-leeromgewings vir leerders te skep nie (Hiebert, 1997:23-48). Ittigson (2002:91-95) stel dit duidelik dat speletjies as alternatiewe model vir onderrig en leer van wiskunde, leerders sal: interesseer in probleemoplossing, motiveer, help om hulle idees effektief te kommunikeer en hulle sodoende aanspoor om kragtige wiskundeleerders te word (vgl. 2.9.1 & 2.9.2).

2.8 DIE NUT VAN WISKUNDESPELETJIES

Speletjies wat opvoedkundig is, kan ook genotvol en opwindend wees. Volgens Hildebrandt (2005:1-11) lê die nut van wiskundespeletjies daarin dat dit 'n konteks verskaf waarbinne die leerders:

- hulle getalbegrip ontwikkel;
- verskeie oplossingstrategieë kan ondersoek;
- hulle kommunikasievermoëns kan ontwikkel (vgl. 1.2.2 & 1.3.2).

Calitz (2005:21) sê dat, met die ontwikkeling in die spelpeil, daar ook by die leerders 'n groei in die ontwikkeling van abstrakte denke plaasvind. Sy verklaar dit deur te sê dat wiskunde tot 'n groot mate simboliese handeling is en deur te speel, leer leerders hoe om probleme aan te pak en word dimensionele insig ontwikkel (vgl. 1.2.1).

Uit eie ondervinding in die klaskamer, kan die navorser getuig dat speletjies 'n opbouende effek op die ontwikkeling van die vaktaal van wiskunde het. Taal verskaf die boustene van denke en in enige spel is taal teenwoordig. Calitz (2005:23) sê ook verder dat die oorgang van konkrete taalgebruik na abstrakte en simboliese taalgebruik nou saamhang met dieselfde proses wat in spel en denke plaasvind. Dit is prakties ondervind dat taal werklik ontwikkel in die saamspeel en saampraat (Milne, 2005:14-49).

Gardner (1983:viii) en Pascarella (2005) stem saam dat speletjies 'n ryke bron van voorbeeldprobleme bevat om probleemoplossingsmetodes te illustreer en te toets (vgl. 2.4). Pascarella (2005) stel dit verder dat leerders nie slegs hulle wiskundevaardighede oefen met die speel van wiskundespeletjies nie, maar ook hulle sosiale vaardighede. Speletjies verskaf versterking en addisionele oefening van vaardighede sonder die sleur van voortdurende werkvelle wat uitgewerk moet word (vgl. 1.2).

'n Verdere voordeel van speletjies is dat leerders van mekaar leer en die navorser het dit gereeld ondervind dat leerders somtyds makliker verstaan en leer as 'n ander leerder die kennis oordra. Laasgenoemde stelling is in pas met die sosiaal-konstruktivistiese verwysingsraamwerk van die studie, waarvolgens die leerder 'n idee of idees nie altyd presies rekonstrueer soos wat dit onderrig word nie. Die aktiewe deelname van die leerders aan speletjies is in pas met die grondliggende beginsel van die NKV, wat die siening handhaaf dat die leerder aktief aan die verwerwing van sy/haar kennis moet deelneem en nie bloot as passiewe luisteraar in die klaskamer teenwoordig is nie. Leerders moet dus ook op informele wyse aan wiskunde blootgestel word, ten einde hulle meer geleenthede te gee vir aktiewe konstruksie van hulle wiskundekennis en -vaardighede. (vgl. 1.2.1). Daar is egter affektiewe sowel as kognitiewe faktore wat, net soos op

die formele aanbiedingsvlak, ook op die informele aanbiedingsvlak van wiskunde 'n bepalende invloed kan hê.

2.9 AFFEKTIEWE EN KOGNITIEWE FAKTORE

In hierdie afdeling word gepoog om die affektiewe faktore soos selfkonsep, wiskunde-angs en motivering te omskryf, asook hulle invloed op die kognitiewe faktore, soos basiese vaardighede en gevolglike prestasie van die leerder. Hierdie konsepte is egter so nou verweef dat dit somtyds baie moeilik is om hulle te kan onderskei van mekaar. Die beskrywings wat gegee word, moet dus teen die agtergrond van hulle verweefdheid met mekaar gesien word.

2.9.1 Wiskunde-angs, selfkonsep en motivering van wiskundeleerders

Leeruitkomst 10.2.6 en 11.2.6 in die NKV (Department of Education, 2004:26-27) in die wiskundekurrikulum vereis dat leerders hulle denkprosesse, antwoorde en stellings moet kan regverdig en verdedig. Speletjies gee leerders die geleentheid om hulle idees te kommunikeer en hulle denkprosesse te regverdig. Speletjies help leerders verder om taal werklik te ontwikkel, om leerders te motiveer en om hulle te laat dink oor konsepte en om vaardighede toe te pas (Elektroniese bron: Mathematical Games, 2005).

Parr (1994:11-13) dui aan dat hy oortuig daarvan is dat:

- 'n speletjie leerders kan stimuleer om redelik gewillig moeliker en soms nie so aantrekklike rekenkunde te doen; en
- speletjies ook kan lei daartoe dat leerders herhaalde kere vaardighede en hoofrekenne oefen deur dit oor en oor te doen, bloot weens die feit dat hulle volgende keer beter wil doen.

Speletjies kan dus met 'n tweërlei doel gebruik word om eerstens leerders se geloof oor hulle eie vermoëns en tweedens hulle motivering vir die vak te versterk. Dit lei weer

daartoe dat nuwe kennis en vaardighede ontdek en ontwikkel kan word. Omdat die leerders beter oor hulle eie vermoëns dink, kan die kennis/vaardighede wat deur herhaalde spel (drilwerk) vasgelê word gevolglik tot `n verbetering in prestasie lei.

* *Selfkonsep*

Spence (1983:34-56) dui aan dat leerders beter in wiskunde sal vaar as hulle in hulle wiskundevermoëns en verwagtings glo. Dit is dus belangrik om die faktore wat hierdie verwagtings beïnvloed, te identifiseer. Volgens Eccles (1983:40-89) is die leerders se begrip oor hulle vermoëns `n bepalende faktor vir suksesvolle prestasie in wiskunde. Volgens Meece (1980:59-131) is dit geregverdig om swak wiskundeprestasie nie slegs toe te skryf aan kognitiewe onvermoë nie, maar ook aan nie-kognitiewe aspekte soos `n gebrek aan selfvertroue (en/of swak akademiese selfkonsep). Dit word veroorsaak deur negatiewe prestasieverwagtings en prestasie-angs (wiskunde-angs) as gevolg van individuele interpretasies van sukses of mislukking.

* *Wiskunde-angs*

Volgens Tobias (1978:5-39) en Vrey (1987:12-49), beïnvloed beide kognitiewe en affektiewe komponente van houding, nuwe leer óf positief óf negatief. Visser (1985:113-117) stel dit dat wiskunde-angs een van daardie hardnekkige, negatiewe, emosionele houdings is en definieer wiskunde-angs as `n irrasionele en belemmerende vrees vir wiskunde.

Martinez (1987:117-125) stel dit in `n artikel as volg: “*Anxiety may be a greater block to Mathematics learning than any supposed deficiencies in our school curricula or teacher preparation programs.*”

Hunsley (1987:388-392) het bevind dat wiskunde-angs baie sterk verband hou met negatiewe denke. Martinez (1987:117-125) lys die simptome van `n leerangstige leerder as iemand wat:

- opdragte laat uitvoer en ingee;

- gereeld vra om verskoon te word;
- negatiewe opmerkings oor wiskunde maak.

Buxton (1981:50-90) lys die volgende situasies as informele faktore in die ontwikkeling van wiskunde-angs:

- emosies geïnduseer deur terugvoer wat sukses of mislukking aandui;
- `n patologiese reaksie op herhaalde mislukking wat die leerder stop voordat hy/sy begin;
- `n oorbeklemtoning van onderwysergoedkeuring;
- valse interpretasies van die interpersoonlike verhouding tussen onderwyser en leerder;
- oorgedraagde angste vanaf ander areas wat nie verwant aan wiskunde is nie;
- die super-ego van die leerder in aksie.

Martinez (1987:117-125) stel die volgende moontlikhede voor in `n poging om die probleem aan te spreek:

- die leeromgewing moet positief wees;
- die leeraktiwiteite moet gepas wees ten opsigte van die leerders se kognitiewe vlakke van ontwikkeling;
- instruksies moet kreatiewe, aktiewe leer beklemtoon.

Volgens Skemp (1971:30-100) kan `n sekere hoeveelheid angste `n bruikbare stimulus wees. Deel van die agtergrond van onderwys is om dié angste, as sodanige stimulus, in die opvoedingsituasie te gebruik. Skemp (1971:30-100) dui aan dat wiskunde-angste verwys na `n toestand van tydelik onderbreekte, andersins normale, intellektuele funksionering en nie na die normale vlakke van angste wat as motivering vir prestasie gebruik kan word nie. Hierdie tipe angste is dus onlosmaaklik verwant aan die afname in prestasievlakke.

Alhoewel leerders in Graad 10 wiskunde as vak gekies het, kan die angsfaktor oor wiskunde nie buite rekening gelaat word nie. Sommige leerders se ouers dring byvoorbeeld daarop aan dat hulle kinders wiskunde moet neem en dit gee definitief aanleiding tot angs en spanning. Verder kies leerders ook wiskunde omdat hulle glo dat wiskunde nie 'leerwerk' het nie en om ook saam met hulle vriende in dieselfde groep aan te beweeg. Die navorser het ook uit eie ondervinding tydens onderrig by die skool, beleef dat daar wel ook leerders is wat met wiskunde aangaan om sodoende nie as een van die sogenaamde 'dommer' leerders bekend te staan nie. Leerders raak ook baie keer angstig as die volume van die werk toeneem. Klein hoeveelhede in toetse kan hulle nog hanteer, maar sodra hulle voor byvoorbeeld 'n eksamen te staan kom, is die volume baie groter en neem angs oor.

Hier is maar slegs 'n paar redes genoem waarom wiskunde-angst nog steeds 'n wesenlike probleem is waarna gekyk moet word. Om hierdie genoemde angst aan te spreek, is 'n vraelys ingesluit wat hieraan aandag skenk. Die speletjies is ontwikkel om kognitiewe asook nie-kognitiewe veranderlikes wat prestasie beïnvloed, aan te spreek. Deur middel van die speel van speletjies sal ook aandag aan die bou van leerders se selfkonsep van hulle wiskunde vermoëns geskenk word en dus gepoog word om hulle wiskunde-angst te verminder.

* *Motivering*

Fehr (1988:37-41) beskryf motivering as doelgerigte gedrag wat deels veroorsaak word deur die omgewing wat inwerk op die kind en andersinds deur die kind se eie interne strukture. Sonder hierdie motivering of dryfkrag, kan werklike leer nie plaasvind nie. Fehr (1988:37-41) stel dit verder dat prestasie motivering in wiskunde verbeter of verdwerg word deur twee belangrike kragte, naamlik selfkonsep oor wiskunde vermoëns en wiskunde-angst.

Volgens Dweck (1986:1043-1045), Norman (1993:32) en Sedighian & Klawe (1996b), speel motivering 'n sentrale rol in enige leeraktiwiteit. Skemp (1986:123) sê dat motivering 'n beskrywing is van gedrag wat op die bevrediging van 'n behoefte gerig is.

Sommige natuurlike behoeftes is inherent aan die mens se wese, terwyl ander behoeftes aangeleer word. Waar die behoefte om te eet inherent is, moet die behoefte om wiskunde te leer, aangeleer word sodat ander bestaande behoeftes bevredig kan word.

Brown, Collins & Duquid (1989:32-42), Sedighian & Klawe (1996a:177-175) en Skemp (1986:123) is dit eens dat een van die mees belangrike aspekte vir motivering van leerders om wiskunde te leer, is om hulle behoeftes te verstaan. Die behoefte om kennis van wiskunde te hê om sodoende nuwe tegnologie te ontwikkel, of om 'n ander vak te verstaan, is 'n verwyderde behoefte van leerders. Volgens bogenoemde skrywers kan die behoefte verhoog word deur leerders in situasies te plaas waarbinne die leer van wiskunde 'n tasbare behoefte vir hulle word. Die navorser stem saam dat spel vir leerders 'n tasbare behoefte is. Uit die navorser se ondervinding as opvoeder is dikwels waargeneem dat spel 'n baie natuurlike uitvloeisel is sodra die leerders die geleentheid daartoe kry. Volgens Brown et al. (1989:32-42), Sedighian & Klawe (1996a:177-175) en Skemp (1986:123) sal leerders deur goed beplande speletjies, geleidelik die behoefte ontwikkel om die ingeboude wiskundige kennis en vaardighede te bemeester.

2.9.2 Basiese vaardighede

Volgens Norman (1993:35) en Sedighian (1996) gebruik mense 'instrumente' (vaardighede) om hulle vermoëns om take uit te voer, aan te vul. Om leerders te help om wiskunde te leer, moet daar kognitiewe instrumente (vaardighede) aan die leerders verskaf word. Dit is instrumente om hulle kognitiewe vermoëns uit te brei en te verbeter. Hierdie instrumente of basiese vaardighede, wat die grondslag vir alle wiskundige begrippe vorm en waarvoor leerders moet beskik ten einde meer suksesvol te wees in wiskunde, sluit rekenvaardighede en kommunikasievaardighede in.

** Rekenvaardighede*

Speletjies verbeter die spoed en akkuraatheid waarmee basiese bewerkings uitgevoer kan word (Pascarella, 2005). Ook Cooper (2005:1-9) is dit hiermee eens dat speletjies help om wiskundige vaardighede te ontwikkel en te versterk, terwyl die leerders dit geniet.

Alhoewel die leerders pret het, kan hulle nie die speletjies speel tensy hulle oor sekere wiskundige kennis beskik nie. Deur wiskundespeletjies te speel, word leerders aangemoedig om die wiskundige kennis te verkry om sodoende die speletjie te kan speel en ook uiteindelik te kan wen.

Die navorser stem hiermee saam, want speletjies se uitkomst is willekeurig en leerders sal die speletjies oor en oor speel sonder om verveeld te raak. Verveling tree maklik in en verminder die effektiwiteit van herhalende werksvelle en mondelinge drilwerk.

Dit blyk duidelik dat die speletjies toepaslik moet wees vir die doel van die onderrig (les) en die onderwyser moet die doelwitte/uitkomst met die speletjie baie duidelik stel. Sekere speletjies, soos byvoorbeeld *Monopoly* en *Master Mind* en variasies daarvan, kan baie goed gebruik word in buiteklasaktiwiteite, soos 'n wiskundeclub. Speletjies soos byvoorbeeld klaskamerveerpyltjies¹ en breukpare het 'n duidelike verband met 'n spesifieke wiskundige aspek en kan meer nuttig in die klas gebruik word. Dit is baie belangrik dat leerders die vaardighede om speletjies te speel en probleme analiserend op te los moet verkry, sodat waardevolle tyd nie verlore sal gaan nie.

Die navorser wil deur middel van die navorsing bewys dat as genoeg aandag aan konstruktiewe speel geskenk word, die leerders se probleemoplossingsvaardighede en ander relevante vaardighede geslyp en verbeter kan word. Dit kan daartoe lei dat leerders wiskunde makliker sal aanvaar, meer gemotiveerd sal wees en heel moontlik beter sal begin presteer (vgl. 1.2.2 & 1.3.2).

* *Kommunikasievaardighede*

Wiskundespeletjies ontwikkel wiskundige kommunikasievaardighede, want leerders verduidelik en motiveer hulle aksies aan mekaar (Elektroniese bron: *Mathematical Games*, 2005). Calitz (2005:13-23) ondersteun bogaande siening, want sy sê dat die leerders tydens spel nie net besig is om te gesels nie, maar hulle is ook besig om geskille op te los, konflik te hanteer en die geleentheid om nuwe woorde te gebruik, te benut.

¹ gebaseer op die gewone veerpyltjie-spel, net vermeng met wiskundevaardighede soos verdubbel die getal; trek 'n veelvoud af, ensovoorts.

Volgens Miller (1992:98-104) is taal dié kognitiewe faktor wat leerders in staat stel om hulle studies suksesvol te voltooi. Van Wyk (Die Volksblad, 2003:6) is van mening dat baie leerders nie oor die nodige taalvaardigheid in die vaktaal beskik om sukses te behaal nie. Agar (1990:435-454), Rutherford & Watson (1990:353-359), Samkin (1996:117-122) en Starfield (1992:1-6) bevestig bogenoemde stelling.

Van Heerden (1993:24-70) het bevind dat leerders nie altyd terme korrek uitspreek nie. Indien die onderwyser se uitspraak dus van die leerder se uitspraak verskil en die woorde nie in skrif gesien word nie, kan die verduideliking verlore gaan. Die leerders leer die vaktaal en kommunikasievaardighede in wiskunde by die onderwyser. As 'n term dus in geskrewe vorm gesien asook gehoor word, moet die leerders meer as een sintuig inspan tydens die verwerwingsproses van die nuwe vaktaal en sodoende kan beter vaslegging plaasvind. Volgens Malekele (1994:38-69) kan begripsprobleme as gevolg van verkeerde uitspraak en terme wat nie in geskrewe vorm gesien kan word nie, aanleiding gee tot die ontstaan van konsepte wat nie suiwer gevorm is nie.

Ook Jansen (2004:34) het bevind dat taalvaardigheid wel 'n direkte invloed op leerders se akademiese prestasie het. Barry (2002:105-117) en Liebenberg (1999:90-98) bevestig albei dat taal en akademiese prestasie onlosmaaklik deel van mekaar is.

Ford (2006:19-23) is van mening dat wiskundespeletjies goed is vir die ontwikkeling van kommunikasievaardighede en om leerders voor te berei om hulle vaardighede te gebruik in toepassings binne situasies wat in die wêreld buite die skool mag opduik. Die kritieke uitkomst in die NKV spel dit presies uit dat leerders (1) effektief moet kommunikeer, (2) effektief saam met ander lede van 'n groep werk en (3) kritiese en kreatiewe denke moet kan gebruik (Department of Education, 2004:2).

Dit blyk verder duidelik vir die navorser (Milne, 2005:83-86) dat besprekingsessies waar leerders oor wiskunde kan praat baie belangrik is, want die leerders hou mekaar

verantwoordelik vir wat hulle sê: hulle vra vrae, vra vir meer beskrywings en hulle daag mekaar ook uit om hulle denke/antwoorde te verdedig en konkrete voorbeelde te verskaf.

Om hierdie vaardighede aan te leer sal beslis tyd neem, maar die leerders sal met verloop van tyd leer om op hulleself staat te maak om oplossings te vind. Leerders kan baie opgewonde raak as hulle nuwe kennis self ontdek tydens die proses van ondersoek, bevraagtekening en denke oor probleme.

2.9.3 Prestasie

Volgens Gough (1991a:3-6) dui navorsing daarop dat onderliggende probleme met wiskunde nie slegs aan kognitiewe veranderlikes nie, maar ook aan nie-kognitiewe veranderlikes toegeskryf word. Volgens 'n artikel deur Cooper & Robinson (1991:4-11) dra selfbewussyn, wiskundevermoë, wiskunde-angst en die mate van ondersteuning van ouers en onderwysers wesenlik by tot die prestasie van die leerder in wiskunde.

Chapman (1976:80-120) lys die volgende as oorsake vir swak prestasie in wiskunde:

- 'n vrees vir wiskunde;
- vermyding van bespotting deur eweknie-groep;
- pogings om straf vry te spring omdat leerder onsuksesvol is;
- verbloemde minagting;
- vrees om as dom geklassifiseer word;
- begeerte om die onderwyser gelukkig hou;
- raaiwerk omdat die leerder nie werklik aandag skenk nie;
- die keuse om eerder nie 'n kans te waag nie.

Chapman (1976:80-120) stel dit dat 'n analise van bogaande oorsake weer eens die belangrikheid beklemtoon om die leerders se persepsie van hulle vermoëns te verbeter om dus sodoende hulle wiskunde-angst te verminder (vgl. 2.9.1).

Die elektroniese bron: Mathematical Games (2005) wys daarop dat speletjies 'n bydrae lewer tot die ontwikkeling van kennis en gevolglike beter prestasie, deurdat dit 'n positiewe effek op die atmosfeer in die klas het, wat weer sal lei tot 'n beter ingesteldheid van die onderwyser ten opsigte van leerders se ervaring van wiskunde in die klas.

Pascarella (2005) het ook in haar navorsing bevind dat leerders heel dikwels benaderingsmetodes van konsep tot konsep verwar as die konsepte teen 'n te vinnige pas bekendgestel word. Dit lei weer daartoe dat hulle prestasie in wiskunde afneem, wat weer demotiverend inwerk op die leerders en hulle selfvertroue ondermyn. Sy stel dit dat as leerders die geleentheid kry om basiese vaardighede (vgl. 2.9.2) wat die grondslag vir alle wiskundige begrippe is, in te oefen en te verskerp tydens speletjies, hulle prestasie dienoooreenkomstig sal verbeter. Sy stel dit verder dat leerders se spoed, akkuraatheid en selfvertroue deurgaans verbeter deur die speel van speletjies, omdat leerders nie beseft dat hulle besig is om te leer nie.

Volgens Burns (1979:100-121) kan wiskundeleer baie maklik verval in 'n negatiewe siklus van: mislukkingervarings, lae akademiese selfkonsep, swak prestasie, swak erkenning en verlies van belangstelling en motivering.

Die navorser wil deur die gebruikmaking van wiskundespeletjies, hierdie negatiewe siklus verhoed, want speletjies:

- kan sukseservarings vir die leerders bewerkstellig;
- kan opdragte (reëls) gee wat realistiese verwagtings skep, wat in lyn met die leerders se potensiaal en ontwikkelingsvlak is;
- kan belangstelling in wiskunde kweek;
- kan geleenthede vir die onvoorwaardelike aanvaarding van die leerder skep;
- konsentreer meer op positiewe fasette; en
- fokus minder op mislukking.

Daar sal deurlopend na bogaande faktore verwys word tydens die bespreking van die gebruik van wiskundespeletjies in die klaskamer.

2.10 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is eerstens gefokus op teorieë oor onderrig en leer. Aktiewe deelname van die leerders, binne sosiale konteks, aan die onderrig- en leersituasie, is 'n fokuspunt van die leerteorieë. Spel, as een van die vier didaktiese grondvorme, is van nader beskou. 'n Verdere kwessie wat bespreek is, is spel en wiskundespeletjies deur die eeue. Vervolgens is daar gefokus op die redes waarom speletjies en wiskundespeletjies gespeel moet word. Vandaar het die fokus nouer beweeg na die nut van wiskundespeletjies, asook die invloed van wiskundespeletjies op die angs, selfbewussyn, motivering, wiskundekennis en –vaardighede van leerders. Laastens is ook gekyk na die invloed van wiskundespeletjies op die prestasie van leerders.

In die volgende hoofstuk is die eerste fokuspunt die voorwaardes vir die gebruik en die kenmerke van 'n goeie speletjie. Vandaar beweeg die fokus nouer na die seleksie en inkorporering van speletjies in die klaskamer. 'n Verdere kwessie wat bespreek word, is hoe 'n speletjie geanaliseer moet word en laastens word al die wiskundespeletjies wat in die navorsing gebruik is, beskryf.

HOOFSTUK 3

DIE GEBRUIK VAN SPELETJIES IN DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE

3.1 INLEIDING

Die eerste fokuspunt in hierdie hoofstuk is die voorwaardes vir die gebruik van speletjies en die kenmerke van 'n goeie speletjie. Vandaar beweeg die fokus nouer na die seleksie en inkorporering van speletjies in die klaskamer. 'n Verdere kwessie wat bespreek word, is hoe 'n speletjie geanaliseer word en laastens word al die wiskundespeletjies wat in die navorsing gebruik is, van nader beskou.

3.2 VOORWAARDES VIR DIE SUKSESVOLLE GEBRUIK VAN SPELETJIES

Die sukses van die gebruik van spel as onderrigmetode hang af van die onderwyser se vermoë om die regte speletjies te kies, indringende en gerigte vrae te vra oor die uitkoms van die speletjie asook die vermoë om die regte klaskameratmosfeer te skep wat eksperimentering aanmoedig (Elektroniese bron: Mathematical Games, 2005).

Trist (1979:23-24) en Shaftel, Dass & Schnabel (2005:25-30) stel dit dat die fokus met die speel van speletjies eerder op die kognitiewe proses as op die absolute korrektheid van die finale uitkoms moet val (vgl. 2.6.2). Die proses waardeur 'verkeerde' antwoorde verkry word, moet net so nuttig gebruik word as die prosesse waartydens 'korrekte' antwoorde bereik word. Die feit dat die proses belangriker is as om bloot net by die antwoord uit te kom, word ook sterk beklemtoon in die NKV (Department of Education, 2004:9) asook in die SAG dokument (Department of Education, 2005d:7-12) (vgl. 2.2.5).

Skemp (1986:131) en Brown et al. (1989:35-37) het in hul navorsing bevind dat leerders die behoefte het om suksesvol te wees in hul sosiale omgewing in die klaskamer (vgl. 2.6). Hulle moet sukses ervaar in wiskunde om meer van wiskunde te wil leer. Hulle moet daarom in omgewings geplaas word waar hulle leer van wiskunde hulle 'n gevoel van sukses laat ervaar. 'n Belangrike faktor wat ook weer deur die skrywers aangedui word, is die impak van hoe leerders hulle foute ervaar. Hierdie ervaring het weer 'n impak op hulle selfkonsep, motivering en angs oor die vak.

Skemp (1986:131) en Brown et al. (1989:35-37) het bevind dat leerders herstel van die foute wat hulle in 'n speletjie gemaak het omdat die omstandighede tydens gestruktureerde speel nie intimiderend is nie en dat die leerders voel dat hulle nie regtig agter sal raak nie. Foute moet dus eerder die middel vir latere sukses in die speletjie word, omdat die leerders teen hul eie pas in die speletjie kan vorder en sodoende hul foute met sukses kan herstel.

Ernest (1986:35-49) is van mening dat die sukses van wiskunde-onderrig in 'n groot mate van die aktiewe deelname van die leerders afhang en speletjies vereis aktiewe deelname (vgl. 1.2). Soos reeds in hoofstuk 2 aangetoon, is verskeie psigoloë, insluitend Piaget, Bruner en Dienes dit eens dat leerders aktief betrokke moet wees in die leerproses (vgl. 2.2). Speletjies benodig die aktiewe betrokkenheid van die leerders en kan dus nuttig gebruik word in die leerproses van wiskunde. Die navorser getuig verder uit eie ondervinding dat leerders wiskunde baie meer geniet sodra hulle op meer informele wyse aan wiskunde blootgestel word (vgl. 1.2.1).

3.3 KENMERKE VAN 'n GOEIE SPELETJIE

Volgens Gough (1991b:17-22), Hill & Gough (1992:48-60) en Meirovitz & Jacobs (1987:30-50) is 'n *speletjie* 'n speel- en denkaktiwiteit wat voldoen aan die volgende voorwaardes:

- dit betrek meer as een speler;

- spelers neem beurt om te speel;
- daar is wisselwerking tussen die spelers: wat een speler in sy/haar beurt doen, sal die volgende speler(s) se aksie(s) beïnvloed;
- alhoewel daar ruimte vir geluk is (rol van dobbelstene, uitdeel van kaarte), moet daar ook ruimte wees vir 'n speler om te kies hoe om te speel.

Bogenoemde kan as volg geïnterpreteer word: Legkaarte, Rubrik se blok en Solitaire word byvoorbeeld nie geklassifiseer as speletjies nie, want slegs een speler is betrokke en daar is dus geen interaksie nie. Hulle kan aktiwiteite of raaisels genoem word. Voorbeelde van speletjies is Monopoly, Master Mind, Skaak, ens. (vgl. 2.7).

3.4 SELEKSIE VAN SPELETJIES

As speletjies oorweeg word, is dit van die uiterste belang dat die konteks waarbinne die speletjies gebruik gaan word, ernstige oorweging geniet (Ernest, 1986:24-36). Freire (1970:64-69), Jones (1986:23-45) en Tapson (1997:2-6) stem almal saam dat die redenasieproses van elke speletjie geanaliseer moet word en dan by die leeruitkomste wat gestel word, aangepas moet word.

Uit die literatuur blyk dit duidelik dat die strategie wat gebruik word om speletjies te selekteer, baie sterk op die oordeel van die onderwyser berus. Die oordeel sal deur verskeie faktore beïnvloed word, soos die vermoëns van die leerders, hul motiveringsvlakke, sosiale vaardighede, die etos van die skool en die mate van beheer wat die onderwyser kan uitoefen (Freire, 1970:64-69 en Jones, 1986:23-45) (vgl. 2.6).

Slosky (2004:17-28) en Williams (2005:63-72) sê albei dat leerders met swakker getalbegrip nie speletjies sal geniet waar dié feit hulle sal laat sukkel nie. Die navorser weet uit eie ondervinding dat nie alle leerders daarvan hou om speletjies te speel nie as gevolg van 'n gebrek aan sosiale vaardighede. Ander leerders hou weer nie van kompetisie nie. Gelukkig is bogenoemde leerders in die minderheid. Slosky (2004:17-28) en Williams (2005:63-72) sluit hierby aan deur voor te stel dat nie-kompeterende

speletjies of speletjies met 'n element van geluk nuttig kan wees om die swakke spelers 'n gelyke speelveld met die ander spelers te gee.

Die beste speletjies volgens Klawe (1992:14-19), Slosky (2004:17-28) en Welsh (1998:6-12) is dus speletjies wat:

- alle leerders geleentheid vir deelname bied;
- beide kans en vaardighede insluit;
- nie as 'n geheel op spoed of blote memorisering berus nie;
- verskeie strategieë vir probleemoplossing, kompetisie en samewerking toelaat;
- ruimte laat vir leerders om te leer en te groei;
- uitdagings aan die leerders stel.

Dit blyk uit verskeie bronne, bv. Brown et al.(1989:32-42), Klawe (1993:14-19) en Provenzo (1991:video) dat dit belangrik is om te onthou dat 'n geselekteerde speletjie nie meer genotvol is as dit aanhoudend gespeel word nie. Daarom moet speletjies afgewissel word. As gevolg van die dalende nut van speletjies, moet van 'n verskeidenheid speletjies in die onderrig van wiskunde gebruik gemaak word ten einde te help om leerders se belangstelling te behou (vgl. 1.3).

'n Verdere noodsaaklike komponent van die alternatiewe, meer informele benadering tot wiskunde is volgens Ittigson (2002:92-95) om probleme te kies wat leerders betrek en uitdaag. Dweck (1986:1045-1048) en Norman (1993:135) stem saam dat 'n speletjie uitdagings aan die leerders moet stel, want dit verseker dat hulle nie verveeld sal raak nie. In teenstelling verwys leerders baie maklik na skoolwiskunde as vervelig. Dweck (1986:1045-1048) en Norman (1993:135) het ook bevind dat die graad van uitdaging waarvoor leerders vra, ooreenkom met hul individuele vermoëns. Hulle het die behoefte aan 'n uitdaging, maar nie een wat buite hul hanteringsveld val nie.

Sedighian & Klawe (1996b) stem ook saam dat leerders baie hou van speletjies wat met verloop van tyd progressief meer uitdagend word. Leerders word maklik verveeld met

aktiwiteite in speletjies wat herhalend is. Sodra leerders `n sekere moeilikheidsgraad in die speletjie bemeester het, wil die leerders vinnig aanbeweeg na `n volgende uitdaging.

Dweck (1986:1045-1048), Norman (1993:135) en Sedighian & Klawe (1996b) is dit eens dat leerders nodig het om op `n kontinue basis uitgedaag te word en hulle floreer daarop. Leerders geniet wiskunde in die konteks van `n genotvolle uitdaging. Ittigson (2002:92-95) brei hierop uit deur voor te stel dat daar eerder op probleme wat ryke bespreking en aktiewe betrokkenheid sal ontlok gefokus moet word, as om vrae te gebruik waarin van die leerders verwag word om bloot die berekening te kies om die probleem op te los. Besprekings gee vorm aan leerders se wiskundige idees en hul oplossings vir moeilike probleme bou hul selfvertroue en verbeter hul vaardighede as probleemoplossers (vgl. 2.5.1 & 2.5.2).

Alhoewel reeds in hoofstuk 2 vermeld, het die navorser dit nodig geag om weer eens te verwys na Vygotsky (1978:25-60) wat dit stel dat daar `n verskil bestaan tussen wat `n kind op sy/haar eie kan doen en wat die kind met hulp kan vermag. Vygotsky noem hierdie verskil die sone van proksimale ontwikkeling. Interaksie met die omringende kultuur en sosiale agente soos ouers en meer bevoegde eweknieë, lewer `n beduidende bydrae tot `n kind se intellektuele ontwikkeling.

Volgens Burns (1972:20-41) en Ittigson (2002:92-95) kan leerders gehelp word om hul rigting te vind tydens probleemoplossing in die speletjies deur middel van die volgende vrae:

- Verstaan jy wat gebeur in die probleem/speletjie?
- Gebruik jy grafiese voorstellings om die probleem/speletjie vir jouself makliker te maak?
- Is jou oplossingstrategieë vir die probleem/speletjie toepaslik, effektief en werkbaar?
- Groei jou wiskundewoordeskaf?
- Kan jy verbande maak met vorige kennis, belewenisse en werklike daaglikse situasies?

- Kan jy jou antwoord logies regverdig?

Volgens die Teachers Network (2005) is daar verskeie voorwaardes wat by die gebruik van wiskundespeletjies in gedagte gehou moet word:

- alle leerders moet deelneem aan die speletjies;
- verkieslik moet speletjies met ingeboude opsies gebruik word sodat daar verskillende vlakke van moeilikheidsgrade is om sodoende verskillende leerders te akkommodeer.

Die elektroniese bron Mathematical Games (2005) stel dit baie duidelik dat die onderwyser eers die speletjie moet demonstreer en dit eenvoudiger moet maak in die begin. As die speletjie byvoorbeeld op 'n rooster (grid) van 5×5 selle gespeel word, kan die onderwyser die leerders laat begin speel op 'n 3×3 rooster om oplossings te vind. As die leerders nie oplossings vir die eenvoudiger weergawe kan vind nie, is dit hoogs onwaarskynlik dat hulle oplossings vir die meer komplekse weergawe sal vind.

3.5 HOE SPELETJIES GEÏNKORPOREER KAN WORD IN DIE ONDERRIG VAN WISKUNDE

Volgens Tapson (1997:3-4) is daar verskillende maniere om 'n stelsel daar te stel om speletjies effektief te inkorporeer. Dit kan onder andere wissel van 'n geen-sisteem vry-vir-almal (enigeeen speel teen enigeen) tot 'n raamwerk soos teëgekome in kompetisies (uitklop, ligas en ander variasies).

Tapson (1997:3-4) en Welsh (1998:6-12) is albei van mening dat 'n progressiewe model die beste is om speletjies in die onderrig van wiskunde te inkorporeer. Die model werk as volg: Elke leerder speel dieselfde speletjie teen almal. Daar is 'n roetine van verandering sodat geen leerder, sover as wat dit moontlik is, twee maal teen dieselfde opponente speel nie. Die stelsel is maklik om te organiseer en sodra almal aan hierdie progressiewe stelsel gewoond is, en dit verstaan, kan die stelsel basies op sy eie

voortgaan. Die stelsel van Tapson (1997:3-4) en Welsh (1998:6-12) kan as volg verduidelik word: Al die speelposisies (tafels of stoele) word genommer van 1 tot n (werklik of denkbeeldig), met twee spelers in elke posisie. Die ‘bewegende’ speler moet duidelik aangedui word. Hierdie ‘bewegende’ spelers bly dan dieselfde deur die hele sessie. Elke keer as `n spel (of `n stel van drie of vyf spelle) klaar is, moet die ‘bewegende’ spelers een posisie aanskuif. `n Praktiese punt is dat almal klaar moet wees voordat die skuif kan plaasvind. Die onderwyser dui die korrekte tyd vir die skuif aan. Een leerder bly dus sit terwyl die ander leerder aanbeweeg om teen die volgende leerder te speel. Die proses hierbo is verduidelik vir `n speletjie met twee spelers, maar kan ook maklik vir speletjies met meer as twee spelers aangepas word.

`n Verdere belangrike aspek is die samestelling van groepe as daar meer as twee spelers by die speletjie betrokke is. Dominerende leerders asook baie sterk leerders moet tussen die groepe geroteer word ten einde die speelveld vir die leerders meer ewekansig te maak.

3.6 VOORBEELD VAN DIE ANALISE VAN `n SPELETJIE

Die wiskunde-onderwyser moet `n speletjie analiseer voor dit in die onderrigproses gebruik word ten einde te verseker dat die speletjie in lyn is met die gestelde doelwitte of uitkomst.

Die volgende voorbeeld van hoe `n speletjie geanaliseer kan word, word ingesluit ten einde aan te toon hoe om te bepaal of `n speletjie gaan voldoen aan die doelwit wat vir die onderrig gestel word. Die voorbeeld van `n analise is verkry vanuit die elektroniese bron Games (2005). Die spel *Nulletjies en Kruisies* word gebruik in die analise.

Die speletjie word gespeel op `n rooster (grid) van 3×3 selle. Spelers neem beurte om hul merke (of `n 0 of `n X) op die rooster te maak. Die wenner is die eerste speler wat drie van sy/haar eie merke in `n reguit lyn kan maak. Daar is agt moontlike wenlyne: 3 kolomme + 3 rye + 2 diagonale. `n Spel kan ook `n gelykop uitslag hê.

Die eerste vraag wat gevra kan word, is ...

- hoeveel verskillende strategieë moontlik is.

Hieroor kan besin word deur te oorweeg ...

- hoeveel verskillende eerste skuiwe moontlik is
- en hoeveel verskillende tweede skuiwe moontlik is.

Verdere redenasie hang van die antwoorde af.

As aanvaar word dat die spel verby is sodra `n reguit lyn van drie merke gemaak is, hoeveel van die verskillende strategieë sal lei tot:

- `n wen vir die eerste speler,
- `n wen vir die tweede speler,
- of `n gelykop uitslag?

Watter variasies kan op die speletjies beplan word?

- Speel `n omgekeerde weergawe waar die eerste speler wat `n reguit lyn met sy/haar merke maak, verloor. Dit lei tot `n verrassende ander spel. Die spel kan nou weer geanaliseer word.
- Speel op `n ander grootte (of vorm) rooster. Maak reguit lyne met drie, vier of vyf merke om te wen.

Analise van hierdie spel kan nou nogal moeilik word.

3.7 BESKRYWING VAN SPELETJIES WAT TYDENS DIE EMPIRIESE STUDIE GEBRUIK IS

Al die speletjies wat tydens die navorsing gebruik is, word beskryf. Die aansluiting by die leeruitkomstes in die NKV (Department of Education, 2004:20-42) word by elke speletjie aangedui asook waar die speletjie verkry is.

Kry 15 (LU 1 – basiese vaardighede) (vgl. 2.6.2)

Bron: *Mathematics in School*. September 1997, 26(4) deur A. Begg.

Leeruitkoms: LU 1 – basiese vaardighede

Spelers: 2 – 3 spelers

Inhoud: 1. 'n Strook papier met die getalle 1 - 9 ingeskryf is die speelbord

1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

2. 2 - 3 kleurpenne

Reëls:

1. Spelers neem beurt om 'n getal op te eis – deur byvoorbeeld hul voorletters in die sel te skryf sonder om die getalle te verberg.
2. Die wenner is die eerste speler om drie getalle op te eis wat die som van 15 gee. Die speler mag meer as drie getalle hê, maar slegs drie van die getalle mag getel word.

Voorbeeld van 'n speelbeurt:

1 ah	2	3 pm	4 pm	5 ah	6	7 pm	8	9 ah
-------------	----------	-------------	-------------	-------------	----------	-------------	----------	-------------

ah: $1 + 5 + 9 = 15$

pm: $3 + 4 + 7 = 14$

ah is dus die wenner van die spel.

Variasie:

\`n Variasie is om die nege getalle in \`n wondervierkant te plaas

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Vang die getalle

Bron: Ontwikkel deur die navorser.

Leeruitkomst: LU1 – basiese vaardighede; LU4 – waarskynlikhede

Spelers: 2 spelers

Inhoud: 1. \`n Bord met die getalle 1 tot 12 soos volg daarop gerangskik

1	2	3	4
8	7	6	5
9	10	11	12

2. 2 dobbelstene
3. 2 kleurpenne

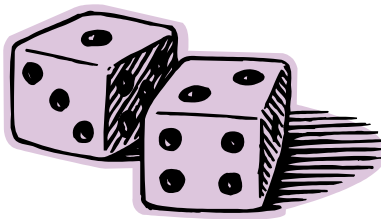
Reëls:

1. Spelers neem beurte om twee dobbelstene te gooi en die twee boonste getalle bymekaar te tel om die som te bepaal.
2. `n Speler mag dan - een getal eis wat gelyk is aan die waarde van die som, of twee getalle eis wat die som gee.
3. `n Getal word geëis deur `n sirkel daarom te trek in die kleur toegeken aan die speler. Somtyds kan geen getal geëis word nie.
4. Die spel stop as geen verdere getalle geëis kan word nie.
5. Die spelers tel al die getalle bymekaar en die wenner is die speler wat die naaste antwoord aan 25 verkry het.

Variasie:

1. Getalle verkry kan ook byvoorbeeld van 25 afgetrek word. Die speler met `n totaal naaste aan nul, is die wenner.
2. Ander bewerkings kan gebruik word en sodanig moet die doelwit-antwoord dan aangepas word.

Voorbeeld van speelbeurt:



Die speler het `n een en `n twee gegooi. Die speler kan nou `n een en `n twee eis of die speler kan die som van die getalle, `n drie eis.

①	②	3	4
8	7	6	5
9	10	11	12

Analise:

Die spel kan nie heeltemal so maklik geanaliseer word nie, want waarskynlikheid is betrokke. Die aandag kan egter op die taktiek van beste spel gefokus word. Deur rekord te hou van die spel en aan te dui wat in die beurt gebeur het, kan waardevolle inligting oor die benadering tot die spel afgelei word.

In die blokke

Bron: `n Uiters veelsydige speletjie deur Alan Parr (1994:12-24).

Leeruitkoms: LU1 – skatting, desimale getalle, basiese berekeninge

Volgens Parr (1994:12-24) kan makliker of moeiliker getalle of `n ander bewerking gebruik word. Die leerders kan gevra word om eerder drie getalle as twee te kombineer. Die puntstelsel kan aangepas word om sodoende die vlak van akkuraatheid te verfyn tot op die presiese vlak wat die onderwyser wil hê.

Spelers: 2 - 4 spelers

Inhoud: 1. Speelbord met getalle

15,2	10,6	0,4	26,2	7,05	41,9	58,49
60,87	22,4	34,43	16	27	99,4	18,03
47,7	81,3	0,091	66,6	0,87	0,45	0,1
37,6	59,2	5,86	9,14	73,2	6,41	3,27

2. Kleurpenne
3. Sakrekenaar (vir kontroledoeleindes)

Reëls:

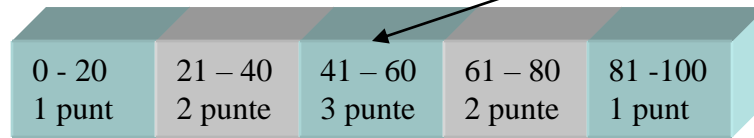
1. `n Speler kies twee getalle in die blokke, tel die getalle bymekaar en sê die antwoord.
2. Die korrektheid van `n speler se antwoord word deur die ander spelers gekontroleer met behulp van `n sakrekenaar. Indien die antwoord verkeerd is, of bo 100 is, kry die speler nie punte vir daardie rondte nie.
3. Merk die getalle met `n kleurpen.
4. Vind die blok waarbinne die antwoord voorkom en hou rekord van die telling.

0 - 20 1 punt	21 - 40 2 punte	41 - 60 3 punte	61 - 80 2 punte	81 - 100 1 punt
------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

4. Die speletjie hou aan tot al die getalle bedek is.
6. Dieselfde getal mag nie twee keer gebruik word nie. Die wenner is die speler met die meeste punte.

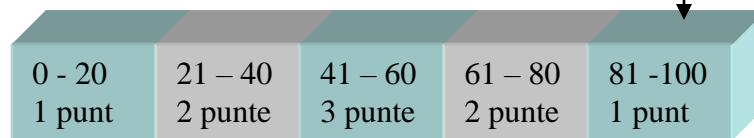
Voorbeeld van speelbeurt:

Speler 1 kies die getalle 37,6 en 10,6 wat `n totaal van 48,2 gee.



Speler 1 verdien dus drie punte want die antwoord is in die interval van 41 - 60.

Speler 2 kies die getalle 81,3 en 3,27 wat `n totaal van 84,57 gee.



Speler 2 verdien dus een punt want die antwoord is in die interval 81 - 100.



	getalle	som	interval	punte
speler 1	37,6 en 10,6	48,2	41 - 60	3
speler 2	81,3 en 3,27	84,57	81 - 100	1

Ek het ... wie het ...?

Bron: *Mathematics Teacher* October 2000, 93(10):568-574 deur D. Thompson and R. Rubenstein.

Leeruitkoms: LU2 – beweeg gemaklik tussen verskillende voorstellingsvorme

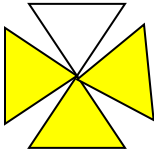
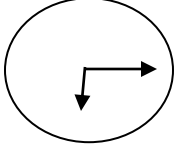
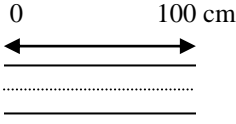
Thompson & Rubenstein (2000:568-574) beweer dat kaartspeletjies 'n prettige manier is om leerders te help om gelykstaande verbale, simboliese, storie-, grafiese of diagrammatiese voorstellings van dieselfde waardes te herken en dus beter te kan verstaan en te kan gebruik.

Spelers: 3 - 5 spelers

Inhoud:

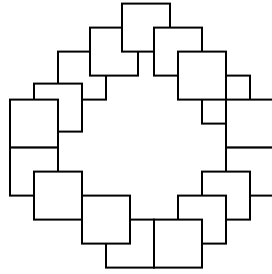
Die volgende tabel wys voorbeelde van self-ontwikkelde speelkaarte met vier stelle gelykstaande waardes. In die tabel is verskillende komponente van wiskunde saamgevat soos: getalle, meetkunde, geld, tyd en meting.

Elke ry stel 'n stel van gelykstaande waardes voor.

driekwart	$\frac{3}{4}$	'n gelyke verdeling van drie koekies tussen vier mense	
kwart oor ses	6:15	15 minute na 6	
een meter	1 m	'n afstand van 100 cm	

Reëls:

1. Kaarte word geskommel en in `n sirkel gepak.



2. Twee kaarte word omgedraai in die middel van die sirkel van kaarte.
3. `n Speler draai een kaart om. As daar `n paskaart is, neem die speler die pakkie en plaas die kaarte gesig na bo langs hom/haar. Die speler kan weer `n kaart omdraai. As daar nie `n pasmaat is nie, word die kaart in die sirkel geplaas en die volgende speler kry `n beurt.
4. As `n volgende speler `n pasmaat van `n ander speler se pakkie omdraai, neem hy/sy die hele pakkie kaarte van die ander speler oor.
5. Die wenner is die een met die meeste pasmaats.

Variasie:

Vir verryking kan leerders gevra word om hul eie spesiale stelle speelkaarte van gelyke waardes te ontwikkel vir nuwe terme en simbole wat hulle geleer het (vgl. 3.9).

Kolskoot vermenigvuldiging

Bron: Games (<http://www.chatham.edu>)

Leeruitkoms: LU1 – getalbegrip, basiese berekeninge, skatting, foutgrense

Spelers: 2 – 4 spelers

- Inhoud:
1. Getalkaarte (4 elk van die getalle 0 – 9)
 2. Dobbelsteen
 3. Sakrekenaar

4. Tabel wat die doelgebied van die produk aandui.

Reëls:

1. Skommel die kaarte en plaas hul gesig na onder op die tafel.
2. Gedurende `n beurt moet `n speler die dobbelsteen rol en die doelgebied van die produk in die tabel opkyk.

Doeltabel

Getal op dobbelsteen	Doelgebied van produk
1	500 of minder
2	501 – 1 000
3	1 001 – 3 000
4	3 001 – 5 000
5	5 001 – 7 000
6	Meer as 7 000

3. Die speler trek vier kaarte van die bokant van die pak en moet dan die vier kaarte gebruik om twee getalle te vorm waarvan die produk binne die doelgebied val. Geen sakrekenaar mag gebruik word nie.
4. Al vier kaarte hoef nie gebruik te word nie en `n getal mag nie met `n nul begin nie.
5. Die ander spelers mag nou die sakrekenaar gebruik om te toets of die gegewe antwoord binne die doelgebied val.
6. Wanneer die antwoord in die doelgebied val, is dit `n kolskoot en kry die speler `n punt, andersins `n nul.
7. Die spel eindig wanneer elke speler vyf beurte gehad het. Die speler met die meeste punte is die wenner.

Voorbeeld van speelbeurt:

`n Speler gooi `n 2. Die doelgebied van die produk is tussen 501 en 1 000.

Die speler trek die kaarte 5, 7, 2 en 9.

Die speler gebruik skattings om twee getalle te vorm waarvan die produk binne die doelgebied val. Die speler vorm die getalle 72 en 9. Die ander spelers toets nou die antwoord op die sakrekenaar: $72 \times 9 = 648$. Die produk is in die doelgebied en dus het die leerder 'n kolskoot en verdien dus een punt.

Variasies:

Die doelgebiede kan aangepas word na gelang van die bewerking wat getoets word.

'Wholly' Breuke

Bron: Del Grande (1973) se *Math, Book 2* en Gough (1978) se *Games and Puzzles*.

Leeruitkomst: LU1 – basiese bewerkings, breuke

LU2 – werk met uitdrukkings

Spelers: 2 - 4 spelers

- Inhoud:
1. Gewone pak speelkaarte sonder koninklikes of jokers
 2. 'n Breukkaart vir verifiëring
 3. Sakrekenaar
 4. Pen en papier

Reëls:

1. Die pak kaarte word geskommel en vier kaarte word gesig na onder aan elke speler uitgedeel. Vier kaarte word gesig na bo geplaas tussen die spelers. Elke speler tel sy/haar kaarte op.
2. Die deler kry eerste geleentheid om te speel.
3. In elke beurt probeer 'n speler om pare kaarte te maak sodat elke paar 'n breuk voorstel en die som van die breuke moet gelyk wees aan 1.
4. Die speler mag enige kaart in sy/haar hand gebruik, in kombinasie met enige kaart wat gesig na bo op die tafel is.

5. Wanneer `n speler `n breuk of versameling van breuke gemaak het wat `n totaal van 1 gee, kry die speler `n punt vir elke kaart gebruik.
6. Indien die speler van die kaarte in die middel gebruik het, moet die kaarte aangevul word sodat die volgende speler weer vier kaarte tot sy/haar beskikking het.
7. Indien `n speler nie breuke kan vorm waarvan die som 1 is nie, verbeur hy/sy die beurt.
8. Die kaarte wat spelers opgebruik het in die rondte, word aangevul tot vier vir die volgende rondte.
9. As geen verdere spel kan plaasvind nie, of as al die kaarte in die middel gebruik is, of al die oorblywende kaarte uitgedeel is en niemand meer `n versameling van breuke kan maak wat saam 1 gee nie, word al die kaarte weer geskommel en uitgedeel.
10. Die eerste speler wat 20 bereik, wen die speletjie.

Variasie:

Gebruik optelling en aftrekking om `n totaal van 1 te verkry. Byvoorbeeld 1, 4, 8 en 10

$$\text{kan } \frac{10}{8} - \frac{1}{4} = \frac{8}{8} = 1 \text{ gee.}$$

Om te verhoed dat spelers terugval op triviale herhalende spel, word bonuspunte toegeken vir elke verskillende noemer in die versameling van breuke wat gebruik word.

Vergroot die waardeversameling van breuke deur van die koninklike kaarte gebruik te maak: J = 11, Q = 12, K = 13.

Voorbeeld van speelbeurt:

`n Speler het die kaarte 2, 3, 5 en 10 in sy/haar hand en kaarte 4, 7, 7 en 8 lê op die tafel.

Breuke $\frac{2}{4}$ en $\frac{5}{10}$ kan gevorm word. Die antwoord van die som van die breuke is 1. Die

speler sal vier punte verdien, want vier kaarte is gebruik.

Top 20

Bron: *Funkey Maths* (www.keystolearning.co.za)

Leeruitkomst: LU1 – basiese bewerkings

LU2 – manipulering van algebraïese uitdrukkings

Spelers: 1 – 5 spelers

Inhoud: Twintig blou kaarte: elk met die getalle 0; 1; 2; ...; 9 (twee elk van elke getal)

Vyftien rooi kaarte: nege kaarte met '+'/ '-' aan weerskante van die kaarte
drie kaarte met '×'/'÷' aan weerskante van die kaarte
drie kaarte met '*' aan weerskante van die kaarte, wat die joker voorstel

Die joker kan as enige bewerking gebruik word.

Tien groen kaarte: een elk met die getalle 0;1;...; 9. Die groen kaarte bepaal wat die antwoord in elke rondte sal wees.

Tien oranje kaarte: Hierdie kaarte het ')' op en word gebruik om getalle in hakies te plaas. Spelers kan hierdie kaarte gebruik soos benodig en die kaarte tel nie punte nie.

Reëls:

1. Getalsinne moet gebou word om sodoende 20 punte te verdien in drie rondtes.
2. Daar word vier blou getalkaarte en drie rooi berekeningskaarte uitgedeel vir elke speler.
3. Die groen antwoordkaarte word gesig na onder op die tafel geplaas. Hierdie kaarte gee die antwoorde vir elke rondte en word nie geskommel nie.
4. Slegs nadat al die spelers hulle kaarte ontvang het, draai `n speler die groen antwoordkaart om. Elke speler probeer nou om `n getalsin, wat waar is, te bou

wat die groen antwoord sal gee. Spelers neem beurte om die groen kaart om te draai.

5. Elke kaart wat gebruik word, tel een punt. Hakiëkaart tel nie punte nie.
6. Die eerste speler wat 'n waar getalsin bou met al sewe kaarte, kry 'n bonuspunt.
7. Nadat elke speler sy/haar getalsin gebou het en punte vir waar getalsinne aangeteken is, word die blou en rooi kaart versamel, geskommel en weer uitgedeel. 'n Nuwe groen kaart word omgekeer vir elke rondte.
8. Nadat vier rondtes gespeel is, elimineer elke speler sy/haar laagste telling. Die drie hoogste tellings word bymekaar getel om die wenner te bepaal.
9. 'n Tydsbeperking per rondte kan gebruik word. Die tydsbeperking hang af van die vaardigheidsvlakke van die leerders.

Het enige speler meer as 20 punte gekry? Het enige speler Top 20 punte?

Onthou:

1. Getalkaarte kan saam geplaas word, byvoorbeeld

4	3
---	---

, om 'n getal te vorm.
2. Bewerkingskaart is gedruk aan weerskante. ('n

+

-kaart kan ook as 'n

-

-kaart gebruik word.)
3. Hakies kan gebruik word, maar hierdie kaart tel geen punte nie.
4. Die kaart met '*'/* is jokerkaart en mag as enige bewerking gebruik word. Die bewerking moet deur die spelers aangedui word tydens hulle verduideliking van hulle antwoorde.
5. Kaarte mag as magte gebruik word, byvoorbeeld $7 - 1^4 = 6$. Vier kaarte is hier gebruik, dus kry die speler vier punte.
6. Die blou kaart met 'n 6 mag as 'n 9 gebruik word deur die kaart om te draai en vice-versa. Dit dra by tot die veelsydigheid van die spel en moedig soepel denke aan.
7. Getalsinne mag nie met 'n berekeningsteken begin nie.
8. Al die kaarte moet op die tafel wees. Geen kaart word in 'n speler se hande gehou nie.

Voorbeeld van speelbeurt:

Kaarte van speler: $\boxed{7}$ $\boxed{4}$ $\boxed{1}$ $\boxed{3}$ $\boxed{+}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{-}$ Groen antwoordkaart: $\boxed{6}$

$\boxed{7}$ $\boxed{-}$ $\boxed{1}$	$=$ $\boxed{6}$	3 punte	} moontlike antwoorde
$\boxed{1}$ $\boxed{3}$ $\boxed{-}$ $\boxed{7}$	$=$ $\boxed{6}$	4 punte	
$\boxed{4}$ $\boxed{+}$ $\boxed{3}$ $\boxed{-}$ $\boxed{1}$	$=$ $\boxed{6}$	5 punte	
$\boxed{(}$ $\boxed{4}$ $\boxed{3}$ $\boxed{-}$ $\boxed{1}$ $\boxed{)}$ $\boxed{\div}$ $\boxed{7}$	$=$ $\boxed{6}$	6 punte	
$\boxed{4}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{3}$ $\boxed{+}$ $\boxed{1}$ $\boxed{-}$ $\boxed{7}$	$=$ $\boxed{6}$	7 punte	

Onthou, die eerste persoon wat al sewe kaarte korrek gebruik, kry sewe punte plus een bonuspunt.

Top Score C

Bron: *Funkey Maths* (www.keystolearning.co.za)

Leeruitkomst: LU1 – basiese berekeninge
LU2 – manipulasie van algebraïese uitdrukkings, breuke

Spelers: 2 – 6 spelers

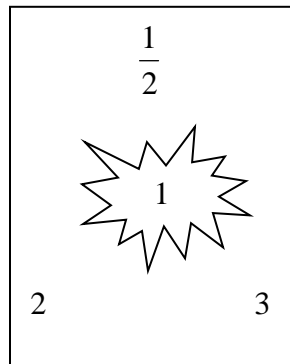
Benodig: pen en papier, stophorlosie

Inhoud: Een-en-vyftig speelkaarte en drie jokerkaarte.
Vier getalle verskyn op elke kaart; drie getalle rondom en een getal in 'n wolkie in die middel. Die getal in die wolkie is die antwoord wat die speler moet probeer bereken.

Reëls:

1. Spelers bou soveel as moontlik getalsinne wat waar is met twee of drie getalle en kan gebruik maak van die bewerkings plus, minus, vermenigvuldig en deel asook hakies waar benodig.
2. Elke speler neem een kaart sonder om dit om te draai.
3. Sodra die stophorlosie begin mag die spelers hulle kaarte omdraai.
4. Elke speler het nou een minuut (tyd toegelaat afhanklik van die ontwikkelingsvlakke van die leerders) om getalsinne te maak wat waar is.
5. Nadat die tyd verby is, moet elke speler sy/haar antwoorde verduidelik aan die ander spelers.
6. Punte word as volg verdien: een punt as slegs twee getalle korrek gebruik is
drie punte as al drie die getalle korrek gebruik is
sewe punte vir `n joker
7. Punte word aangeteken per rondte.
8. Nadat elke speler vyf kaarte gehad het, word die tellings opgetel om die wenner te bepaal.
9. Somtyds is dit `n voordeel om `n jokerkaart te kry, maar soms nie.

Voorbeeld van speelbeurt:



Die getal in die middel (in hierdie geval 1) is die antwoord wat verkry moet word vir hierdie spesifieke kaart. Die getalle $\frac{1}{2}$; 2; 3 moet gebruik word om een te verkry.

$3 - 2 = 1$ twee getalle gebruik, dus een punt werd

$$2 \div \frac{1}{2} - 3 = 1$$
 drie getalle gebruik, dus drie punte werd

Hierdie speler kan dus vier punte verdien indien hy/sy altwee getalsinne gevorm het.

Top Score D

Bron: *Funkey Maths* (www.keystolearning.co.za)

Hierdie speletjie verskil van bogaande speletjie in die sin dat daar nou ook van negatiewe getalle in die berekeninge gebruik gemaak word.

Leeruitkomst: LU1 – basiese berekeninge
LU2 – manipulering van algebraïese uitdrukkings, breuke

Spelers: 1 – 6 spelers

Benodig: pen en papier, stophorlosie

Inhoud: Een-en-vyftig kaarte en drie jokers
Vier getalle verskyn op elke kaart (almal heelgetalle). Drie getalle is om die kante geplaas en een getal in 'n wolkie in die middel. Hierdie getal in die wolkie is die antwoord wat bepaal moet word.

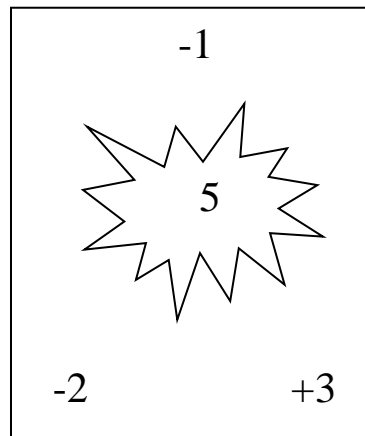
Reëls:

1. Spelers bou soveel as moontlik getalsinne wat waar is met twee of drie getalle en kan gebruik maak van die bewerkings plus, minus, vermenigvuldig en deel asook hakies waar benodig.
2. Elke speler neem een kaart sonder om dit om te draai.
3. Sodra die stophorlosie begin, mag die spelers hul kaarte omdraai.
4. Elke speler het nou een minuut (tyd toegelaat afhanklik van die ontwikkelingsvlakke van die leerders) om getalsinne te maak wat waar is.

5. Nadat die tyd verby is, moet elke speler sy/haar antwoorde verduidelik aan die ander spelers.
6. Punte word as volg verdien: een punt as slegs twee getalle korrek gebruik is
drie punte as al drie die getalle korrek gebruik is
sewe punte vir 'n joker
7. Punte word aangeteken per rondte.
8. Nadat elke speler vyf kaarte gehad het, word die tellings opgetel om die wenner te bepaal.

Voorbeeld van speelbeurt:

Kaart van speler



Die getal in die wolke, in hierdie geval 'n 5, is die antwoord wat verkry moet word.

$$3 - (-2) = 5$$

$$-1 - (-2 \times 3) = 5$$

$$3 + (-2 \times -1) = 5$$

slegs twee getalle gebruik dus een punt werd

al drie getalle gebruik dus drie punte werd

al drie getalle gebruik dus drie punte werd

Totaal vir die rondte: sewe punte

Oorlogskepe

Bron: *Milton Bradley Company, 1990*

Leeruitkomst: LU2, LU3 en LU4 – suksesvolle gebruik van die Cartesiese vlak

Spelers: 2 - 6 spelers (2 spelers die ideale groep)

Benodig: speelroosters (twee per speler), potlode.

- Reëls:
1. Die speler moet vyf verskillende skepe horisontaal of vertikaal plaas op die 10×10 rooster. Hy/sy sal die ander rooster gebruik om na sy/haar opponent se skepe te skiet.
 2. Die vyf skepe is:
 - een wat uit 5 blokkies bestaan (vragskip)
 - een wat uit 4 blokkies bestaan (kruiser)
 - een wat uit 3 blokkies bestaan (veerboot)
 - een wat uit 2 blokkies bestaan (torpedo)
 - een wat uit 1 blokkie bestaan (duikboot)
 3. Die skepe mag nie op enige wyse aan mekaar raak nie.
 4. Elke speler kry drie skote per speelbeurt.
 5. Die doel van die spel is om eerste jou opponent se vyf skepe te kelder.
 6. Na elke skoot moet die ander speler sê of die skoot raak of mis was en as die skoot raak was, aandui watter skip (hoeveelheid blokkies) getref is. Die skote word aangeteken op die toepaslike rooster.
 7. `n Skoot word geskiet deur `n koördinaatpaar as verwysing te gee, bv. (A ; 7).
 8. Die spel hou aan totdat een speler al sy/haar opponent se skepe gekelder het.

Voorbeeld van speelbeurt:

Speler 1 se twee roosters

Rooster waarop skepe geplaas word

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Rooster waarop na opponent se skepe geskiet word

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2				m						
3										
4										
5									m	
6										
7										
8										
9		sb								
10										

Speler 1 skiet die volgende skote:

(I;5) - speler twee se antwoord: mis

(D;2) - speler twee se antwoord: mis

(B;9) - speler twee se antwoord: `n skip van 5 blokkies is een keer getref.

Nou word die proses herhaal deurdat speler 2 nou drie skote na speler 1 se skepe skiet.

Speler 2 se twee roosters

Rooster waarop skepe geplaas word

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2				m						
3										
4										
5									m	
6										
7										
8										
9		r								
10										

Rooster waarop na opponent se skepe geskiet word

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Variasie:

Om die moeilikheidsgraad van die spel te verhoog en dus outomaties ook die vlak van logiese redenasie, kan al drie skote geskiet word en dan sê die ander speler dat twee skote mis was en een skoot het 'n skip van vyf blokkies getref. Nou moet die ander speler deur middel van logiese redenering uitvind waar die skip is.

3.8 ONTWIKKELING VAN SPELETJIES DEUR LEERDERS

Sodra leerders vertrouwd is met speletjies, sal hulle maklik 'n behoefte identifiseer vir 'n area waar daar nie 'n speletjie is nie of waar die bestaande speletjie nie meer 'n werklike uitdaging bied nie (Parr 1994:12-24).

Leerders sal vinnig verskillende speletjie-idees bedink indien hulle voor so 'n uitdaging gestel word. Die leerders is ook verbasend sensitief vir mekaar se behoeftes en watter

tipe spel pret sal wees vir die groep, nadat hulle `n paar speletjies saam gespeel het (Hildebrandt, 1998:193).

Elke leerder in die eksperimentele groepe asook die kontrolegroepe moes hulle eie speletjies ontwikkel. Die speletjies is individueel of in klein-groep verband ontwikkel. Die speletjies wat deur die leerders ontwikkel is, is effektief as `n projek geëvalueer. Die voorbeeld van die projek wat aan die deelnemende skole verskaf is, is aangeheg as bylae N.

Volgens die assesseringsriglyne van die VOO-fase moet die leerders een wiskunde-projek per jaar vir formele assessering afhandel. Die genoemde projek is dus ook vir hierdie doel gebruik om sodoende te voldoen aan die vereistes van die assesserings-program (Department of Education, 2005d:3-12).

Hierdie projek is met soveel entoesiasme deur die leerders begroet, dat die navorser dié projek aan al die skole in die Xhariep-Distrik gestuur het. Die projek is uitgebrei tot `n Wiskunde Expo wat gehou is vir die hele Xhariep-Distrik. Honderd-en-tien van die beste speletjies in die distrik wat deur die wiskundeleerders ontwikkel is, is uitgestal en beoordeel.

3.9 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is die positiewe waarde van die gebruik van speletjies uitgelig, sowel as die uitdagings rakende die suksesvolle keuse en gebruik van speletjies in die klaskamer. Die proses van analise van een spesifieke speletjie is bespreek om as voorbeeld te dien hoe `n analise kan plaasvind. Verder in die hoofstuk is die verskillende speletjies wat gedurende die navorsing gebruik is, beskryf. Laastens is verwys na die projek waar leerders self speletjies ontwikkel het wat as formele assessering vir die deurlopende assesseringspunt gebruik kon word, asook na die uitstalling en beoordeling van dié projekte in `n Wiskunde Expo.

In die volgende hoofstuk word die metodologiese verantwoording ten opsigte van hierdie studie uiteengesit. `n Beskrywing van die prosedures wat vir die insameling van data gebruik is, word gegee. Die navorsingsontwerp sowel as die navorsingmetodes word bespreek.

HOOFSTUK 4

NAVORSINGSMETODOLOGIE

4.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word die metodologiese verantwoording ten opsigte van hierdie studie uiteengesit. \n Beskrywing van die prosedures wat vir die insameling van data gebruik is, word gegee. Die navorsingsontwerp sowel as die navorsingmetodes word bespreek. \n Profiel van die ondersoekgroep word ingesluit. Die navorsingsontwerp en – metode is gekies om antwoorde op die navorsingsvrae te vind. Die navorsingsvrae met betrekking tot die doelwitte is as volg:

Navorsingsvrae wat gelei het tot doelwit 1:

- Kan speletjies die leerders help met hul angsgevoelens oor wiskunde?
- Kan speletjies leerders se gevoelens oor hulself betreffende wiskunde beïnvloed?
- Kan speletjies die motivering van leerders ten opsigte van wiskunde beïnvloed?

Navorsingsvraag wat gelei het tot doelwit 2:

- Kan basiese vaardighede ontwikkel word deur middel van wiskundespeletjies?

Navorsingsvraag wat gelei het tot doelwit 3:

- Kan speletjies in wiskunde \n invloed op die prestasie van leerders hê? (vgl. 1.2.2 & 1.3.2).

4.2 NAVORSINGSONTWERP

Die navorser gaan eklekties te werk deur verskillende navorsingsmetodes te kombineer in die soeke na oplossings vir die navorsingsprobleem. Volgens Best (1981:18) en Leedy & Ormond (2001:92–114) lei 'n kombinasie van navorsingstipes tot logiese en aanvaarbare antwoorde op die navorsingsvrae.

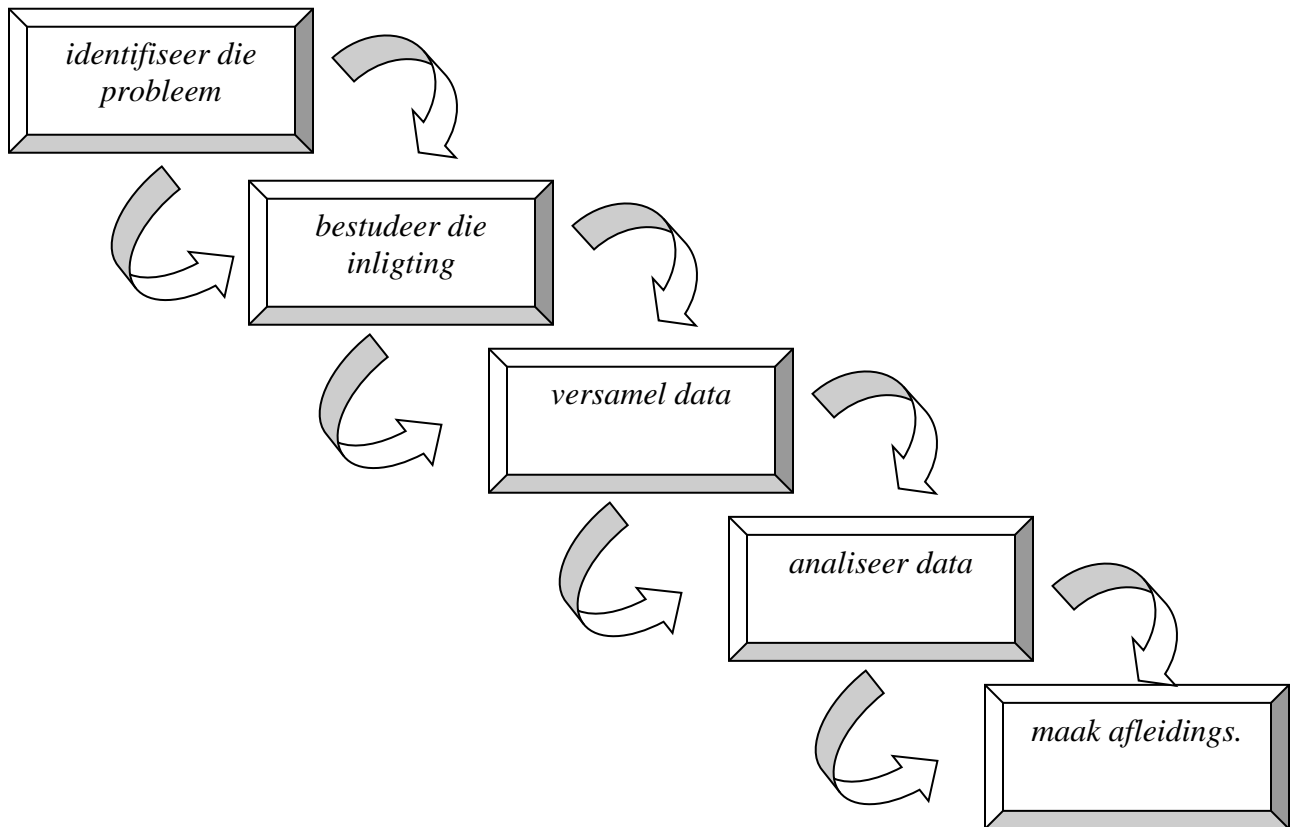
Die probleem waarop hierdie studie fokus, is om die prestasie van leerders in Wiskunde te verbeter deur gebruik te maak van wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode.

McMillan & Schumacher (1989:8), Robinson & Reed (1998:95) asook Wiersma (1995:3) definieer navorsing as 'n sistematiese proses van versameling en analisering van inligting (data) vir 'n spesifieke doel en Kerlinger (1986:10) sluit hierby aan deur te stel dat wetenskaplike navorsing gekontroleerd en empiries is en as 'n kritiese ondersoek na natuurlike verskynsels beskou kan word.

Boshoff (1988:23-29) en Wiersma (1995:3-4) ondersteun bogaande en verduidelik hul ondersteuning beter met behulp van vyf stappe, wat ook deur die navorser gevolg is, ten einde die navorsingsproses so sistematies as moontlik te maak:

- Stap 1: identifiseer die probleem (hoofstuk 1);
- Stap 2: bestudeer bestaande inligting (hoofstukke 2 en 3);
- Stap 3: versamel data (hoofstuk 4);
- Stap 4: analiseer data (hoofstuk 5);
- Stap 5: maak afleidings (hoofstuk 6).

Hierdie proses kan skematies soos volg voorgestel word:



Maykut & Morehouse (1994:64) en Wiersma (1995:3-4) stel dit dat navorsing op verskeie maniere gedoen kan word. Dit impliseer dat daar verskeie navorsingsmetodes gebruik kan word. Die aard van die navorsingsprobleem bepaal die keuse van die metode. Uit die aard van die navorsingsprobleem is van beide kwalitatiewe en kwantitatiewe metodes gebruik gemaak.

Dit was voordelig vir die navorser om navorsingsmetodes te kombineer, want Bell (2002:8) bevestig dat daar geleenthede is waar kwalitatiewe navorsers moet terugval op kwantitatiewe aspekte en vice versa om hul argumente te versterk. Die metode om kwalitatiewe en kwantitatiewe navorsing te kombineer, het voordele, want kwalitatiewe data gee ryk inligting aan kwantitatiewe navorsers oor die sosiale prosesse in die konteks van die wiskundeklaskamer (Bell, 2002:9). Die proses van triangulasie van inligting kan dus versterk word.

4.2.1 Data-insamelingsplan

Die data-insamelingsplan vir die studie word uiteengesit in die volgende tabel:

Tabel 4.1

Vrae	Data-insamelingsplan	
<p>WAAROM word die data versamel?</p>	<p>Die data verskaf inligting oor die impak van die gebruik van wiskundespeletjies in die klaskamer as alternatiewe, informele onderrigmetode. Die impak van laasgenoemde op die selfkonsep, motivering, angs en prestasie van die leerders, word bestudeer.</p>	
<p>WAT is die navorsingstrategie?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vraelyste • Toetse • Onderhoude • Waarneming 	
<p>WIE/WAT is die bronne waaruit data verkry word?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vraelyste aan leerders in die eksperimentele en kontrolegroepe • Toetse aan leerders in die eksperimentele en kontrolegroepe • Onderhoude met onderwysers • Onderhoude met leerders • Joernaal van waarnemings 	
<p>HOEVEEL van die databronne word ontgin?</p>	Deelnemende groep	Aantal deelnemers
	Onderwysers	2
	Eksperimentele groep	60
	Kontrolegroep	60
	Totaal	122

Vrae	Data-versamelingsplan
<p>WAAR/ OP WATTER WYSE word die data verkry?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Persoonlike onderhoud is met onderwysers en leerders by die twee deelnemende skole gevoer. • Vraelyste is persoonlik afgelewer en weer in ontvangs geneem. • Voor- en natoetse is persoonlik afgelewer en weer in ontvangs geneem. • Waarnemings is tydens sessies met die eksperimentele groep gedoen. • Waarnemings is gedoen tydens onderrigssessies in kontrolegroepklasse.
<p>HOE DIKWELS word die data verkry?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Onderhoude is aan die begin van die intervensie gedoen en weer herhaal aan die einde van die proses. • Vraelyste is aan die begin van die veldnavorsingsproses ingevul en weer herhaal aan die einde van die proses. • 'n Toets is aan die begin van die navorsingsproses afgeneem en weer herhaal aan die einde van die proses. • Waarnemings is weekliks gedoen tydens besoeke aan deelnemende skole (elke skool is elke alternatiewe week besoek deur die navorser).
<p>MOTIVERING vir die data-versamelingsplan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Onderhoude verskaf waardevolle inligting oor die persoonlike ervaring en stand van die praktyk ten opsigte van die gebruik en impak van speletjies in die klaskamer.

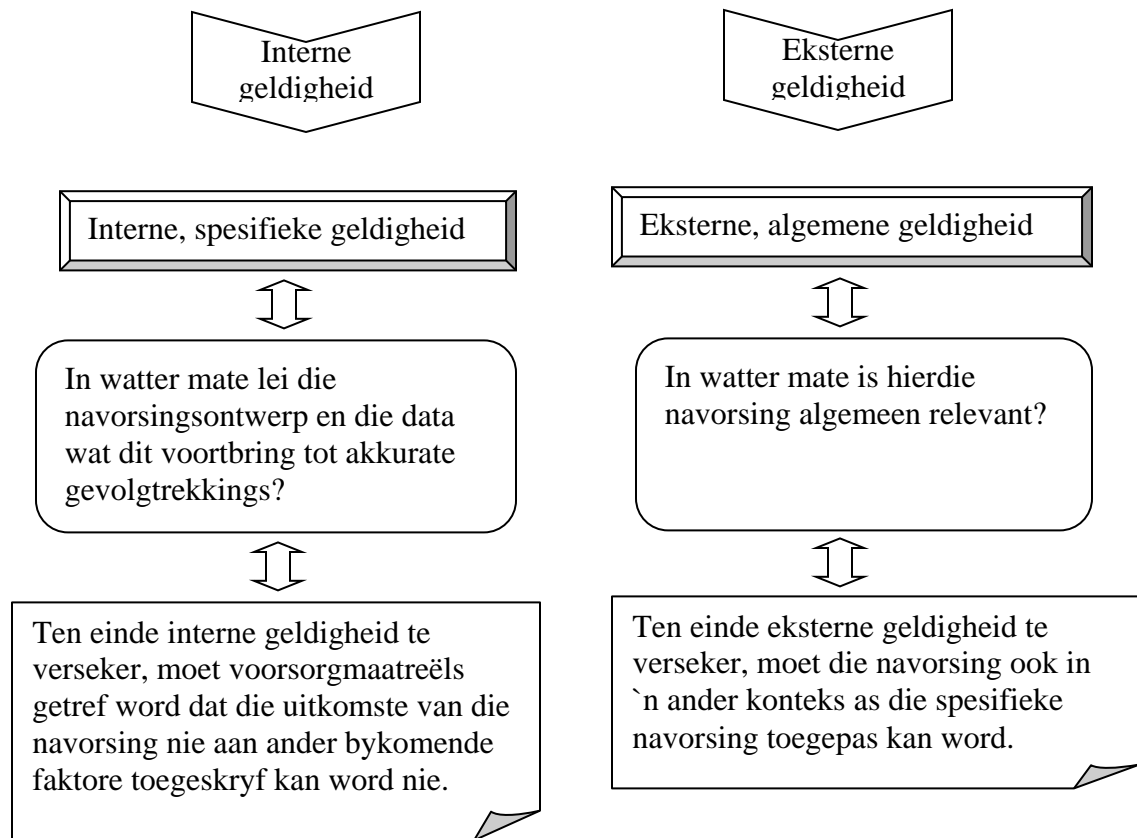
	<ul style="list-style-type: none"> • Vraelyste bied inligting oor leerders se selfkonsep, motivering en angs, terwyl toetse inligting bied in watter mate prestasie beïnvloed word deur die speel van wiskundespeletjies. • Waarnemings dien as aanvullende bron van inligting ten einde die proses van triangulasie verder te versterk.
<p>WIE word as deelnemers betrek?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Onderwysers aan twee deelnemende skole in die Xhariep-Distrik • Leerders aan twee deelnemende skole in die Xhariep-Distrik

Die intervensie is gedoen in `n tydperk van ses maande waartydens die wiskundespeletjies met die eksperimentele groep gespeel is gedurende sekere periodes. Voor die aanvang van die intervensie is die onderhoude gevoer, vraelyste beantwoord en toetse afgeneem. Na afloop van die intervensie is die beantwoording van die vraelyste, afneem van toetse en die voer van onderhoude herhaal. Waarnemings het tydens die intervensie geskied.

4.2.2 Geldigheid van die navorsing

Die geldigheid van enige navorsing behoort getoets te word, ongeag van die navorsingsmetodologie wat gevolg word. Interne asook eksterne geldigheid van die navorsing is ter sprake (Leedy & Ormond, 2001:103–106). Verskeie faktore en voorvereistes is in ag geneem ten einde die geldigheid van die navorsing te toets. Die geldigheidsaspek van die navorsing word deurlopend in die volgende afdelings uitgelig.

Figuur 4.1 Skematiese voorstelling van interne en eksterne geldigheid soos gesien deur die navorser:



4.3 KWANTITATIEWE NAVORSING

Volgens Bryman (1993:18) is kwantitatiewe navorsing gewoonlik hoogs gefokus op die daarstelling van die terloopse verwantskappe tussen konsepte. Reaves (1992:16) definieer kwantitatiewe navorsing as die proses waartydens hoeveelhede van dinge gemeet word, gewoonlik numeriese hoeveelhede. Krathwol (1993:740) definieer kwantitatiewe navorsing as navorsing wat verskynsels in getalle en hoeveelhede beskryf in plaas van woorde.

Kwantitatiewe navorsing het sy wortels in die positivisme (vgl. 1.2.1). Reese (1980:450) definieer positivisme as 'n familie van filosofieë wat gekenmerk word deur 'n sterk positiewe evaluasie van wetenskap en wetenskaplike metodes.

Kwantitatiewe navorsing word gebaseer op waarnemings wat omgeskakel word na diskrete eenhede wat met ander eenhede vergelyk kan word deur statistiese analise (Maykut & Morehouse, 1994:2). Kwantitatiewe navorsing word gedoen om verwantskappe, effekte en oorsake vas te stel. Kwantitatiewe navorsers fokus sterk op die uitkomste en produkte van die waarnemings (Wiersma, 1995:13). Instrumente soos vraelyste en gestandaardiseerde toetse word in kwantitatiewe navorsing gebruik om data in te samel (Bryman, 1993:18). In hierdie studie is vraelyste voor en na die intervensie gebruik met die doel om inligting te versamel oor die leerders se ervaring van wiskunde, hoe die leerders oor hul eie vermoëns voel en in watter mate hulle gemotiveer is vir wiskunde. In die navorsing is ook gebruik gemaak van 'n voor- en natoets om die vlak van basiese vaardighede te bepaal. Hierdie toetse is ook gebruik om veranderinge in die prestasie van die leerders in wiskunde te kon bepaal.

4.3.1 Vraelyste

Weens die aard van die navorsing het die navorser besluit dat die primêre instrument om inligting te versamel, vraelyste sou wees. Weens die aard van doelwit 1, was dit makliker om vraelyste met spesifieke aanduiders te gebruik. 'n Vraelys ontwikkel deur Visser (1985:113-117) oor wiskunde-angs, wat as deel van doelwit 1 aangespreek word, is as basis gebruik vir die ontwikkeling van die vraelys vir hierdie studie. Die vrae in die vraelys is aangepas vir die spesifieke doel van die studie. Die spesifieke vraelys van Visser is as basis gebruik omdat die vrae baie nou aansluit by dit wat die navorser in die studie wou toets. Al die vrae in die vraelys het ook 'n regstreekse verwysing na die literatuur oor wiskunde-angs. Hierdie aspekte is deur meer as een navorser herhaal en word ook deur die navorser beskou as die meer belangrike aspekte wat betrokke is by wiskunde-angs. Visser (1985:113-117) het die interne betroubaarheid van haar vraelys getoets en 'n uitsonderlik hoë alpha-koeffisiënt van 0.9447 verkry.

Bogaande was vir die navorser 'n verdere versekering dat die spesifieke vraelys 'n stewige basis sal wees vir die ontwikkelde/aangepaste vraelys van hierdie studie.

’n Keuse van vyf moontlike reaksies is gegee: stem definitief saam, stem saam, kan nie besluit nie, stem nie saam nie en stem definitief nie saam nie. Die leerders se angste en ongemak asook hul selfvertroue ten opsigte van wiskunde as sulks, wiskunde-aktiwiteite en wiskundespeletjies is met behulp van hierdie vraelys (Bylae B) gemeet.

Vir die tweede aspek van doelwit 1, naamlik die leerders se selfkonsep oor hul vermoëns, is die vraelys wat Visser (1985:113-117) aangepas het uit die werke van Brookover, Erikson & Joiner, as basis gebruik (Bylae C). Hierdie vrae is spesifiek ontwikkel om op die selfkonsep te fokus in ’n opvoedkundige en akademiese raamwerk. Aanpassings is gemaak ten einde die vraelys gepas te maak vir hierdie studie. Vrae om te bepaal hoe die leerders hulle eie vermoëns in wiskunde beskou asook hoe hulle oor wiskunde-aktiwiteite en die speel van wiskundespeletjies voel, is ingesluit.

Vir die afdeling oor motivering van doelwit 1 is ’n vraelys, wat ook deur Visser (1985:113-117) ontwikkel is, as basis gebruik (Bylae D). Die vrae reflekteer ’n persoon se begeerte om dieper betrokke te raak by wiskunde, om die uitdaging wat wiskunde stel, te aanvaar, om meer wiskunde te doen as wat verwag word en om wiskundespeletjies te wil speel. Weer eens is aanpassings aan die vraelys gemaak ten einde beter by die studie te pas.

Ten einde verdere versekering te kon kry oor die gepastheid/geldigheid van die drie vraelyste (Bylaes B, C en D) is die volgende drie kundiges gevra om dit te beoordeel: Carolyn Hildebrandt, ’n kenner van wiskundespeletjies en professor in wiskunde-onderwys aan Ohio Universiteit, Jurg Basson, ’n wiskunde-dosent en aanbieder van NKV wiskunde-opleiding en Wouter de Wet, ’n skoolsielkundige. Tydens persoonlike kommunikasie per e-pos het Hildebrandt die navorser verseker dat die vrae volgens haar gepas is en dus gebruik kan word vir die gestelde doel. In verdere persoonlike kommunikasie het Jurg vanuit sy perspektief as dosent en aanbieder aangedui dat hy van mening is dat die vraelyste sonder twyfel gebruik kan word om die betrokke aspekte na te vors. Die skoolsielkundige, De Wet, het tydens ’n persoonlike gesprek bevestig dat, uit

sy ondervinding met leerders, die vraelyste gepas is vir die doel waarvoor dit opgestel is. Al drie die kundiges het ingestem dat die navorser hulle by naam kan noem in die studie.

Volgens Robinson & Reed (1998:86) is 'n vraelys 'n instrument wat ontwerp word deur 'n reeks goed geformuleerde geskrewe vrae daar te stel en wat óf persoonlik, óf per pos versprei word. 'n Vraelys word gewoonlik gebruik om groot hoeveelhede inligting deur middel van steekproewe te versamel. Ten einde die insamelingsproses te kon vergemaklik, is die vraelyste van hierdie studie persoonlik deur die navorser na die deelnemende leerders in die twee skole geneem.

Volgens Breakwell, Hammond & Fife-Shaw (2002:158) is 'n vraelys 'n gerieflike instrument om data te versamel, want inligting kan makliker en relatief goedkoper versamel word as met individuele besoeke. Verder is vraelyste eenvoudiger as onderhoude, want in 'n vraelys kan spesifieke moontlike antwoorde verskaf word, terwyl dit moeiliker is om vrae vir 'n onderhoud so op te stel dat die vrae nie eensydige, gerigte antwoorde sal ontlok nie. Met vraelyste kan meer mense betrek word in die navorsing as met onderhoude. 'n Vraelys is ook 'n bekende vorm van navorsing wat respondente nie maklik afskrik nie. In die studie is vraelyste uitgedeel aan 120 deelnemers (eksperimentele groep asook kontrolegroep) terwyl onderhoude slegs met die twee onderwyseresse en 12 leerders gevoer is.

Die vraelyste in die studie kon as gevolg van hul veelsydige natuur gebruik word as 'n aanduiding van leerders se selfkonsep, hul wiskunde-angs asook hul motivering in wiskunde. Die vraelyste was ook vir die onderwysers 'n aanduiding van die sukses van hul benadering ten opsigte van die leerders in die klaskamer en in watter mate dit aangepas kan word ten einde beter onderrig te verseker. Met die vraelyste kon deelnemende groepe asook kontrolegroepe gelyktydig in 'n relatiewe kort tyd getoets word. Dit is teen hierdie agtergrond van die voordele van vraelyste dat vraelyste as primêre dataversamelingsinstrument in die studie gebruik is (vgl. Bylae B, C en D). Honderd-en-twintig vraelyste is aan die twee deelnemende skole se graad 10-wiskundeleerders uitgedeel. Hierdie wiskundeleerders vorm die doelgerigte steekproef

van deelnemers uit die populasie van alle Graad 10-wiskundeleerders in die Xhariep-Distrik.

Formaat van die vraelyste

Robinson & Reed (1998:14) definieer 'n geslote vraelys as 'n vraelys waarin die antwoorde beperk word tot gedefinieerde onderwerpe. Drie hoofsaaklik geslote vraelyste is gebruik in die studie. Die voordele van 'n geslote formaat is dat: (1) die alternatiewe antwoorde duidelik gestel word vir die respondente en (2) dit die aantal dubbelsinnige antwoorde wat moontlik gegee kan word, verminder. Die alternatiewe antwoorde wat duidelik gestel word, reduceer ook die aantal koderingsfoute wat gedurende die analise van die data kan voorkom. Breakwell et al. (2002:161) stel dit verder dat respondente geslote-formaat items makliker kan beantwoord en dit meer geredelik sal doen as oop-formaat items.

Die navorser het 'n geslote formaat vir die vraelyste gekies waar die leerders die antwoorde uit vyf moontlike keuses moes kies (Bylae B, C en D). Bogenoemde voordele het die keuse en samestelling van die vraelyste makliker gemaak. Die grootste voordeel van die tipe vraelys wat gebruik is, is dat dit vir die navorser maklik was om die data te kon analiseer.

4.3.2 Voor- en natoets

'n Voor- en natoets (Bylae E), wat presies dieselfde toets was, is gebruik ten einde te bepaal in watter mate doelwitte 2 en 3 bereik is. Hier is van oop sowel as geslote vrae gebruik gemaak, waar die leerders onderskeidelik hulle eie bes moontlike antwoord moes verskaf of die regte keuse moes uitoefen. Sodoende kon bepaal word op watter vlakke die leerders se basiese vaardighede en prestasie voor en na die intervensie was. Vrae en idees vir die toets is vanuit die volgende bronne verkry: *Illustrated Maths Dictionary* (De Klerk, 2005), *Mathematics Plus* (Pretorius, Potgieter & Ladewig, 2005), *How Maths Works* (Vorderman, 1996), *Mathematics Revision Guide* (Newlands, Russel & Joyner,

1998) en *Oxford Mathematics Study Dictionary* (Tapson, 1999). Oopformaat items asook meer geslote-formaat items is in die toets (Bylae E) gebruik, want dié formaat van vrae was die beste aanduiders in die bepaling van die basiese berekening- en vaardigheidsvlakke. Die oop en meer geslote vrae wat gebruik is in die toets, met die leerders se gevolglike antwoorde, het die prestasievlakke van die leerders aangedui, om sodoende die mate van bereiking van doelwit 3 te kon bepaal.

4.3.3 Geldigheid

Navorsing moet geldig wees, ongeag die vorm wat dit aanneem. Om geldig te wees, moet dit op feite of getuienis gebaseer word, dit wil sê dit moet bewys kan word (Wiersma, 1995:5). Die instrumente moet toets wat hulle veronderstel is om te toets.

Gay (1981:109-110) stel dit dat geldigheid betrekking het op wat 'n toets (of vraelys) meet en vir wie dit toepasbaar is. Babbie en Mouton (2001:122) sluit hierby aan deur aan te dui dat geldigheid verwys na die omvang waartoe empiriese meting die werklike betekenis van die konsep onder oorweging reflekteer. Volgens Silverman (2000:175) is geldigheid 'n sinoniem vir waarheid, geïnterpreteer as die omvang waartoe die ondersoek die sosiale verskynsel reflekteer waarna dit verwys.

Best (1981:179) wys op die feit dat daar aandag aan die volgende punte gegee moet word om geldigheid in 'n vraelys te handhaaf:

- vrae moet op die mins dubbelsinnige manier gevra word;
- items moet 'n betekenisvolle aspek van die doel van die ondersoek toets;
- die betekenis van alle terme moet duidelik gedefinieer word, sodat dieselfde betekenis deur alle respondente gevorm kan word.

Ten einde seker te maak dat die instrumente gereed is vir die werklike navorsing, is 'n loodsstudie uitgevoer. Hierdeur kon bepaal word of, in navolging van Best (1981:179), die vrae ondubbelsinnig is, die items werklik toets wat getoets moet word en dat die

betekenis van die vrae duidelik is vir al die deelnemers. Deurdat die loodsstudie (vgl. 4.6) uitgevoer is, is die geldigheid van die navorsing verder verhoog. Die loodsstudie het werklik gehelp om te verseker dat die vrae so duidelik as moontlik gevra is en die vrae spesifiek per doelwit gerig is. Twee vrae in die vraelyste is herformuleer ten einde meer duidelikheid te kon verkry. Die voorlegging van die vraelyste aan die drie kundiges het ook bygedra tot die geldigheid van die vraelyste as navorsingsinstrumente. Die toets was ook deel van die loodsstudie. Drie vrae in die toets is in moeilikheidsgraad aangepas om 'n duideliker aanduiding van die kennis- en vaardigheidsvlakke van die leerders te kry.

4.3.4 Betroubaarheid

Navorsing kan as betroubaar beskou word indien die studie presies herhaal kan word deur onafhanklike navorsers onder dieselfde omstandighede en dieselfde resultate dan verkry word (Wiersma, 1995:9).

Betroubaarheid van 'n vraelys kan bevestig word deur die tweede toepassing van die instrument en deur die resultate dan te vergelyk met die resultate verkry uit die eerste toepassing (Best, 1981:179). Babbie & Mouton (2001:125) stem saam met bogenoemde definisies deur betroubaarheid te definieer as die waarskynlikheid dat 'n gegewe metingsprosedure dieselfde beskrywing sal gee van die gegewe verskynsel indien die meting herhaal sou word. Gay (1981:116) definieer betroubaarheid as vertroubaarheid.

Betroubaarheid is volgens Wiersma (1995:9) 'n noodsaaklike eienskap vir geldigheid: 'n studie kan nie geldig wees as betroubaarheid nie ter sprake is nie. Betroubaarheid fokus op replisering en geldigheid fokus op die akkuraatheid van die bevindings.

Die loodsstudie is die eerste vlak waar betroubaarheid bepaal kan word. Hierdie studie is gebruik om die gehalte van die vraelyste, onderhoude en toetse te verbeter deur vrae te herformuleer ten einde beter verstaanbaar te wees. Verder is die vraelyste, onderhoude, toetse en waarnemings in die studie gebruik vir die proses van triangulasie.

Triangulasie is die strategie om verskillende dataversamelingsinstrumente te gebruik ten einde `n enkele probleem of uitkoms te ondersoek (Borg & Gall, 1979:393). Antwoorde wat verkry is uit vraelyste en antwoorde wat verkry is uit onderhoud is met mekaar vergelyk teen die agtergrond van waarnemings deur die navorser gedoen om betroubaarheid te handhaaf. (vgl. Bylae B, C, D en E).

4.4 Kwalitatiewe Navorsing

Kratwohl (1998:740) beskryf kwalitatiewe navorsing as navorsing wat verskynsels in woorde eerder as in getalle beskryf. Volgens Paton (2002:432) verander/omskep kwalitatiewe navorsing en analise data in bevindings. Kwalitatiewe navorsing word dus gedoen met die doel om sosiale verskynsels te verstaan - sosiaal word hier in `n breë verband gebruik (Wiersma, 1995:13).

Kwalitatiewe navorsing omsluit die benaderings wat navorsers in staat stel om eerstehands inligting oor die sosiale wêreld wat hulle ondersoek te verkry deur middel van die betrokkenheid en deelname in dié wêreld. In die studie is die wiskunde-klassamer beskou as die sosiale wêreld waarvoor inligting verkry is. Hierdie inligting is verkry deur te fokus op reaksies van individuele deelnemers (Hitchcock & Hughes, 1995: 12), in die geval van die studie dus die leerders.

Borg & Gall (1979:385) gee die volgende eienskappe van `n kwalitatiewe navorsingsparadigma:

- Mense is die primêre dataversamelingsinstrumente.
- Die fokus is op kwalitatiewe metodes.
- Daar is doelgerigte in plaas van toevallige keuses vir steekproewe.
- Daar word van intuïtiewe insigte gebruik gemaak.

In navolging van Borg & Gall (1979:385) is `n kwalitatiewe navorsingsparadigma ingesluit in die verwysingsraamwerk wat in die studie gebruik is. In die studie is daar

primêr met die leerders in die klaskamer gewerk en is die deelnemende skole met 'n spesifieke doel voor oë gekies. Die deelnemende skole se wiskunde-onderwysers is kreatiewe onderwysers wat met oortuiging aan die proses van die gebruik van wiskundespeletjies as alternatiewe onderrigmetode sou deelneem. Die twee onderwysers is ook absoluut oortuig daarvan dat leerders aktief moet deelneem aan die konstruksie van hul kennis en vaardighede.

4.4.1 Gelykvormigheid

In kwalitatiewe navorsing omvat die begrip gelykvormigheid die tradisionele konsep van objektiwiteit (De Vos, Strydom, Fouché & Delport, 2005:245). Lincoln & Guba (1985:290-291) lê klem op die nodigheid om te vra of die resultate van die studie bewys kan word deur 'n ander persoon. Deur laasgenoemde te doen, verwyder hulle die fokus van evaluering van sommige inherente karaktereienskappe van die navorser (objektiwiteit) en verplaas die fokus van evaluering vierkantig op die data. Dit is egter vir die navorser duidelik dat absolute gelykvormigheid nie moontlik is nie, want die navorser het haar eie idee oor die navorsing. Rossman & Rallis (2003:337) ondersteun laasgenoemde siening, maar lê tog klem daarop dat die mate van gelykvormigheid moontlik, verhoog kan word deur die fokus te verskuif soos voorgestel deur De Vos et al. (2005:245).

4.4.2 Vertroubaarheid

Vertroubaarheid is die kwalitatiewe alternatief vir betroubaarheid, waarbinne die navorser poog om die veranderende omstandighede in die navorsingsomgewing asook die veranderinge in die ontwerp van die studie te verantwoord, namate die navorser se begrip en kennis van die omgewing verdiep (De Vos et al., 2005:344-345). Laasgenoemde omvat 'n aantal aannames wat aansienlik verskil van die aannames wat in die omskrywings van betroubaarheid ingesluit is.

Positivistiese beskouings van betroubaarheid aanvaar 'n onveranderende wêreld waar navraag/ondersoek baie maklik gerepliseer kan word. Hierdie beskouing van 'n onveranderende wêreld is in direkte kontras met die kwalitatiewe/interpretiewe aanname dat die sosiale wêreld voortdurend gekonstrueer word. Die begrip van replisering is dus insigself hier problematies (De Vos et al., 2005:345-347 en Lincoln & Guba, 1985:289-291).

Deur die verloop van die navorsing het die navorser gepoog om onwillekeurige foute te beperk deur deurgaans te streef na die doelwitte gestel. Die navorser het ook deurgaans gestreef na 'n dieper begrip van die deelnemers en die navorsingsproses en die kontinue bou en ontwikkeling van die sosiale wêreld in berekening gebring. Sodoende is daar gestreef na beter vertroubaarheid.

4.4.3 Grondigheid

De Vos et al. (2005: 345-347) en Denzin & Lincoln (2000:670-676) beskou die grondigheid van kwalitatiewe navorsing as 'n maatstaf om te bepaal in watter mate sekerheid verkry kan word dat die bevindings weer verkry sal word indien die studie herhaal word met dieselfde deelnemers in dieselfde konteks.

4.4.3.1 Geloofwaardigheid

Geloofwaardigheid is die kwalitatiewe alternatief vir interne geldigheid met die doel om te demonstree dat die navorsing op so 'n wyse uitgevoer is ten einde te verseker dat die onderwerp akkuraat geïdentifiseer en omskryf is (De Vos et al., 2005:346). Volgens Rossouw (2003:178-180) verwys geloofwaardigheid na die graad van vertroubaarheid om die bevindings, en by implikasie die metodes gebruik om die bevindings te kon verkry, te bepaal.

Volgens Lincoln & Guba (1985:290) sal die impetus van die kwalitatiewe studie, wat ten doel het om sosiale verskynsels na te vors (vgl. 4.4), die studie se geloofwaardigheid

versterk. Denzin & Lincoln (2000:670-676) beweer dat, indien 'n in-diepte-beskrywing van die kompleksiteit van veranderlikes en interaksies gegee word, dit so deurspek is met inligting verkry uit die proses, dat die navorsing nie anders as geloofwaardig kan wees nie.

4.4.3.2 Oordraagbaarheid

Oordraagbaarheid is die alternatief vir eksterne geldigheid. Die bewyslas om die toepasbaarheid van 'n stel bevindinge in 'n ander konteks te gee, berus meer op die navorser wat die oordrag gemaak het as op die oorspronklike navorser (De Vos et al., 2005:246-247).

Die addisionele strategiese keuse van triangulasie kan 'n studie se veralgemening verhoog. Inligting vanuit verskillende bronne kan gebruik word ter bevestiging, begroning of verduideliking van die navorsing onder bespreking. 'n Navorsingstudie met verskillende deelnemers en/of verskillende data-insamelingsmetodes, kan grootliks bydra om die navorsing se bruikbaarheid vir ander kontekste te verhoog (Lincoln & Guba, 1985:288-291). Goetz & Le Compte (1984:212-218), Niemann (2000:283) en Smaling (1994:81-82) bevestig ook dat triangulasie kan help om die oordraagbaarheid van die studie te verhoog.

In hierdie studie is van meer as een metode (kwalitatief: onderhoude, waarnemings en kwantitatief: vraelyste en toetse) gebruik gemaak om data te versamel. Meer as een databron (onderhouddata, literatuur en ander) is gebruik om die vlak van bevestiging en begroning van die navorsing, te verhoog.

4.4.4 Onderhoude

Volgens Best (1981:164) is 'n onderhoud in wese 'n mondelinge, persoonlike toepassing van 'n vraelys op elke deelnemer van die steekproef. In plaas daarvan dat die antwoorde skriftelik gegee word, gee die deelnemer die nodige inligting mondeling in 'n aangesig-

tot-aangesig situasie. Die navorser stem nie heeltemal hiermee saam nie, want die stelling is volgens die navorser meer van toepassing as daar van gestruktureerde vrae gebruik gemaak word. McMillan & Schumacher (1989:265-266) wys daarop dat 'n onderhoud baie keer bo ander data-versamelingsinstrumente verhef is, want:

- mense is gewoonlik meer bereid om te praat as om te skryf;
- die onderhoudvoerder kan die doel van die ondersoek en presies watter inligting hy/sy wil hê, baie beter verduidelik;
- as 'n deelnemer 'n vraag misinterpreteer, kan die onderhoudvoerder dit opvolg met 'n duideliker vraag;
- dit is ook moontlik om dieselfde inligting, op verskeie maniere, op verskillende tye van die onderhoud te verkry ten einde vir betroubaarheid te toets.

In onderhoude is dit ook net soveel makliker om die deelnemer gefokus te hou op die onderwerp. Deur onderhoude as instrument te gebruik in die studie, is die proses van triangulasie ook versterk. Onderhoude met leerders is gevoer totdat teoretiese versadigingspunt bereik is. Aangesien daar slegs twee onderwysers by die navorsing betrokke was, is daar dus slegs twee onderhoude voor en na die intervensie met onderwysers gevoer.

Formaat van onderhoude

In 'n onderhoud kan gestruktureerde, semi-gestruktureerde en ongestruktureerde vrae gebruik word. Gestruktureerde vrae is vrae met keuses waaruit die deelnemer 'n keuse moet maak. Semi-gestruktureerde vrae is nie veelkeusig nie. Die semi-gestruktureerde vraag is 'n oop vraag, maar is redelik spesifiek in sy doelwit. Ongestruktureerde vrae laat ruimte om vrae te vra wat spontaan uit die onderhoud-situasie ontstaan en dus kan meer inligting oor die onderwerp bekom word (McMillan & Schumacher, 1989:266-267). Fowler & Mangione (1990:36-51) asook Kerslinger (1988:94-106) gee die volgende kriteria vir onderhoudsvrae:

- Die vrae moet verband hou met die navorsingsprobleem en navorsingsdoelwitte.
- Die tipe vraag (oop of geslote) moet geskik wees vir die soort inligting wat benodig word.
- Die item of stelling moet duidelik en ondubbelsinnig wees.
- Die vrae mag nie leidend wees nie.
- Die vraag mag nie kennis vereis waaroor die respondent nie beskik nie.
- Die vraag moet nie sensitiewe inligting vra nie.

In hierdie studie is semi-gestruktureerde onderhoude gebruik, want dié tipe onderhoud laat 'n groot mate van objektiwiteit (deelnemer gee eie opinie sonder dat onderhoudvoerder te veel leiding gee) en uniformiteit toe; tog laat dit ruimte vir die navorser om 'n mate van rigting aan te dui asook 'n mate van verduideliking.

Daar is onderhoude met die twee wiskunde-onderwysers gevoer om sodoende hul mening te verkry oor die impak van speletjies op wiskunde-onderrig. Die onderhoude is aan die begin van die intervensie gedoen en dan weer aan die einde van die intervensie herhaal. Onderhoude is ook met 12 leerders gevoer om die vlakke van angs, selfbewussyn en motivering te bepaal. Die getal van 12 leerders is verkry nadat teoretiese versadiging bereik is volgens die navorser. Die onderhoude is ook aan die begin van die proses uitgevoer en weer aan die einde van die proses met dieselfde leerders herhaal. Die leerders uit die natuurlike klasgroepe wat die eksperimentele groepe van die twee deelnemende skole gevorm het, is genommer en nommers is een vir een lukraak uit die houer gekies. Alle leerders in die eksperimentele groepe het dus 'n gelyke kans gehad om getrek te word vir die onderhoude. Die onderhoude is opgeneem met die toestemming van die leerders, met die versekering dat die leerder te alle tye anoniem sal bly. Waar nodig is notas ter verduideliking neergeskryf. Volgens Borg & Gall (1979:428) hou die opname van onderhoude die volgende voordele in:

- opnames kan deur verskeie mense beoordeel en gebruik word om betroubaarheid te bepaal;

- `n opname sal definitief die inligting meer volledig en objektief versamel as notas;
- opnames spaar tyd omdat die hele onderhoud nie tydens die sessie neergeskryf hoef te word nie.

Kwalitatiewe navorsing fokus dus op die verstaan van ons daaglikse leefwêreld asook op die interpretasie van hierdie leefwêreld vanuit die deelnemers se perspektief, eerder as op die navorser se vooropgestelde idees.

4.4.5 Waarneming

McFee (1993:173-184), McNiff (1993:45-82) en McTaggart (1991:168-187) is dit eens dat een van die primêre instrumente van studies die gebruik van veldnotas is. Waarnemers mag eenvoudig begin met `n blanko notaboek waarin alles neergeskryf word wat gebeur. Ander mag audio- en/of videobande gebruik. Sommige waarnemers kan begin met `n lys van kategorieë van gedrag waarna opgelet kan word. Laasgenoemde werk die beste as die navorsingsvrae alreeds gedefinieer is. Die kategorieë moet egter deur die hele studie aanpasbaar en buigbaar wees.

In hierdie studie is die waarnemings in `n joernaal genoteer. Vooraf gedefinieerde waarnemingskategorieë in lyn met die doelwitte (vgl. 1.3) is as riglyn vir die neem van notas gebruik. Hierdie notas is oorsigtelik saamgevat in paragraaf 5.5.

Volgens McTaggart (1991:168-187) en Pounder (1997:80-120) is die doel van notas om te help met die versekering van geldigheid van die waarneming en die interpretasieproses. Verder help die notas ook om data met deelnemers in die konteks te verifieer asook om die waarde van getuienis wat verkry is, te bepaal. Soos die proses aangegaan het, is ook relevante inligting wat buite die vooraf gedefinieerde waarnemingskategorieë geval het, aangeteken ten einde te help met die versekering van die geldigheid van die data.

Poskit (1994:61-82) stel voor dat aanvanklike waarnemings met algemene indrukke en breedvoerige beskrywings begin. Hierdie beskrywings verskaf nie slegs die basis vir

latere vergelyking nie, maar dien ook as `n geldigheidstoets op deelnemeronderhoude en vraelyste en verskaf waardevolle data vir triangulasie (vgl. 4.3.4).

Versameling van waarnemingsnotas, alhoewel waardevol, is tydrowend (Du Toit, 2002:210). McKernan (1991:62-70) stem saam en stel dit dat die versameling van waarnemingsnotas `n kunsmatige impak op die situasie kan hê. Die navorser was deurentyd bedag op nie-karakteristieke gedrag van deelnemers as gevolg van die neem van notas tydens die waarnemingsproses. Die leerders is verseker dat die notas bloot as hulpmiddel vir die navorser dien en geensins `n nadelige impak op hul werk sou hê nie.

Die navorser stem met Chadwick, Bahr & Albrecht (1984:210-212) saam dat waarneming die navorser se kennis/begrip van die deelnemers verbeter het, want die navorser het direk met die deelnemers in hulle wêreld gewerk en nie in `n kunsmatig geskepte wêreld vir die navorsing nie.

4.5 STEEKPROEFNEMING

Die primêre doel van navorsing is om beginsels wat universele toepassings het, te ontdek. Die uitvoer van `n steekproef maak dit moontlik om geldige afleidings of veralgemenings te maak, wat op versigtige waarnemings van veranderlikes binne `n relatief klein groepie van die populasie gebaseer word (Best, 1981:9).

Sullivan (2001:186) gee moontlike redes waarom steekproewe gedoen kan word eerder as om die hele groep te gebruik:

- die hele groep is somtyds so groot dat dit nie werkbaar is om die groep te gebruik nie;
- steekproewe laat die navorser toe om met werkbare getalle vanuit `n groot groep te werk, waar die bevindings steeds relevant sal wees met betrekking tot die hele groep;

- inligting verkry uit versigtig uitgevoerde steekproewe, kan beter wees as die inligting verkry van die hele groep, want `n te groot groep kan maklik veroorsaak dat van die onderwerp afgedwaal word en sodoende fokus verloor word.

Natuurlike steekproewe is in hierdie studie gebruik. Volgens Brewer & Hurter (1990:112) is `n natuurlike steekproef `n steekproef waar die natuurlike samestelling van `n groep gebruik word as `n geheel. Babbie (2004:204) stel dit dat `n natuurlike steekproef makliker is om te gebruik omdat die groep behoue bly. In die studie is die natuurlike saamgestelde klasse binne die skoolverband gebruik as eksperimentele groepe asook vir kontrolegroepe. Die ontwerp is dus kwasi-eksperimenteel.

Die geteikende populasie vir die studie is graad 10-wiskundeleerders. Graad 10-leerders is as teikengroep gekies vir tweërlei redes: Eerstens is graad 10 die intrefase van die VOO-fase en die grondslag vir hierdie fase moet baie sterk gevestig word. Tweedens werk die navorser in hierdie fase en daarom kon deelname en waarnemings net soveel makliker en op `n meer gereelde grondslag bewerkstellig word. Die twee plattelandse skole is weens hul aktiewe deelname aan wiskunde en wiskundeprojekte gekies. Beide die skole neem gereeld deel aan wiskundekompisies en –werkswinkels. Albei die onderwysers is bereid om alternatiewe metodes te ondersoek om hul wiskunde-onderrig te verbeter en is as sulks dus ideale kandidate om met die navorsingstudie te help. Weens die onderwysers se positiewe en gemotiveerde gesindheid, is die leerders ook positief en gemotiveerd om aktief deel te neem in die klas.

Die leerders is tweedetaalsprekers van Engels en het minder blootstelling aan lewenservarings as die stedelike leerders. Die skole is in die platteland waar geriewe meer beperkend is as in die stedelike gebiede. In die Xhariep-distrik is daar slegs plattelandse dorpie. Die leerders in die deelnemende skole vergelyk dus goed met die leerders in die res van die distrik.

Die steekproefgrootte vir hierdie studie was 120 leerders, wat bestaan het uit die natuurlike groepsamestelling in die skole. Die getal was die ideale grootte, want al die

graad 10-wiskundeleerders by die twee deelnemende skole kon gebruik word óf in die eksperimentele groepe óf in die kontrolegroepe. Die kontrolegroepe in beide skole is gebruik vir verifiëring van data. Die eksperimentele groepe sowel as die kontrolegroepe is deur dieselfde onderwysers onderrig in die onderskeie skole.

Die onderrigmedium van albei deelnemende skole is Engels. Albei onderwyseres is ook tweedetaal sprekers van Engels. Die vaardigheid in Engels, opleiding, kwalifikasies en onderrigstyl van beide onderwysers vergelyk baie goed.

Een van die hoofargumente in die navorsing is dat speletjies deel van die alledaagse onderrig in wiskunde moet wees. Omdat die speletjies by normale onderrig geïnkorporeer moes word, is toestemming by die Departement van Onderwys, Distrikbestuur en skole verkry om die intervensie gedurende skooltyd uit te voer. Die uitvoering gedurende skooltyd was nodig op grond van die navorser se teoretiese uitgangspunt asook die wetenskaplikheid van die intervensie. Omdat speletjies in klastyd gebruik is, het die kontrolegroep nie minder onderrigtyd en blootstelling aan wiskunde as die eksperimentele groep gekry nie. Laasgenoemde aspek is belangrik vir die geldigheid en betroubaarheid van die navorsing.

Die navorser is bewus van die reaktiwiteits- of Hawthorne-effek. “*Sometimes the participants change their behaviour simply because they know they are in a research study*” is die beskrywing wat deur Leedy & Ormond (2001:104) gegee word. Die navorser het die onderwysers gemotiveer om met dieselfde entoesiasme hul onderrig met die kontrolegroepe aan te pak. Die navorser het ook die onderrig van die kontrolegroepe bygewoon ten einde te verseker dat die kwaliteit van hul onderrig op dieselfde vlak as die vir die eksperimentele groep is.

Faktore wat nie in hierdie studie ondersoek is nie, is

- Afrikaans versus Engels as onderrigtaal;
- Ligging van skole – Platteland versus stedelik;

- Korrelasie binne vakpersentasie-groepe.

Bogenoemde aspekte kan in verdere studies ondersoek word.

4.6 LOODSSTUDIE

Volgens Glesne & Peshkin (1992:30) moet 'n loodsstudie gedoen word met 'n kleiner groepie deelnemers wat soortgelyke eienskappe het as die deelnemers wat in die hoofstudie gebruik gaan word. Bell (2002:127) stel dit verder dat die deelnemers se antwoorde die navorser sal help om die vraelys te verfyn voor die finale verspreiding. Die navorser stem met Bell saam dat die loodsstudie gehelp het om die bewoording van sekere vrae te verfyn om sodoende enige moontlike verwarring te kon uitskakel.

In die studie is die vraelyste en onderhoudvrae onderwerp aan 'n loodsstudie met vier wiskunde-onderwysers (n=4) en agt wiskundeleerders (n=8). Die deelnemers was buite die steekproefgroep van deelnemers aan die werklike studie, maar wel van dieselfde streek- en taalgroep en die onderwysers het met min of meer dieselfde onderrigstyl, kwalifikasies en opleiding as die eksperimentele groep se onderwysers. Die uitvoer van die loodsstudie het ook tot die geldigheid en betroubaarheid van die navorsing bygedra.

4.7 OORSIG VAN NAVORSINGSINSTRUMENTE

In die tabel word die verbande tussen die navorsingsinstrumente en die gestelde doelwitte geïllustreer.

Tabel 4.2

Instrument	Bylae	Doelwit 1	Doelwit 2	Doelwit 3
Vraelys Leerders	B	x	x	
Vraelys Leerders	C	x	x	
Vraelys Leerders	D	x	x	
Voor- en Natoets	E		x	x
Onderhoud Leerders	F	x	x	x
Onderhoud Onderwysers	G	x	x	x
Waarnemings	paragraaf 5.5	x	x	x

4.8 METODEDES VAN DATA-ANALISE

Na ontleding van die vraelyste en die voor- en natoetse, was die volgende stap om dit te verwerk na 'n formaat wat statistiese analise moontlik maak.

Die data wat in hierdie studie versamel is, is op twee maniere geanaliseer. Die data versamel vanuit die vraelyste, is kwantitatief geanaliseer deur die gebruik van frekwensie-distribusie-tabelle en grafiese voorstellings (waar toepaslik). Volgens Borg & Gall (1979:645) moet kwalitatiewe data wat deur middel van onderhoude versamel is,

gekodeer word. Die opnames van die onderhoude is getranskribeer en geanaliseer. Die temas en sub-temas is gekodeer, 'n tabel is getrek en die bevindings vanuit die tabelle is in 'n verslag weergegee (vgl. Tabele 5.22 & 5.23, 5.24 & 5.25). Waar nodig, is die bevindings verder verklaar/verduidelik deur die waarnemings wat gedoen is (vgl. 5.5).

4.9 ETIESE KWESSIES

Toestemming om die navorsing gedurende skoolure te doen, is verkry van die Vrystaatse Departement van Onderwys en die distrik-bestuur. Die skoolhoofde van beide skole het namens die bestuursrade van die skole, wat verteenwoordigend van die ouers is, skriftelik toestemming verleen tot deelname van die leerders aan die navorsing. Die onderwysers het skriftelik toestemming verleen tot deelname aan die navorsing. Albei die onderwysers het skriftelik ingestem tot aktiewe deelname aan die navorsingsproses. Hierdie skriftelike toestemmingsbriewe is aangeheg in Bylae O.

Die leerders het anoniem gebly gedurende die navorsing. 'n Nommer is aan elke leerder toegeken en vraelyste en toetse is volgens die nommers uitgedeel en ingeneem. Die nommers is ook gebruik in die seleksie van die leerders vir die onderhoude. Tydens die analise is dus bloot van nommers gebruik gemaak en is die anonimiteit van die leerders te alle tye behou.

Die onderhoude met onderwysers en leerders is na skoolure op 'n individuele basis gehou.

4.10 SAMEVATTING

Deur die studie te baseer op 'n kombinasie van kwalitatiewe en kwantitatiewe navorsing, teen 'n konstruktivistiese agtergrond, is die geldigheid en grondigheid van die navorsing versterk. Die gedetailleerde aard van die vraelyste en die verskeidenheid van navorsingsinstrumente wat gebruik is, bied die geleentheid om die impak van speletjies

as alternatiewe, informele onderrigmetode in die praktyk te toets en lewer ook 'n bydrae tot die geldigheid van die navorsing.

In die volgende hoofstuk sal die resultate van die navorsing in besonderhede beskryf word op grond van 'n volledige data-analise.

HOOFSTUK 5

VOORSTELLING, ANALISE EN INTERPRETASIE VAN NAVORSINGS-RESULTATE

5.1 INLEIDING

Hierdie hoofstuk handel oor die analise van die data. Daar word eerstens gekyk na die resultate van die kwantitatiewe data verkry uit vraelyste A, B en C (vgl. Bylae B, C en D), wat onderskeidelik handel het oor wiskunde-angs, selfkonsep en motivering van die leerder. Tweedens word daar gekyk na die kwantitatiewe resultate verkry uit die voor- en natoets (vgl. Bylae E) afgelê deur die leerders. As deel van die proses van triangulasie word die kwalitatiewe data verkry uit die onderhoude asook die waarnemings geanaliseer. Ten slotte word 'n kort beskrywing van die resultate van die ontwikkeling van 'n projek, as natuurlike uitvloeisel van die navorsing, gegee. Die projek het behels dat die leerders hul eie speletjies moes ontwerp.

5.2 RESULTATE VAN DIE LEERDERS SE VRAELYSTE

Eenhonderd-en-twintig leerders van die twee deelnemende skole in die Xhariep-Distrik het aan die navorsing deelgeneem. Hoewel die deelnemende groep nie as verteenwoordigend van die totale wiskunde-populasie in Suid-Afrika beskou kan word nie, bied die data wat verkry is en afleidings wat daaruit gemaak is, steeds waardevolle feite. Die data verskaf insiggewende inligting met betrekking tot die impak van wiskundespeletjies op affektiewe faktore, soos die selfkonsep, motivering en wiskunde-angs van die leerders. Daar is ook insiggewende inligting met betrekking tot kognitiewe faktore, naamlik kennis en vaardigheidsvlakke van leerders. Die genoemde faktore beïnvloed die leerders se onderrig en leer in die klaskamer en die gevolglike prestasie van die leerders in wiskunde.

Die statistiese analise van die inligting is met behulp van die rekenaarprogram Excel gedoen. Aangesien alle tabelle en grafieke met behulp van die rekenaarprogram gedoen is en die program met 'n desimale punt werk, word die desimale punt deur die hele hoofstuk gebruik in die aanduiding van enige getalle ter sprake. Die werkswyse is gevolg ten einde konstantheid in die voorstellings te behou.

Ten einde te bepaal of die intervensie 'n impak op die genoemde affektiewe faktore gehad het, is gebruik gemaak van inferensiële statistiek, meer spesifiek t-toetse. Tydens die analise van vraelyste A en C is gebruik gemaak van gepaarde en gegroepeerde t-toetse. Verder in die analise is ook gebruik gemaak van z-toetse ten einde die statistiese beduidendheid (p) van 'n aspek te bepaal.

Ten einde vas te stel of 'n leerder in 'n bepaalde aspek verbeter het al dan nie, word daar van persentielwaardes gebruik gemaak. Indien 'n parameter statisties beduidend verander het en daar van persentielwaardes gebruik gemaak is, dan was daar 'n werklik beduidende toename in die praktyk (Persoonlike gesprek: Dr v Zyl, Stinson & Dodge, 2004:265-267 en Watkins, Scheaffer & Cobb, 2004:512-515).

'n Gepaarde t-toets is gebruik om te bepaal of die voor- en na-response van die leerders beduidend van mekaar verskil. Hierdie tegniek is gebruik om te bepaal of daar statisties beduidende verskille tussen die voor- en na-response van onderskeidelik die eksperimentele groep en die kontrolegroep was. Hierdie toets is nuttig in die bepaling van die verandering in affektiewe komponentvlakke van die leerders van 'n spesifieke groep en help die navorser om te bepaal of veranderings wel plaasgevind het. Hierdie tegniek word deur Howell (2002:20-50) en Watkins, Scheaffer & Cobb (2004:553-554) beskryf as die proses waar daar 'n toets uitgevoer word op die verskille tussen die gemiddeldes van die response op 'n vraelys deur dieselfde groep deelnemers voor 'n intervensie asook na afloop van die intervensie.

Gegroepeerde t-toetse is gebruik om te bepaal of daar statisties beduidende verskille tussen die gemiddelde tellings van die eksperimentele groep en die kontrolegroep was. Die tegniek is gebruik ten einde die resultate van die voor-response sowel as die na-response met mekaar te

vergelyk. Die voor-response word vergelyk ten einde te bepaal of die eksperimentele groep en kontrolegroep ten opsigte van die affektiewe komponentvlak wat gemeet is, gelyk was aan die begin van die intervensie. Dieselfde prosedure is herhaal ten einde te bepaal of hulle verskil het na afloop van die intervensie. Gegroepeerde t-toetse kan volgens Howell (2002:20-50) en Watkins et al. (2004:553-554) gedefinieer word as die uitvoer van 'n eksperiment met twee onafhanklike groepe met die verwagting dat die steekproef gemiddeldes met 'n sekere hoeveelheid sal verskil. Die belangrike vraag is nou of dié verskil groot genoeg is om tot die gevolgtrekking te kom dat die steekproef verkry is vanuit verskillende populasies.

In die t-toets sal:

- daar op 'n 90% sowel as 'n 95% beduidingsvlak gewerk word.
- p-waardes van 0.05 dui op 'n 95% beduidingsvlak en 0.1 op 'n 90% beduidingsvlak as van die nulhipotese (geen verskil tussen negatiewe en positiewe response) gebruik gemaak word, (Stinson & Dodge, 2004:386-387, 962).

In vraelys B is van 'n rangskaal gebruik gemaak. Die hertoetsbetroubaarheid en die koëffisiënt vir interne betroubaarheid is bereken ten einde die waarde van die resultate te kon bepaal.

Die korrelasiekoëffisiënte is vir al die vraelyste bepaal. Hierdie koëffisiënt is 'n indikasie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid (Gibilisco, 2004:200-213).

5.2.1 Vraelys A: wiskunde-angs

Wiskunde-angs is gemeet deur middel van 'n vraelys bestaande uit 15 items. 'n Keuse van vyf moontlike alternatiewe is gegee: stem definitief saam, stem saam, kan nie besluit nie, stem nie saam nie en stem definitief nie saam nie. Tydens die verwerking is aan die mees positiewe antwoord 'n waarde van 5 (stem definitief saam: 5) toegeken en afnemende waardes aan die minder positiewe antwoorde. Die proses is teenoorgesteld gedoen vir die negatiewe antwoorde waar die waarde van 1 toegeken is aan die mins negatiewe antwoord en 'n waarde van 5 aan die

mees negatiewe antwoord. Die leerders se angs en ongemak teenoor hulle selfvertroue ten opsigte van wiskunde-aktiwiteite is met behulp van hierdie skaal gemeet (Bylae B).

Tabel 5.1 : Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes

n = 60

Vraag nr	Veranderlike	Keuses	RG	t	p
1	Vak meeste vrees	Voor	2.52	0.003	0.268
		Na	2.78		
2	Toets/eks maak angstig	Voor	2.28	0.000	0.115
		Na	2.80		
3	Opgewonde om wiskunde te doen	Voor	2.50	0.000	0.130
		Na	2.98		
4	Selfvertroue om te speel	Voor	2.82	0.018	0.307
		Na	3.03		
5	Handig take laat of nooit in	Voor	2.93	0.074	0.186
		Na	3.32		
6	Speletjies laat ongemaklik voel	Voor	2.83	0.059	0.378
		Na	2.97		
7	Bang om foute te maak	Voor	2.50	0.037	0.041**
		Na	3.25		
8	Ontspanne in klas	Voor	2.43	0.018	0.204
		Na	2.78		
9	Wiskunde altyd moeilik	Voor	2.67	0.000	0.087*
		Na	3.25		
10	Geniet wiskunde-take	Voor	2.58	0.044	0.087*
		Na	3.17		
11	Hou van speletjies speel	Voor	3.12	0.000	0.139
		Na	3.58		

12	Kan leer uit foute	Voor	2.65	0.043	0.115
		Na	3.17		
13	Speletjies maak onrustig	Voor	2.97	0.076	0.243
		Na	3.27		
14	Wiskunde maak deurmekaar	Voor	2.47	0.036	0.208
		Na	2.82		
15	Ontspanne in toets/eks	Voor	2.33	0.000	0.100*
		Na	2.88		

** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

ˆn Korrelasiekoëffisiënt van 0.838 is vir die eksperimentele groep se voor- en na-response verkry. Hierdie is ˆn indikatie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gepaarde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.1):

- Wiskunde is die vak wat ek die meeste vrees (1);
- ˆn Wiskundetoets of eksamen sal my angstig maak (2);
- Ek is opgewonde om wiskunde te doen (3);
- Ek het selfvertroue om wiskundespeletjies te speel (4);
- Ek handig gewoonlik take laat of nooit in nie (5);
- Wiskundespeletjies laat my ongemaklik voel (6);
- Ek is ontspanne in die wiskundeklas (8);
- Ek hou daarvan om wiskundespeletjies te speel (11);
- Ek kan leer uit my foute in die wiskundeklas (12);
- Wiskundespeletjies maak my maak onrustig (13);
- Wiskunde maak my deurmekaar (14).

Die implikasie hiervan is dat die eksperimentele groep gemeet teen hulleself, nie wesenlike veranderinge in hierdie aspekte getoon het nie. Die volgende vier aspekte (veranderlikes) het wel beduidend verbeter en hierdie verbetering kan aan die intervensie toegeskryf word:

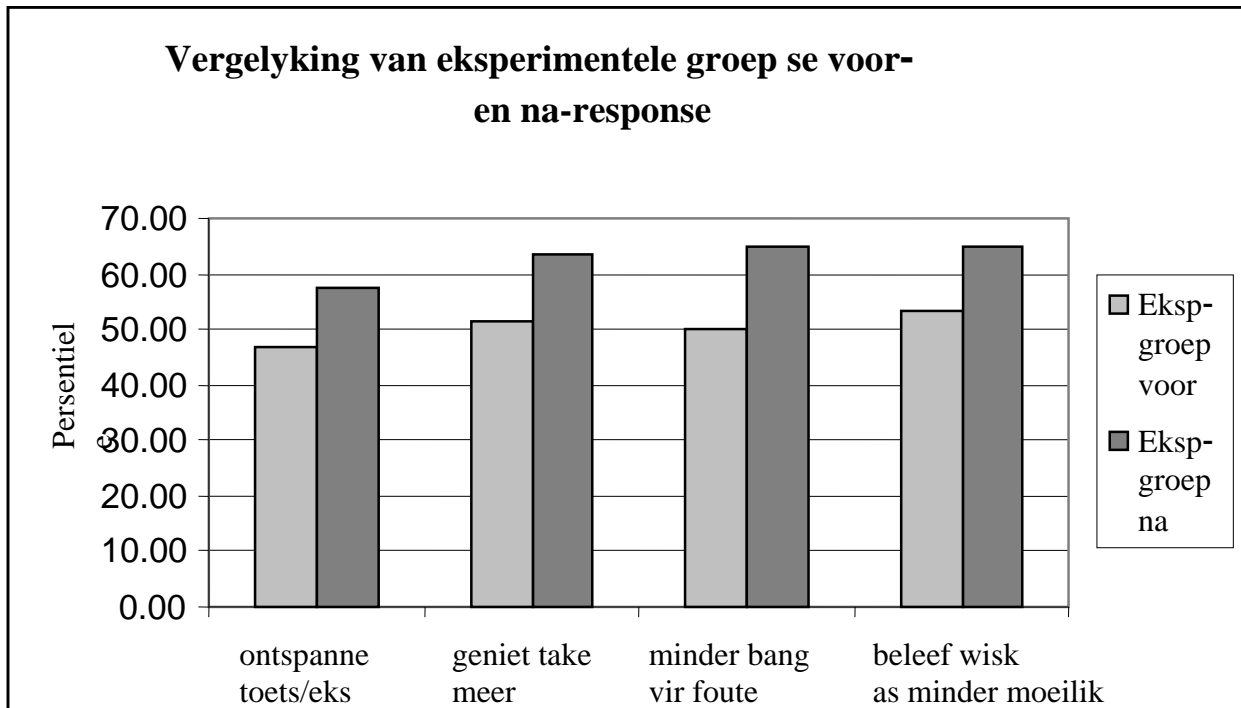
Beduidend op die 95%-vlak:

- Ek is bang om foute te maak as ek wiskunde doen (7). Die leerders is dus nou minder bang om foute te maak na afloop van die intervensie.

Beduidend op die 90%-vlak:

- Wiskunde lyk altyd baie moeilik (9). Die leerders beleef wiskunde as minder moeilik;
- Ek geniet wiskundetake (10). Die leerders begin wiskundetake dus meer geniet;
- Ek is gewoonlik ontspanne gedurende `n wiskundetoets en -eksamen (15). Die leerders het dus geleer om minder gespanne te wees met `n wiskundetoets of -eksamen.

Grafiek 5.1: Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille



Meer ontspanne gedurende toets/eksamen: Daar was 'n statisties beduidende verskil op die 90%-vlak tussen die gemiddelde persentielwaardes van die voor- en na-response van die eksperimentele groep. Die eksperimentele groep se na-respons gemiddelde persentielwaarde van 57.67 was beduidend hoër as die voor-respons persentielwaarde van 46.67 (vgl. Bylae H).

Geniet wiskundetake meer: Die verbetering in persentielwaardes hier was beduidend op die 90%-vlak. Die voor-respons waarde was 51.67 wat gestyg het na 'n waarde van 63.33 vir die na-response (vgl. Bylae H). Hierdie styging dui dus daarop dat leerders wiskundetake meer begin geniet.

Minder bang vir foute: Die persentielwaardes het met 15 verbeter (vgl. Bylae H). Die leerders het dus geleer dat foute gemaak mag word - dit hang net af hoe daarop gereageer word. Die beduidende verskil lê op die 95%-vlak vir hierdie faktor.

Beleef wiskunde as minder moeilik: Hier is 'n statisties beduidende verskil op die 90%-vlak, van 11.67 in die persentielwaardes verkry (vgl. Bylae H). As gevolg van die gebruik van speletjies, het die leerders al meer besef dat wiskunde in werklikheid nie net moeilik is nie, maar dat daar ook dele is waarin hulle beter kan vaar.

Die intervensie kon dus in bogenoemde gevalle bygedra het tot die vermindering van die eksperimentele groep se gevoel van angs oor wiskunde.

Tabel 5.2: Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes

n = 60

Vraag nr	Veranderlike	Keuses	RG	t	p
1	Vak meeste vrees	Voor	2.50	0.182	0.112
		Na	2.55		
2	Toets/eks maak angstig	Voor	2.27	0.013	0.993
		Na	2.37		

3	Opgewonde om wiskunde te doen	Voor	2.53	0.159	0.209
		Na	2.57		
4	Selfvertroue om te speel	Voor	2.83	0.659	0.657
		Na	2.82		
5	Handig take laat of nooit in	Voor	2.90	0.568	0.657
		Na	2.88		
6	Speletjies laat ongemaklik voel	Voor	2.80	0.103	0.948
		Na	2.87		
7	Bang om foute te maak	Voor	2.50	0.159	0.209
		Na	2.53		
8	Ontspanne in klas	Voor	2.40	0.024	0.979
		Na	2.48		
9	Wiskunde altyd moeilik	Voor	2.63	0.532	0.791
		Na	2.60		
10	Geniet wiskundetake	Voor	2.58	0.182	0.112
		Na	2.63		
11	Hou van speletjies speel	Voor	3.08	0.260	0.888
		Na	3.03		
12	Kan leer uit foute	Voor	2.58	0.321	0.343
		Na	2.60		
13	Speletjies maak onrustig	Voor	2.95	0.182	0.112
		Na	3.00		
14	Wiskunde maak deurmekaar	Voor	2.47	0.484	0.500
		Na	2.48		
15	Ontspanne in toets/eks	Voor	2.33	0.659	0.657
		Na	2.32		

**p ≤ 0.05 *p ≤ 0.1

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

`n Korrelasiekoëffisiënt van 0.985 is verkry vir die voor- en na-response van die kontrolegroep. Hierdie is `n indikasie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gepaarde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die voor- en na-response van die kontrolegroep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.2):

- Wiskunde is die vak wat ek die meeste vrees (1);
- 'n Wiskundetoets of eksamen sal my angstig maak (2);
- Ek is opgewonde om wiskunde te doen (3);
- Ek het selfvertroue om wiskundespeletjies te speel (4);
- Ek handig gewoonlik take laat of nooit in nie (5);
- Wiskundespeletjies laat my ongemaklik voel (6);
- Ek is bang om foute te maak as ek wiskunde doen (7);
- Ek is ontspanne in die wiskundeklas (8);
- Wiskunde lyk altyd baie moeilik (9);
- Ek geniet wiskundetake (10);
- Ek hou daarvan om wiskundespeletjies te speel (11);
- Ek kan leer uit my foute in die wiskundeklas (12);
- Wiskundespeletjies maak my onrustig (13);
- Wiskunde maak my deurmekaar (14);
- Ek is gewoonlik ontspanne gedurende 'n wiskundetoets en -eksamen (15).

Die implikasie hiervan is dat die kontrolegroep gemeet teen hulleself, nie wesenlike veranderinge in hierdie aspekte getoon het nie.

Tabel 5.3: Resultate van die vergelyking tussen die voor-response van die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes

n = 120 (n = 60 eksperimentele groep; n = 60 kontrolegroep)

Vraag nr	Veranderlike	Keuses	RG	t	p
1	Vak meeste vrees	Eksp	2.52	0.182	0.773
		Kontr	2.50		
2	Toets/eks maak angstig	Eksp	2.28	0.013	0.733
		Kontr	2.22		
3	Opgewonde om wiskunde te doen	Eksp	2.50	0.159	0.933
		Kontr	2.63		
4	Selfvertroue om te speel	Eksp	2.82	0.659	0.227
		Kontr	2.83		
5	Handig take laat of nooit in	Eksp	2.93	0.568	0.933
		Kontr	2.58		
6	Speletjies laat ongemaklik voel	Eksp	2.83	0.103	0.933
		Kontr	3.08		
7	Bang om foute te maak	Eksp	2.50	0.159	0.500
		Kontr	2.58		
8	Ontspanne in klas	Eksp	2.43	0.024	0.933
		Kontr	2.40		
9	Wiskunde altyd moeilik	Eksp	2.67	0.532	0.933
		Kontr	2.63		
10	Geniet wiskundetake	Eksp	2.58	0.182	0.500
		Kontr	2.80		
11	Hou van speletjies speel	Eksp	3.12	0.260	0.933
		Kontr	2.50		
12	Kan leer uit foute	Eksp	2.65	0.321	0.999
		Kontr	2.53		

13	Speletjies maak onrustig	Eksp	2.97	0.182	0.773
		Kontr	2.95		
14	Wiskunde maak deurmekaar	Eksp	2.47	0.484	0.500
		Kontr	2.47		
15	Ontspanne in toets/eks	Eksp	2.33	0.659	0.500
		Kontr	2.33		

** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

\`n Korrelasiekoëffisiënt van 0.995 is verkry vir die voor-response van die eksperimentele groep en kontrolegroep. Hierdie is \`n indikasie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gegroepeerde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die voor-response van die eksperimentele groep en kontrolegroep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.3):

- Wiskunde is die vak wat ek die meeste vrees (1);
- \`n Wiskundetoets of eksamen sal my angstig maak (2);
- Ek is opgewonde om wiskunde te doen (3);
- Ek het selfvertroue om wiskundespeletjies te speel (4);
- Ek handig gewoonlik take laat of nooit in nie (5);
- Wiskundespeletjies laat my ongemaklik voel (6);
- Ek is bang om foute te maak as ek wiskunde doen (7);
- Ek is ontspanne in die wiskundeklas (8);
- Wiskunde lyk altyd baie moeilik (9);
- Ek geniet wiskundetake (10);
- Ek hou daarvan om wiskundespeletjies te speel (11);
- Ek kan leer uit my foute in die wiskundeklas (12);
- Wiskundespeletjies maak my onrustig (13);

- Wiskunde maak my deurmekaar (14);
- Ek is gewoonlik ontspanne gedurende 'n wiskundetoets en -eksamen (15).

Met die aanvang van die intervensie was daar dus geen beduidende verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep nie. Die twee groepe was dus vergelykbaar.

Tabel 5.4: Resultate van die vergelyking tussen die na-response van die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes

n = 120 (n = 60 eksperimentele groep; n = 60 kontrolegroep)

Vraag nr	Veranderlike	Keuses	RG	t	p
1	Vak meeste vrees	Eksp	2.78	0.182	0.286
		Kontr	2.55		
2	Toets/eks maak angstig	Eksp	2.80	0.013	0.147
		Kontr	2.37		
3	Opgewonde om wiskunde te doen	Eksp	2.98	0.159	0.198
		Kontr	2.57		
4	Selfvertroue om te speel	Eksp	3.03	0.659	0.300
		Kontr	2.82		
5	Handig take laat of nooit in	Eksp	3.32	0.568	0.147
		Kontr	2.88		
6	Speletjies laat ongemaklik voel	Eksp	2.97	0.103	0.404
		Kontr	2.87		
7	Bang om foute te maak	Eksp	3.25	0.159	0.041**
		Kontr	2.53		
8	Ontspanne in klas	Eksp	2.78	0.024	0.233
		Kontr	2.48		
9	Wiskunde altyd moeilik	Eksp	3.25	0.532	0.073*
		Kontr	2.60		

10	Geniet wiskundetake	Eksp	3.17	0.182	0.098*
		Kontr	2.63		
11	Hou van speletjies speel	Eksp	3.58	0.260	0.091*
		Kontr	3.03		
12	Kan leer uit foute	Eksp	3.17	0.321	0.085*
		Kontr	2.60		
13	Speletjies maak onrustig	Eksp	3.27	0.182	0.259
		Kontr	3.00		
14	Wiskunde maak deurmekaar	Eksp	2.82	0.484	0.221
		Kontr	2.48		
15	Ontspanne in toets/eks	Eksp	2.88	0.659	0.085*
		Kontr	2.32		

**p ≤ 0.05 *p ≤ 0.1

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

’n Korrelasiekoëffisiënt van 0.712 is verkry vir die na-response van die eksperimentele groep en kontrolegroep. Hierdie is ’n indikasie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gegroepeerde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die voor-response van die eksperimentele groep en kontrolegroep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.4):

- Wiskunde is die vak wat ek die meeste vrees (1);
- ’n Wiskundetoets of eksamen sal my angstig maak (2);
- Ek is opgewonde om wiskunde te doen (3);
- Ek het selfvertroue om wiskundespeletjies te speel (4);
- Ek handig gewoonlik take laat of nooit in nie (5);
- Wiskundespeletjies laat my ongemaklik voel (6);
- Ek is ontspanne in die wiskundeklas (8);
- Wiskundespeletjies maak my onrustig (13);

- Wiskunde maak my deurmekaar (14).

Die implikasie hiervan is dat die eksperimentele groep en die kontrolegroep nie beduidend van mekaar verskil het ten opsigte van bogenoemde aspekte na afloop van die intervensie nie. Die volgende vyf aspekte het wel beduidend verander:

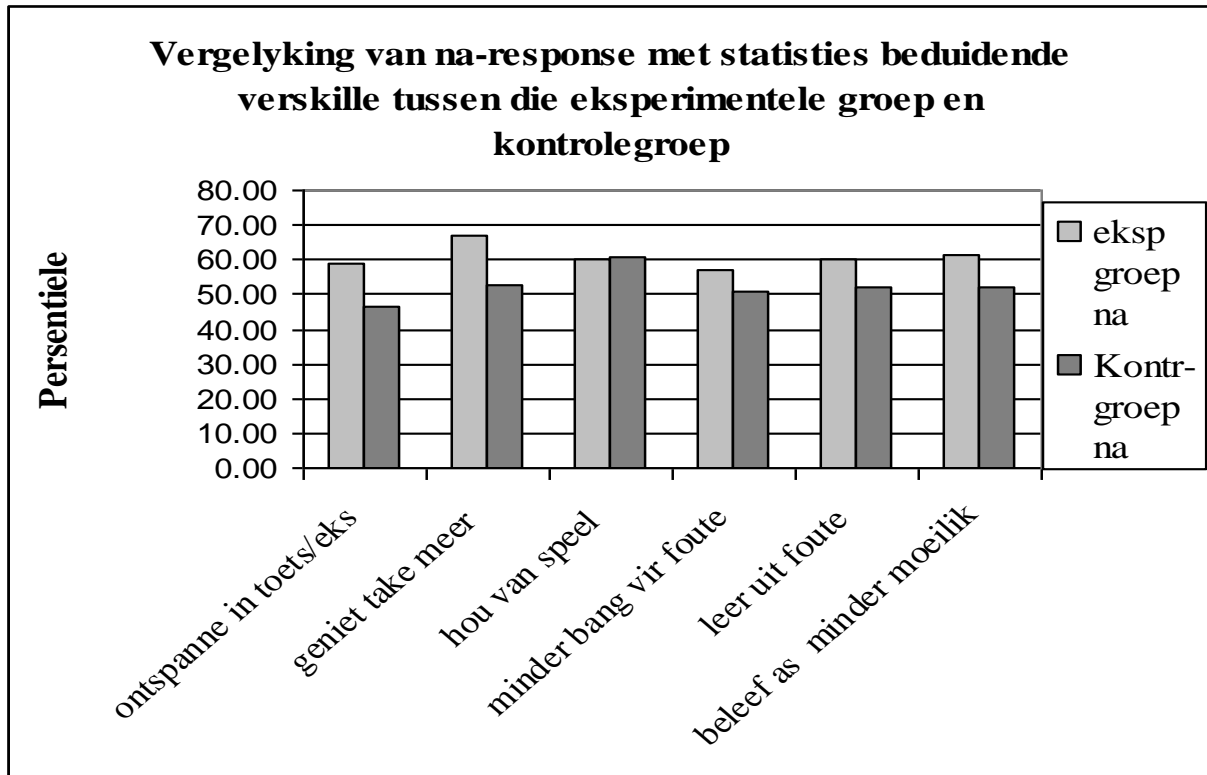
Beduidend op die 95%-vlak:

- Ek is bang om foute te maak as ek wiskunde doen (7). Die leerders is dus minder bang om foute te maak in wiskunde.

Beduidend op die 90%-vlak:

- Wiskunde lyk altyd baie moeilik (9). Die leerders beleef wiskunde dus as minder moeilik;
- Ek geniet wiskundetake (10). Die leerders geniet dus die wiskundetake meer;
- Ek hou daarvan om wiskundespeletjies te speel (11);
- Ek kan leer uit my foute in die wiskundeklas (12);
- Ek is gewoonlik ontspanne gedurende 'n wiskundetoets en -eksamen (15).

Grafiek 5.2: Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille met die na-response (gebaseer op vraelys A)



Beduidende verskil op die 95%-vlak:

Minder bang om foute te maak: Die eksperimentele groep en kontrolegroep het nie beduidend van mekaar verskil oor dié aspek met die voor-response nie. Die eksperimentele groep se persentielwaarde is 6.33 meer as die persentielwaarde van die kontrolegroep met die na-respons (vgl. Bylae H). Die intervensie het dus die eksperimentele groep geleer om minder bang te wees om foute te maak.

Beduidende verskille op die 90%-vlak:

Ontspanne in toets/eksamen: Daar was geen statisties beduidende verskille tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep ten opsigte van hierdie veranderlike in die voor-response nie. Tydens die na-response was daar egter 'n statisties beduidende verskil tussen die twee groepe. Die persentielwaarde van die eksperimentele groep (59) was statisties beduidend hoër as die persentielwaarde van die kontrolegroep (46.33) (vgl. Bylae H). Die intervensie het dus in

hierdie geval bygedra het tot die verbetering van die eksperimentele groep se mate van ontspanning in die wiskunde klaskamer.

Geniet take meer: Die eksperimentele groep se persentielwaarde van 67 was beduidend hoër as die van die kontrolegroep met 'n persentielwaarde van 52.67 (vgl. Bylae H). Die twee groepe was aan die begin van die intervensie gelyk ten opsigte van hierdie aspek. Die intervensie kon dus in hierdie geval bygedra het tot die feit dat die eksperimentele groep wiskundetake meer geniet as die kontrolegroep.

Hou van speel: Aan die begin van die intervensie was daar 'n klein verskil tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep se persentielwaardes van onderskeidelik 62.33 en 61.67. Met die na-respons persentielwaardes was die kontrolegroep se persentielwaarde van 60.67 effens beter as die persentielwaarde van 60 van die eksperimentele groep (vgl. Bylae H). Die persentielwaardes van beide groepe het egter afgeneem met die na-response. Die vraag se geldigheid in die voor-response kan bevraagteken word, omdat die groepe geen vorige blootstelling aan wiskundespeletjies gehad het nie. Dit wil dus voorkom asof die vraag beantwoord is sonder enige insig. Slegs die eksperimentele groep se na-respons kan as geldig aanvaar word, weens hulle blootstelling aan wiskundespeletjies. 'n Werklike vergelyking tussen die response is dus nie moontlik nie en die resultate van hierdie vraag moet dus buite rekening gelaat word.

Leer uit foute: Die eksperimentele groep en kontrolegroep het hier nie beduidend verskil met die voor-response nie. Die persentielwaarde van die eksperimentele groep met die na-respons was 60.33 teenoor die persentielwaarde van die kontrolegroep van 52.33 (vgl. Bylae H). Hierdie statisties beduidende verskil dui daarop dat meer leerders van die eksperimentele groep besef het dat hulle foute mag maak, maar die belangrikste aspek is dat hulle uit hulle foute kon leer.

Beleef wiskunde as minder moeilik: Tydens die voor-response het die eksperimentele groep effens beter gevaar as die kontrolegroep. Tydens die na-response was daar egter 'n beduidende verskil in persentielwaardes van die twee groepe (61.33 vir eksperimentele groep en 52 vir die

kontrolegroep) (vgl. Bylae H). Die intervensie het dus bygedra om die eksperimentele groep se leerders te laat besef dat wiskunde nie altyd net moeilik is nie.

Die intervensie het dus in sekere aspekte bygedra tot die vermindering van die leerders se angste oor wiskunde.

5.2.2 Vraelys B: selfkonsep van leerder oor sy/haar eie wiskunde vermoëns

Die vrae in die vraelys is spesifiek ontwikkel om op die selfkonsep te fokus in 'n opvoedkundige en akademiese verwysingsraamwerk. Die koëffisiënt vir interne betroubaarheid varieer tussen 0.71 en 0.85 (vgl. Bylae C). Die analise van response per leerder vir hierdie vraelys, is aangeheg as Bylae I.

In die vraelys is vyf moontlike opsies as keuses gegee, wat wissel van 'tussen die swakstes' tot 'tussen die bestes'. 'n Waarde van 5 is aan die mees positiewe keuse toegeken: *tussen die bestes*. 'n Waarde van 1 is aan die minste positiewe keuse toegeken: *tussen die swakstes*.

5.2.2.1 Selfkonsepvlak oor eie wiskunde vermoëns met verwysing na 'n skaal van vlakke

Eerstens is daar gekyk na waar die leerders se selfkonsep oor hulle eie wiskunde vermoëns lê, met verwysing na 'n skaal van vlakke. Die volgende skaal is gebruik:

- 8 – 16 punte: swak selfkonsep
- 17 – 24 punte: selfkonsep onder gemiddelde vlak
- 25 – 32 punte: gemiddelde, aanvaarbare selfkonsep vir beter prestasie in wiskunde
- 33 – 40 punte: bo gemiddelde selfkonsep.

Die skaal is ontwikkel vanuit die vraelys waar aan die mees positiewe antwoord oor selfkonsep 'n waarde van 5 toegeken is. As die leerders deurgaans die mees positiewe keuse aangedui het, kan 'n maksimum waarde van 40 (8 vrae \times maksimum waarde van 5) verkry word. Indien die leerders deurgaans die minste positiewe keuse aangedui het, kan 'n maksimum waarde van 8 (8

vrae \times waarde van 1) verkry word. \hat{n} Lae telling op die genoemde skaal dui op \hat{n} lae selfkonsep van die leerders oor hulle eie wiskunde vermoëns.

Tabel 5.5 Selfkonsepvlakke van eksperimentele groep

n = 60

	Selfkonsep- waarde $x < 17$	Selfkonsep- waarde $17 \leq x \leq 24$	Selfkonsep- waarde $25 \leq x \leq 32$	Selfkonsep- waarde $x \geq 33$
aantal leerders voor	36	19	5	0
aantal leerders na	7	38	12	3

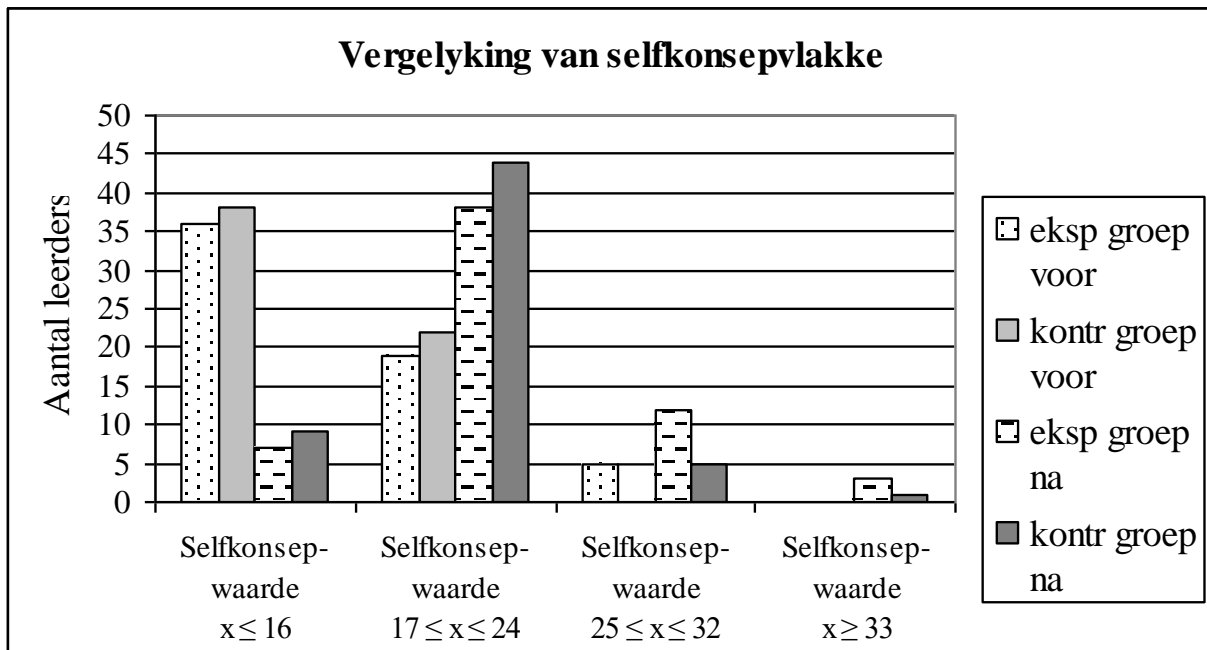
Voor die aanvang van die intervensie het 55 leerders, dus 91.7%, van die eksperimentele groep se selfkonsepvlakke onder die gemiddelde vlak gelê. Na afloop van hierdie tydperk het 25% van die leerders se selfkonsepvlak gestyg na \hat{n} gemiddelde en bo-gemiddelde waarde. Vyf-en-veertig leerders (75%) se selfkonsepwaardes lê egter nog steeds onder die gemiddelde vlak, maar binne hierdie groep het 29 leerders se selfkonsepvlak gelig na ondergemiddeld toe. \hat{n} Verandering in die selfkonsepvlakke van die leerders is dus duidelik waarneembaar.

Tabel 5.6 Selfkonsepvlakke van kontrolegroep**n = 60**

	Selfkonsep- waarde $x < 17$	Selfkonsep- waarde $17 \leq x \leq 24$	Selfkonsep- waarde $25 \leq x \leq 32$	Selfkonsep- waarde $x \geq 33$
aantal leerders voor	38	22	0	0
aantal leerders na	10	44	5	1

Uit bogaande tabel blyk dit dat aan die begin van die tydperk al 60 leerders, dus 100% van die kontrolegroep, se selfkonsepvlakke onder die gemiddelde vlak gelê het. Na afloop van die tydperk toon die tabel dat 54 van die leerders se selfkonsepvlakke nog steeds onder die gemiddelde vlak lê. Hier was dus slegs sprake van 10% leerders wie se selfkonsep oor hulle eie wiskunde vermoëns verbeter het na 'n gemiddelde en bo-gemiddelde vlak. Daar moet egter ook aangedui word dat 28 leerders se selfkonsepvlak verbeter het vanaf 'n lae selfkonsepvlak na die volgende vlak van ondergemiddeld.

Grafiek 5.3 Vergelyking van selfkonsepvlakke van eksperimentele groep en kontrolegroep voor en na die intervensie



Uit die grafiese voorstelling van die selfkonsepvlak van die leerders kan die afleiding gemaak word dat, hoewel die verandering gering is, meer leerders se selfkonsepvlak op hoër vlakke lê. Die invloed van die gebruik van wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode het wel 'n bydrae gelewer om die selfkonsep van die leerders te verbeter.

5.2.2.2 Selfkonsep van leerders oor eie wiskunde vermoëns met verwysing na spesifieke aspekte

In hierdie deel van die analise word nouer gefokus op die verandering per vraag van die vraelys oor die selfkonsep van die leerders (vgl. Bylaes C en I).

Tabel 5.7 Selfkonsep oor eie vermoëns van die eksperimentele groep

Die moontlike totaal van 300 is verkry uit die 60 leerders \times die waarde van 5 vir die mees positiewe antwoord.

n = 60

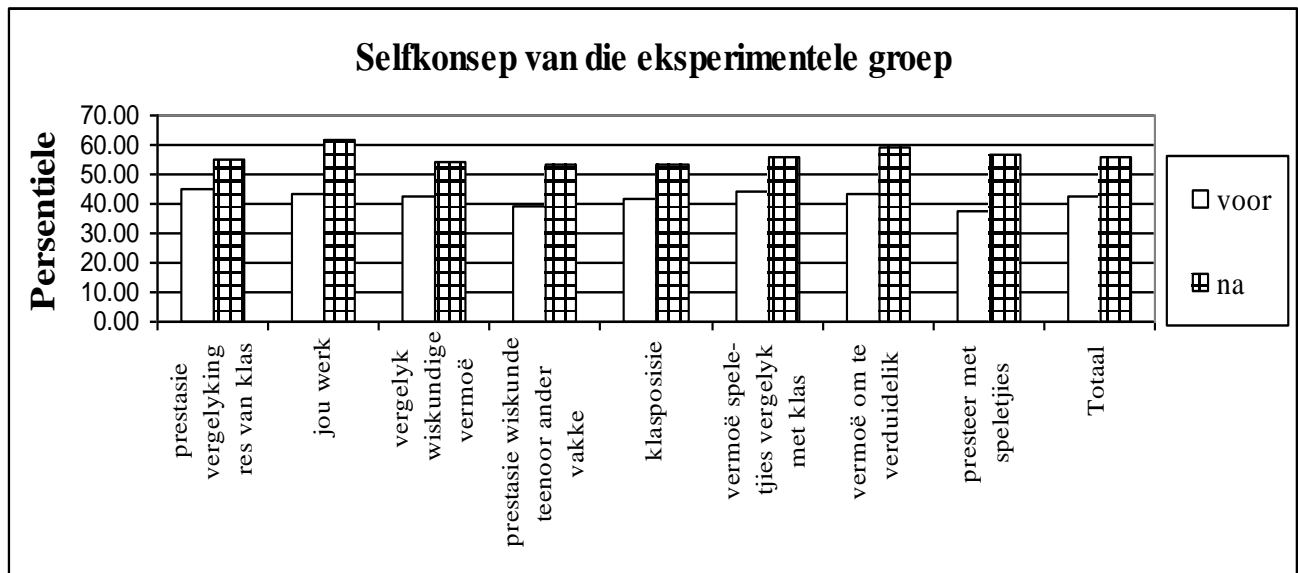
Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	
	prestasi vergelyking res van klas	jou werk	vergelyk wiskundige vermoë	wiskundewerk in vergelyking met ander vakke	klasposisie	vermoë spele- tjies vergelyk met klas	Vermoë om oplossings te verduidelik	presteer met speletjies	Totaal
Moontlike totaal	300	300	300	300	300	300	300	300	2400
Totaal voor	134	131	128	118	126	133	131	113	1014
Totaal na	166	185	163	159	159	167	177	169	1345
% voor	44.67	43.67	42.67	39.33	42.00	44.33	43.67	37.67	42.25
% na	55.33	61.67	54.33	53.00	53.00	55.67	59.00	56.33	56.04
p	0.158	0.045**	0.136	0.099*	0.151	0.143	0.074*	0.040**	0.097*

**p \leq 0.05

*p \leq 0.1

p = Beduidendheid

Grafiek 5.4 Grafiese voorstelling van die leerders se selfkonsep oor eie vermoëns



Statisties beduidende verskille op die 95%-vlak:

- Hoe goed dink jy is jou werk in wiskunde? (2);
- In vergelyking met jou mede-leerders, hoe goed dink jy sal jy presteer met die speel van wiskundespeletjies? (8).

Statisties beduidende verskille op die 90%-vlak:

- Hoe goed dink jy is jou werk in wiskunde in vergelyking met jou werk in ander vakke? (4);
- Hoe goed dink jy is jou vermoë om oplossings aan jou eweknieë te verduidelik?(7);
- Oorkoepelende totaal.

Hier is statisties beduidende aanduiders dat die gebruik van wiskundespeletjies tog `n bydrae gelewer het om die selfkonsep van die leerders te verbeter. Waar daar pertinent gevra is hoe hulle voel oor die standaard van hulle werk in wiskunde en hulle vertroue om oplossings aan eweknieë te kan verduidelik (vrae 2 & 7), is daar `n verbetering van meer as 18% waar te neem na afloop van die intervensie. Die verbetering by die ander vrae is deurgaans meer as 10%.

Tabel 5.8 Selfkonsep oor eie vermoëns van die kontrolegroep

Die moontlike totaal van 300 is verkry uit die 60 leerders × die waarde van 5 vir die mees positiewe antwoord (vgl. Bylaes C en I).

n = 60

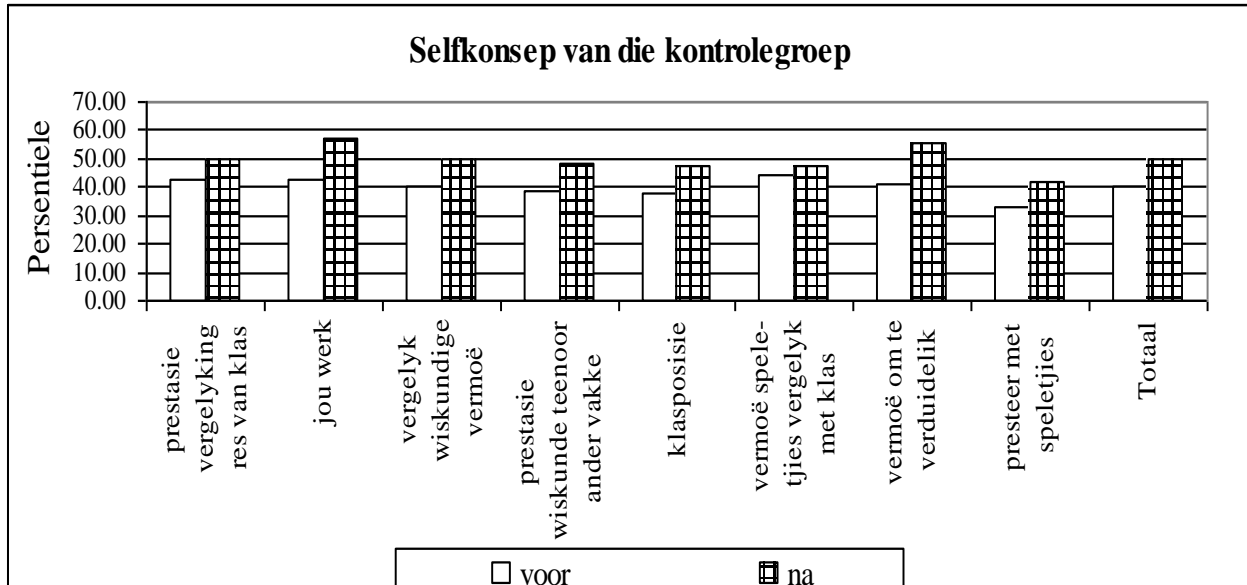
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	8	
	prestasie vergelyking res van klas	jou werk	vergelyk wiskundige vermoë	wiskundewerk in vergelyking met ander vakke	klasposisie	vermoë spele- tjies vergelyk met klas	vermoë om oplossings te verduidelik	presteer met speletjies	Totaal
Moontlike totaal	300	300	300	300	300	300	300	300	2400
Totaal voor	127	127	121	116	113	132	124	98	958
Totaal na	149	172	149	146	143	142	167	126	1194
% voor	42.33	42.33	40.33	38.67	37.67	44.00	41.33	32.67	39.92
% na	49.67	57.33	49.67	48.67	47.67	47.33	55.67	42.00	49.75
p	0.726	0.082*	0.934	0.430	0.430	0.133	0.089*	0.934	0.100

**p ≤ 0.05 *p ≤ 0.1 p = Beduidendheid

Statisties beduidende verskille op die 90%-vlak:

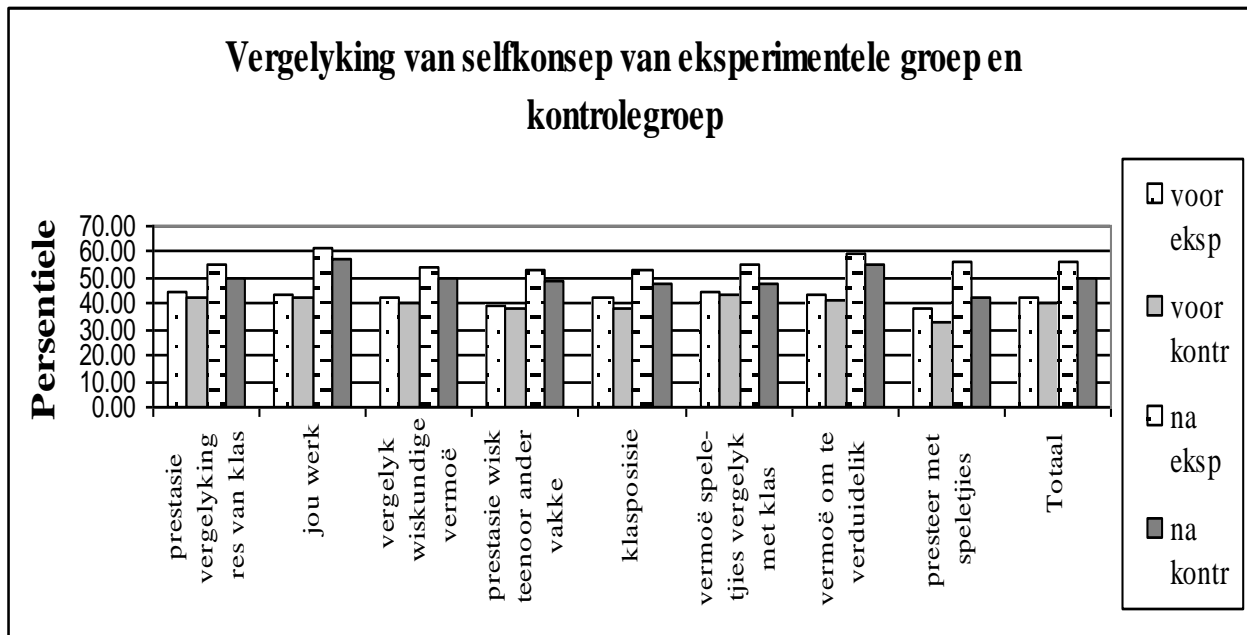
- Hoe goed dink jy is jou werk in wiskunde? (2);
- Hoe goed dink jy is jou vermoë om oplossings aan jou eweknieë te verduidelik? (7).

Grafiek 5.5 Grafiese voorstelling van die selfkonsep oor eie vermoëns met verwysing na spesifieke aspekte



Hier is 'n aanduiding dat die selfkonsep van die leerders in die kontrolegroep oor hulle eie wiskunde vermoëns wel gedurende die tydperk verander het. Die enigste twee aspekte wat egter statisties beduidend is, is waar daar pertinent gevra is oor hulle gevoel ten opsigte van die kwaliteit van hulle werk in wiskunde (vraag 2) asook hul vermoë om oplossings te verduidelik (vraag 7). Verbeterings van onderskeidelik 15% en 14.33% is by hierdie aspekte verkry. Die verbetering by die ander vrae was deurgaans 10% en minder (vgl Bylae I).

Grafiek 5.6 Grafiese vergelyking van die leerders se selfkonsep oor hulle eie wiskundevermoëns



Uit die grafiese vergelyking is dit duidelik dat die verandering in die selfkonsep van die leerders van die eksperimentele groep oor hulle eie wiskundevermoëns, meer opmerklik is as by die kontrolegroep. Die invloed van die wiskundespeletjies op die verbetering van die selfkonsep van die leerders is dus sigbaar.

5.2.3 Vraelys C: motivering van leerders

Die meeste van die vrae in hierdie vraelys reflekteer 'n persoon se begeerte om dieper by wiskunde betrokke te raak, om die uitdaging wat wiskunde stel, te aanvaar en om meer wiskunde te doen as wat verwag word. Belangstelling in wiskunde is ook as belangrik beskou (vgl. Bylae D).

Die korrelasiekoëffisiënt vir hierdie vraelys is bepaal en reflekteer 'n waarde van 0.851. Hierdie is 'n indikatie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

Tydens die verwerking is die positiewe antwoorde van 5 afwaarts (stem definitief saam: 5) en die negatiewe antwoorde van 1 af opwaarts (stem definitief nie saam nie: 5) aangedui.

Tabel 5.9: Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes

n = 60

Vraag nr	Veranderlikes	Keuses	RG	t	p
1	Wiskunde is vervelig	Voor	3.92	0.003	0.039**
		Na	3.55		
2	So min as moontlik werk	Voor	2.90	0.109	0.379
		Na	3.00		
3	Speletjies interessant	Voor	3.40	0.000	0.032**
		Na	3.78		
4	Nie dadelik antwoord, los uit	Voor	2.23	1.000	0.500
		Na	2.23		
5	Nie na skool by wiskunde betrokke	Voor	3.80	0.028	0.086*
		Na	3.52		
6	Geniet wisk probleme en speletjies	Voor	2.98	0.219	0.322
		Na	3.13		
7	Leer meer oor wisk	Voor	3.60	0.000	0.046*
		Na	3.95		
8	Geniet nie speletjies	Voor	3.00	0.040	0.304
		Na	3.17		
9	Hou aan totdat oplossing kry	Voor	3.30	0.011	0.304
		Na	3.47		
10	Sluit wiskunde in verdere studie in	Voor	3.10	0.000	0.076*
		Na	3.57		
11	Ontwikkel vaardighede meer	Voor	3.73	0.001	0.253
		Na	3.95		
12	Kan nie ophou as werk of speel	Voor	2.95	0.000	0.236
		Na	3.18		

13	Uitdaging van wisk nie aanloklik	Voor	3.17	0.203	0.379
		Na	3.27		
14	Nie verstaan waarom wisk en speletjies geniet	Voor	2.78	0.909	0.520
		Na	2.77		
15	Wisk probleme altyd `n uitdaging	Voor	3.32	0.001	0.165
		Na	3.63		

**p ≤ 0.05 *p ≤ 0.1

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

`n Korrelasiekoëffisiënt van 0.87 is verkry vir die eksperimentele groep se voor- en na-response. Hierdie is `n indikatie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gepaarde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.9):

- Ek doen so min as moontlik werk sover dit wiskunde is (2);
- Wanneer ek nie dadelik `n wiskunde-probleem kan beantwoord nie, los ek dit uit (4);
- Ek geniet wiskunde-probleme en -speletjies (6);
- Ek geniet dit nie om wiskundespeletjies te speel nie (8);
- Wanneer ek `n wiskunde-probleem kry, hou ek aan totdat ek die oplossing kry (9);
- Ek wil elke moontlike geleentheid gebruik om my wiskunde-vaardighede te ontwikkel (11);
- Ek kan nie ophou as ek begin het met wiskundewerk of -speletjies nie (12);
- Die uitdaging van wiskunde-probleme is nie aanloklik vir my nie (13);
- Ek kan nie verstaan waarom sekere mense wiskunde en wiskundespeletjies kan geniet nie (14);
- Wiskunde-probleme bied altyd `n uitdaging vir my (15).

Die implikasie hiervan is dat die eksperimentele groep gemeet teen hulleself, nie wesenlike veranderinge in hierdie aspekte getoon het nie. Die volgende vyf aspekte (veranderlikes) het wel beduidend verbeter en hierdie verbetering kan aan die intervensie toegeskryf word:

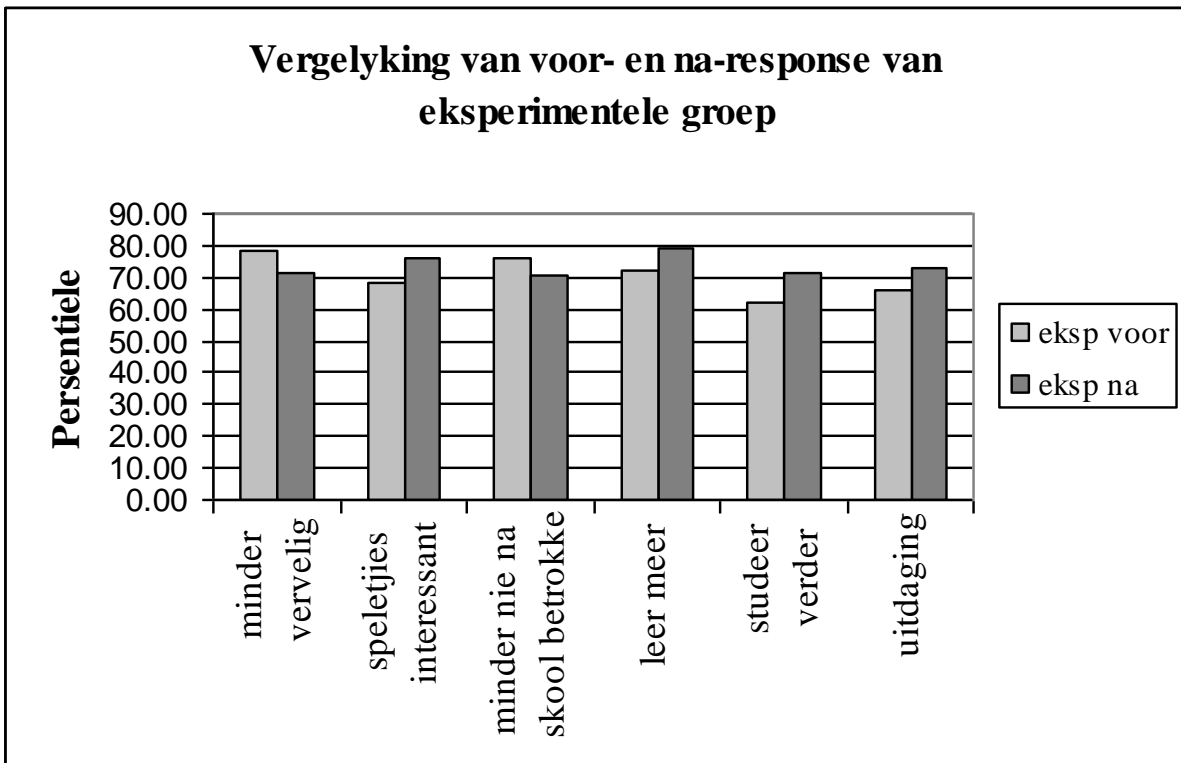
Beduidend op die 95%-vlak:

- Wiskunde is vervelig (1). Minder leeders vind wiskunde vervelig;
- Wiskundespeletjies is interessant (3).

Beduidend op die 90%-vlak:

- Ek wil nie na skool by wiskunde betrokke wees nie (5). Minder leeders wil dus na skool nie by wiskunde betrokke raak nie;
- Ek wil meer leer oor wiskunde (7);
- Ek wil wiskunde insluit in verdere studies (10).

Grafiek 5.7: Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die eksperimentele groep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille



Beduidend op die 95%-vlak:

Wiskunde vervelig: Daar was 'n statisties beduidende verskil tussen die gemiddelde persentielwaarde van die voor- en na-response van die eksperimentele groep. Die eksperimentele groep se na-respons gemiddelde persentielwaarde van 71 was beduidend laer as die voor-respons persentielwaarde van 78.33 (vgl. Bylae J). Die waardes is 'n aanduiding dat minder leerders wiskunde as vervelig beleef. Die belangstelling van die leerders in wiskunde is dus aangewakker.

Speletjies interessant: Die verbetering in persentielwaardes hier was beduidend, want die voor-respons waarde was 68, wat gestyg het na 'n waarde van 75.67 vir die na-response (vgl. Bylae J). Meer leerders vind wiskundespeletjies dus interessant.

Beduidend op die 90%-vlak:

Nie na skool by wiskunde betrokke: Die persentielwaarde het met 5.67 verminder (vgl. Bylae J). Hierdie statisties beduidende vermindering is 'n aanduiding dat meer leerders positief voel oor hul betrokkenheid by wiskunde na skool.

Leer meer oor wiskunde: Die statisties beduidende verskil van 7 in die persentielwaardes is 'n aanduiding dat meer leerders meer van wiskunde wil leer (vgl. Bylae J).

Sluit wiskunde in verdere studie in: Die aanvanklike persentielwaarde van 62 het verbeter na 'n waarde van 71.33, wat statisties beduidend is (vgl. Bylae J). Meer leerders wil wiskunde insluit in hulle verdere studies. Die uitdaging om suksesvol in wiskunde te wees, vind dus byval by meer leerders.

Tabel 5.10: Resultate van die vergelyking tussen die voor- en na-response van die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes

n = 60

Vraag nr	Veranderlikes	Keuses	RG	t	p
1	Wiskunde is vervelig	Voor	3.15	0.011	0.215
		Na	3.30		
2	So min as moontlik werk	Voor	2.93	0.083	0.701
		Na	2.83		
3	Speletjies interessant	Voor	3.45	0.484	0.570
		Na	3.42		
4	Nie dadelik antwoord, los uit	Voor	2.25	0.321	0.535
		Na	2.23		
5	Nie na skool by wiskunde betrokke	Voor	3.20	1.000	0.500
		Na	3.20		
6	Geniet wisk pro- bleme en speletjies	Voor	2.87	0.034	0.269
		Na	2.98		
7	Leer meer oor wisk	Voor	3.50	0.088	0.759
		Na	3.37		
8	Geniet nie speletjies	Voor	3.03	1.000	0.0500
		Na	3.03		
9	Hou aan totdat oplossing kry	Voor	3.70	0.001	0.967
		Na	3.35		
10	Sluit wiskunde in verdere studie in	Voor	3.42	1.000	0.500
		Na	3.42		
11	Ontwikkel vaardighede meer	Voor	3.57	0.321	0.570
		Na	3.53		
12	Kan nie ophou as werk of speel	Voor	3.03	1.000	0.500
		Na	3.03		

13	Uitdaging van wisk nie aanloklik	Voor	3.13	0.002	0.920
		Na	2.87		
14	Nie verstaan waarom wisk en speletjies geniet	Voor	2.72	0.597	0.570
		Na	2.68		
15	Wisk probleme altyd `n uitdaging	Voor	3.37	0.051	0.269
		Na	3.48		

**p ≤ 0.05 *p ≤ 0.1

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

`n Korrelasiekoëffisiënt van 0.934 is verkry vir die voor- en na-response van die kontrolegroep. Hierdie is `n indikatie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gepaarde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die voor- en na-response van die kontrolegroep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.10):

- Wiskunde is vervelig (1);
- Ek doen so min as moontlik werk sover dit wiskunde is (2);
- Wiskundespeletjies is interessant (3);
- Wanneer ek nie dadelik `n wiskundeprobleem kan beantwoord nie, los ek dit uit (4);
- Ek wil nie na skool by wiskunde betrokke wees nie (5);
- Ek geniet wiskundeprobleme en -speletjies (6);
- Ek wil meer leer oor wiskunde (7);
- Ek geniet dit nie om wiskundespeletjies te speel nie (8);
- Wanneer ek `n wiskundeprobleem kry, hou ek aan totdat ek die oplossing kry (9);
- Ek wil wiskunde insluit in verdere studies (10);
- Ek wil elke moontlike geleentheid gebruik om my wiskundevaardighede te ontwikkel (11);
- Ek kan nie ophou as ek begin het met wiskundewerk of -speletjies nie (12);
- Die uitdaging van wiskundeprobleme is nie aanloklik vir my nie (13);

- Ek kan nie verstaan waarom sekere mense wiskunde en wiskundespeletjies kan geniet nie (14);
- Wiskunde probleme bied altyd 'n uitdaging vir my (15).

Die implikasie hiervan is dat die kontrolegroep gemeet teen hulleself, nie wesenlike veranderinge in hierdie aspekte getoon het nie.

Tabel 5.11: Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes tydens die voor-response

n = 120 (n = 60 eksperimentele groep, n = 60 kontrolegroep)

Vraag nr	Veranderlikes	Keuses	RG	t	p
1	Wiskunde is vervelig	Eksp	3.92	0.000	0.034**
		Kontr	3.15		
2	So min as moontlik werk	Eksp	2.90	0.848	0.532
		Kontr	2.93		
3	Speletjies interessant	Eksp	3.40	0.684	0.547
		Kontr	3.45		
4	Nie dadelik antwoord, los uit	Eksp	2.23	0.903	0.516
		Kontr	2.25		
5	Nie na skool by wiskunde betrokke	Eksp	3.80	0.001	0.076*
		Kontr	3.20		
6	Geniet wisk probleme en speletjies	Eksp	2.98	0.463	0.390
		Kontr	2.87		
7	Leer meer oor wisk	Eksp	3.60	0.484	0.406
		Kontr	3.50		
8	Geniet nie speletjies	Eksp	3.00	0.833	0.532
		Kontr	3.03		
9	Hou aan totdat oplossing kry	Eksp	3.30	0.013	0.830
		Kontr	3.70		

10	Sluit wiskunde in verdere studie in	Eksp	3.10	0.036	0.775
		Kontr	3.42		
11	Ontwikkel vaardighede meer	Eksp	3.73	0.199	0.345
		Kontr	3.57		
12	Kan nie ophou as werk of speel	Eksp	2.95	0.596	0.579
		Kontr	3.03		
13	Uitdaging van wisk nie aanloklik	Eksp	3.17	0.802	0.468
		Kontr	3.13		
14	Nie verstaan waarom wisk en speletjies geniet	Eksp	2.78	0.731	0.437
		Kontr	2.72		
15	Wisk probleme altyd `n uitdaging	Eksp	3.32	0.704	0.547
		Kontr	3.37		

** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

`n Korrelasiekoëffisiënt van 0.75 is verkry vir die voor-response van die eksperimentele groep en kontrolegroep. Hierdie is `n indikasie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gegroepeerde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die voor-response van die eksperimentele groep en kontrolegroep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.11):

- Ek doen so min as moontlik werk sover dit wiskunde is (2);
- Wiskundespeletjies is interessant (3);
- Wanneer ek nie dadelik `n wiskunde-probleem kan beantwoord nie, los ek dit uit (4);
- Ek geniet wiskunde-probleme en -speletjies (6);
- Ek wil meer leer oor wiskunde (7);
- Ek geniet dit nie om wiskundespeletjies te speel nie (8);
- Wanneer ek `n wiskunde-probleem kry, hou ek aan totdat ek die oplossing kry (9);

- Ek wil wiskunde insluit in verdere studies (10);
- Ek wil elke moontlike geleentheid gebruik om my wiskundevaardighede te ontwikkel (11);
- Ek kan nie ophou as ek begin het met wiskundewerk of –speletjies nie (12);
- Die uitdaging van wiskunde probleme is nie aanloklik vir my nie (13);
- Ek kan nie verstaan waarom sekere mense wiskunde en wiskundespeletjies kan geniet nie (14);
- Wiskunde probleme bied altyd `n uitdaging vir my (15).

Die implikasie hiervan is dat die eksperimentele groep en die kontrolegroep nie beduidend van mekaar verskil het met die aanvang van die intervensie nie, behalwe vir die volgende twee aspekte:

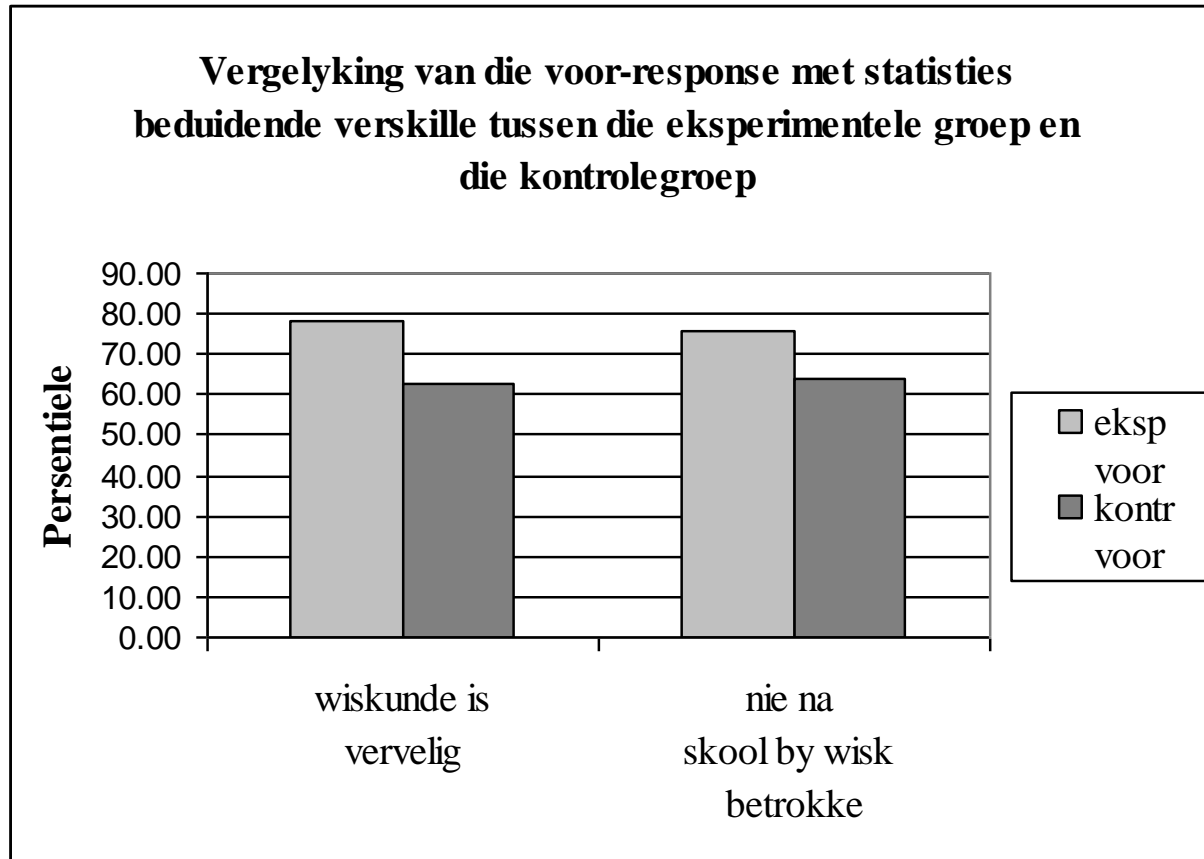
Beduidend op die 95%-vlak:

- Wiskunde is vervelig (1). Meer leerders van die eksperimentele groep het wiskunde as vervelig beleef voor aanvang van die intervensie (vgl. Bylae J).

Beduidend op die 90%-vlak:

- Ek wil nie na skool by wiskunde betrokke wees nie (5). Minder van die kontrolegroep se leerders wou voor die aanvang van die intervensie nie na skool by wiskunde betrokke wees nie (vgl. Bylae J).

Grafiek 5.8: Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille tydens die voor-response



Beduidend op die 95%-vlak:

Wiskunde is vervelig: Die kontrolegroep het statisties beduidend 'n laer aanduiding van leerders wat wiskunde as vervelig beleef teenoor die leerders van die eksperimentele groep. Die kontrolegroep se persentielwaarde was 63 teenoor die eksperimentele groep se persentielwaarde van 78.33 (vgl. Bylae J). Meer leerders van die eksperimentele groep het wiskunde as vervelig beleef voor die aanvang van die intervensie as die leerders van die kontrolegroep.

Beduidend op die 90%-vlak:

Nie na skool by wiskunde betrokke: Met hierdie aspek was die persentielwaarde van die kontrolegroep ook beduidend laer as die van die eksperimentele groep met waardes respektiewelik van 64 en 76 (vgl. Bylae J). Voor aanvang van die intervensie was die interne motivering van die leerders om by wiskunde betrokke te wees na skool, beduidend verskillend. Meer leerders van die eksperimentele groep wou dus voor die aanvang van die intervensie geensins na skool betrokke wees by wiskunde van enige aard nie.

Tabel 5.12: Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes tydens die na-response

n = 120 (n = 60 eksperimentele groep, n = 60 kontrole groep)

Vraag nr	Veranderlikes	Keuses	RG	t	p
1	Wiskunde is vervelig	Eksp	3.55	0.146	0.074*
		Kontr	3.30		
2	So min as moontlik werk	Eksp	3.00	0.446	0.223
		Kontr	2.83		
3	Speletjies interessant	Eksp	3.78	0.021	0.040**
		Kontr	3.42		
4	Nie dadelik antwoord, los uit	Eksp	2.23	1.000	0.500
		Kontr	2.23		
5	Nie na skool by wiskunde betrokke	Eksp	3.52	0.127	0.074*
		Kontr	3.20		
6	Geniet wisk probleme en speletjies	Eksp	3.13	0.409	0.246
		Kontr	2.98		
7	Leer meer oor wisk	Eksp	3.95	0.001	0.004**
		Kontr	3.37		
8	Geniet nie speletjies	Eksp	3.17	0.507	0.271
		Kontr	3.03		

9	Hou aan totdat oplossing kry	Eksp	3.47	0.486	0.074*
		Kontr	3.35		
10	Sluit wiskunde in verdere studie in	Eksp	3.57	0.341	0.246
		Kontr	3.42		
11	Ontwikkel vaardighede meer	Eksp	3.95	0.010	0.028**
		Kontr	3.53		
12	Kan nie ophou as werk of speel	Eksp	3.18	0.351	0.246
		Kontr	3.03		
13	Uitdaging van wisk nie aanloklik	Eksp	3.27	0.013	0.033*
		Kontr	2.87		
14	Nie verstaan waarom wisk en speletjies geniet	Eksp	2.77	0.651	0.351
		Kontr	2.68		
15	Wisk probleme altyd `n uitdaging	Eksp	3.63	0.362	0.097*
		Kontr	3.48		

** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

RG = Rekenkundige Gemiddeld **t** = t-toets **p** = Beduidendheid

`n Korrelasiekoëffisiënt van 0.97 is verkry vir die na-response van die eksperimentele groep en die kontrolegroep. Hierdie is `n indikasie van die skaal se item-homogeniteit of interne geldigheid.

In hierdie geval is daar van t-toetse vir gegroepeerde groepe gebruik gemaak. Die resultate van die analise het getoon dat daar geen statisties beduidende verskille tussen die na-response van die eksperimentele groep en kontrolegroep was ten opsigte van die volgende aspekte nie (Tabel 5.12):

- Ek doen so min as moontlik werk sover dit wiskunde is (2);
- Wanneer ek nie dadelik `n wiskunde-probleem kan beantwoord nie, los ek dit uit (4);
- Ek geniet wiskunde-probleme en -speletjies (6);
- Ek geniet dit nie om wiskundespeletjies te speel nie (8);

- Ek wil wiskunde insluit in verdere studies (10);
- Ek kan nie ophou as ek begin het met wiskundewerk of –speletjies nie (12);
- Ek kan nie verstaan waarom sekere mense wiskunde en wiskundespeletjies kan geniet nie (14).

Die implikasie hiervan is dat die eksperimentele groep en die kontrolegroep nie beduidend van mekaar verskil het in terme van hierdie aspekte na afloop van die intervensie nie. Die volgende agt aspekte het wel beduidend verander:

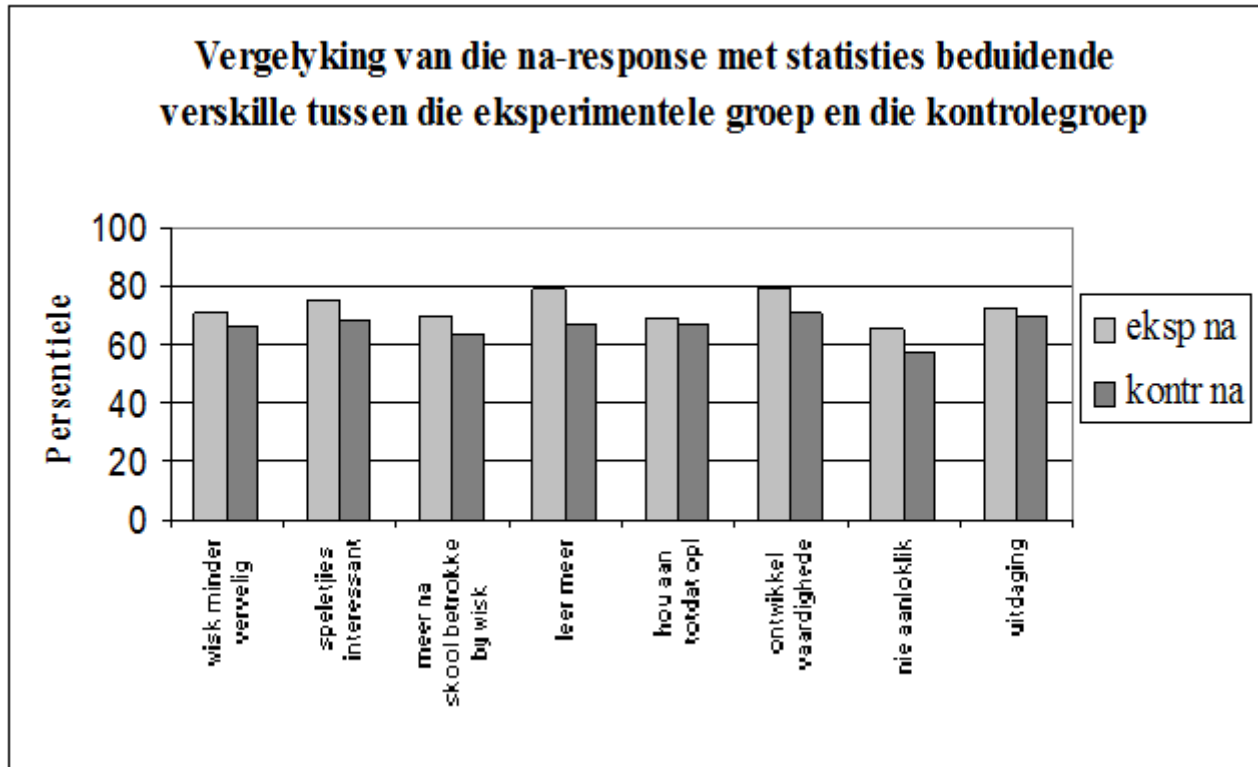
Beduidend op die 95%-vlak:

- Wiskundespeletjies is interessant (3);
- Ek wil meer leer oor wiskunde (7);
- Ek wil elke moontlike geleentheid gebruik om my wiskundevaardighede te ontwikkel (11).

Beduidend op die 90%-vlak:

- Wiskunde is vervelig (1). Die leerders vind wiskunde dus minder vervelig;
- Ek wil nie na skool by wiskunde betrokke wees nie (5). Meer leerders van die eksperimentele groep wil dus na skool by wiskunde betrokke wees;
- Wanneer ek 'n wiskundeprobleem kry, hou ek aan totdat ek die oplossing kry (9);
- Die uitdaging van wiskundeprobleme is nie aanloklik vir my nie (13);
- Wiskundeprobleme bied altyd 'n uitdaging vir my (15).

Grafiek 5.9: Resultate van die vergelyking tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van al die veranderlikes met statisties beduidende verskille tydens die na-response (gebaseer op vraelys C)



Beduidend op die 95%-vlak:

Speletjies interessant: Die eksperimentele groep se persentielwaarde van 75.67 is hoër as die persentielwaarde van 68.33 van die kontrolegroep (vgl. Bylae J). Hierdie statisties beduidende verskil is egter verwag omdat slegs die eksperimentele groep blootgestel is aan die wiskundespeletjies in die klaskamer. As die beduidendheid nie verkry is nie, kon die suksesvolle gebruik van speletjies bevraagteken word.

Leer meer oor wiskunde: Aan die begin van die intervensie was daar 'n klein verskil tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep se persentielwaardes van onderskeidelik 72 en 70. Met die na-respons persentielwaardes was die kontrolegroep se persentielwaarde van 67.33 effens swakker wat dui daarop dat minder leerders meer wil leer van wiskunde. Die persentielwaarde van die eksperimentele groep het verander na 79 wat daarop dui dat meer leerders meer van

wiskunde wil leer (vgl. Bylae J). Die intervensie het dus `n bydrae gelewer om die motivering van die leerders sodanig te beïnvloed dat hulle meer wil uitvind oor wiskunde.

Ontwikkel vaardighede meer: Tydens die voor-response het die eksperimentele groep effens beter gevaar as die kontrolegroep. Tydens die na-response was daar egter `n beduidende verskil in persentielwaardes van die twee groepe (79 vir eksperimentele groep en 70.67 vir die kontrolegroep) (vgl. Bylae J). Die intervensie het dus bygedra om die eksperimentele groep se leerders te motiveer om hulle vaardighede in wiskunde verder te ontwikkel.

Beduidend op die 90%-vlak:

Wiskunde minder vervelig: Daar was `n statisties beduidende verskil tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep ten opsigte van hierdie veranderlike in die voor-response. Tydens die na-response was daar ook `n statisties beduidende verskil tussen die twee groepe. Die persentielwaarde van die na-respons van die eksperimentele groep (71) was laer as die persentielwaarde van die voor-respons (78.33) wat daarop dui dat minder leerders na die intervensie wiskunde as vervelig beskou as voor die intervensie (vgl. Bylae J). Die intervensie kon dus in hierdie geval bygedra het tot die verbetering van die eksperimentele groep se beskouing van wiskunde. Die kontrolegroep se persentielwaarde het vanaf 63 na 66 gestyg, wat weer `n aanduiding is dat meer leerders in hierdie groep wiskunde as vervelig beskou.

Nie na skool by wiskunde betrokke nie: Die eksperimentele groep se persentielwaarde van 76 tydens die voor-response was hoër as die persentielwaarde van 70.33 tydens die na-response (vgl. Bylae J). Meer leerders van die eksperimentele groep het dus na die intervensie daaraan gedink om na skool nog steeds by wiskunde betrokke te wees. Die persentielwaarde van die kontrolegroep het ten opsigte van hierdie aspek onveranderd gebly.

Hou aan totdat oplossing kry: Die eksperimentele groep en kontrolegroep se persentielwaardes het met 8 verskil ten opsigte van hierdie aspek tydens die voor-response. Die eksperimentele groep se persentielwaarde is 2.33 meer as die persentielwaarde van die kontrolegroep tydens die na-respons terwyl die persentielwaarde van die kontrolegroep gedaal het in waarde met 7 (vgl. Bylae J).

Die intervensie het dus die eksperimentele groep geleer om aan te hou probeer om 'n oplossing vir 'n wiskunde probleem te verkry.

Uitdaging van wiskunde nie aantreklik: Tydens die voor-response het die eksperimentele groep 'n effens hoër persentielwaarde (63.33) gehad as die waarde (62.67) van die kontrolegroep. Tydens die na-response was daar egter 'n beduidende verskil in persentielwaardes van die twee groepe (65.33 vir eksperimentele groep en 57.33 vir die kontrolegroep) (vgl. Bylae J). Hier is dus 'n groter groep leerders van die eksperimentele groep wat die uitdaging van wiskunde probleme nie aantreklik vind nie. Gesien teen die agtergrond van die resultate verkry, is hier 'n teenstrydigheid, want die aanduiding is gevind dat meer leerders na skool by wiskunde betrokke wil wees. Verder is daar ook statisties beduidende verskille gekry by die vrae oor verdere ontwikkeling van vaardighede asook by die aspek dat leerders meer wil leer oor wiskunde. Die teenoorgestelde het egter by die kontrolegroep plaasgevind, waar die persentielwaarde met die na-response 5.34 laer was as met die voor-response (vgl. Bylae J). In hierdie groep is daar dus minder leerders wat die uitdaging van wiskunde as nie aantreklik gevind het nie. Die aanduiding is hier dat die deelnemers nie werklik verstaan het wat hierdie vraag beteken het nie.

Wiskunde probleme altyd 'n uitdaging: Tydens die voor-response het die eksperimentele groep 'n effens laer persentielwaarde van 66.33 gehad teenoor die persentielwaarde van 67.33 van die kontrolegroep (vgl. Bylae J). Tydens die na-response was daar egter 'n statisties beduidende verskil in persentielwaardes van die twee groepe. Die intervensie het dus bygedra om die eksperimentele groep se leerders te leer om wiskunde probleme as uitdagings te beskou.

Die intervensie het dus in sewe van bogenoemde agt aspekte bygedra tot die verbetering van die leerders se motivering ten opsigte van wiskunde.

5.2.4 Samevatting

Die statisties beduidende verskille wat uit die analise van die resultate van die drie vraelyste (Bylae B, C en D) na vore gekom het, dui daarop dat die intervensie 'n rol gespeel het in die

verandering/verbetering van die affektiewe komponente. Die leerders se angs, selfkonsep en motivering ten opsigte van wiskunde het dus positief verander/verbeter.

5.3 TOETSE

‘n Voor- en natoets is ook deur die 120 leerders van die twee deelnemende skole afgelê. Die navorsingsresultate van die voltooide toetse is in ‘n reeks tabelle weergegee en waar toepaslik deur middel van grafieke, met ‘n kort beskrywing na elke tabel.

5.3.1 Voor- en natoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep

Die leerders het die toets voor die aanvang van die intervensie geskryf. Dieselfde toets is herhaal na afloop van die intervensie. Afdeling A handel oor basiese bewerkings. In afdeling B moes ‘n enkel term gegee word vir die gegewe omskrywing terwyl in afdeling C ‘n term se korrekte omskrywing aangedui moes word. Afdeling D het die leerders se insig getoets terwyl afdeling E oor logiese redenasie gehandel het (vgl. Bylae E).

Die opsommende resultate van die eksperimentele groep word in tabel 5.13 gegee en die resultate van die kontrolegroep in tabel 5.14. Die toets sowel as memorandum is aangeheg as bylae E. ‘n Vraag-vir-vraag-ontleding van die voor- en natoets per leerder is aangeheg as bylae K. Die tabelle van vergelykings tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep kan ook in bylae K gevind word.

Die moontlike totale in die tabel is verkry deur die aantal deelnemers met die maksimum punt per vraag te vermenigvuldig.

Tabel 5.13 Opsomming per vraag van die voor- en natoets van die eksperimentele groep

n = 60

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Total
Punte	4	3	1	2	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	40
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Moont- like Totaal	240	180	60	120	360	120	120	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	240	60	240	2400
Totaal voor	191	100	18	18	242	10	67	10	12	25	16	28	22	37	10	33	26	21	17	45	24	972
% sukses voor	79.6	55.6	30.0	15.0	67.2	8.3.0	55.8	16.7	20.0	41.7	26.7	46.7	36.7	61.7	16.7	55.0	43.3	35.0	7.1	75.0	10.0	40.5
Totaal na	219	138	42	48	257	39	76	27	40	40	18	26	28	40	21	45	36	33	14	51	51	1289
% sukses na	91.3	76.7	70	40	71.4	32.5	63.3	45	66.7	66.7	30	43.3	46.7	66.7	35	75	60	55	5.83	85	21.3	53.7
p	0.205	0.068*	0.002**	0.039**	0.384	0.044**	0.298	0.023**	0.000**	0.039**	0.407	0.593	0.240	0.362	0.097*	0.079*	0.119	0.079*	0.535	0.240	0.213	0.175

p= Beduidendheid ** p ≤ 0.05: beduidend op die 95% persentielvlak * p ≤ 0.1: beduidend op die 90% persentielvlak

Tabel 5.14 Opsomming per vraag van die voor- en natoets van die kontrolegroep

n = 60

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Totaal
Punte	4	3	1	2	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	40
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Moontlike Totaal	240	180	60	120	360	120	120	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	240	60	240	2400
Totaal voor	178	101	17	3	249	14	49	19	30	17	20	28	28	19	10	30	14	23	36	25	12	922
% sukses voor	74.2	56.1	28.3	2.5	69.2	11.7	40.8	31.7	50.0	28.3	33.3	46.7	46.7	31.7	16.7	50.0	23.3	38.3	15.0	41.7	5.0	38.4
Totaal na	200	121	24	14	267	33	59	30	35	26	23	26	35	24	13	23	20	27	35	35	17	1087
% sukses na	83.3	67.2	40	11.7	74.2	27.5	49.2	50	58.3	43.3	38.3	43.3	58.3	40	21.7	38.3	33.3	45	14.6	58.3	7.08	45.3
p	0.261	0.220	0.200	0.266	0.365	0.130	0.280	0.100	0.288	0.140	0.360	0.590	0.200	0.280	0.361	0.800	0.240	0.320	0.510	0.121	0.440	0.310

p = Beduidendheid ** p ≤ 0.05: beduidend op die 95% persentielvlak * p ≤ 0.1: beduidend op die 90% persentielvlak

Uit **tabel 5.13 (eksperimentele groep)** blyk dit dat die eksperimentele groep in die afdeling oor basiese bewerkings heelwat verbeter het na afloop van die intervensie. Dit word gestaaf deurdat daar statisties beduidende verskille was by vier van die vrae in hierdie afdeling. Een-en-twintig persent meer leerders kon makliker die *veelvoude* van 'n getal gee (vraag 2). As daar byvoorbeeld na vraag 3 van afdeling A gekyk word, waar die leerder gevra word om 20% van R40 uit te werk, was hier 'n opmerklieke verbetering van 40%. In vraag 4 was daar 25% meer korrekte *vereenvoudigings van die gegewe verhouding* (breuk). Met die *vereenvoudiging van uitdrukking* in vraag 6 was die verbetering 50.5%. Daar was dus positiewe groei in die basiese vaardigheidsvlakke van die leerders.

In afdeling B waar die leerders 'n enkel term moes identifiseer wat die gegewe beskrywing saamvat, het die leerders in die voortoets nie so goed gevaar nie. Dit het duidelik uit die antwoorde geblyk dat die leerders die begrippe *area* en *volume* asook die betekenis van *staafdiagram* en *histogram* nie werklik duidelik onder die knie het nie. Die natoets se resultate toon statisties beduidende verskille by drie van die vrae van hierdie afdeling. Die leerders begin beter onderskeid maak tussen hierdie terme met respektiewelike verbeterings van 28.3%, 46.7% en 25% by vrae 1 (*volume*), 2 (*histogram*) en 3 (*faktore*). Die betekenis van die term *transformasie* is egter nog steeds nie heeltemal duidelik vir die leerders nie (Afdeling B, vraag 4).

Die verandering tussen die voor- en natoets se resultate met betrekking tot Afdeling C, was kleiner as in die vorige afdeling. In Afdeling C moes die leerders 'n gegewe term se omskrywing identifiseer. Hier is die enigste statisties beduidende verskil by vraag 4 verkry, waar die leerders die omskrywing van die term *gemiddeld* moes identifiseer. Met die voortoets was die suksesfaktor hier slegs 16.7% en het dit gestyg na 35% met die natoets.

Afdeling D se vrae het die leerders se vlak van insig getoets. Alhoewel die suksesvolle beantwoording van die vrae in die natoets met meer as 15% gestyg het, is daar slegs 'n statisties beduidende verskil gevind by vraag 1. Die gebruik van die kartesiese vlak het verbeter maar nog nie statisties beduidend nie. 'n Mate van ontwikkeling op hierdie vlak het tog plaasgevind.

In Afdeling E, waar die leerders hulle denkpatrone in verduidelikings moes verwoord, kon meer leerders die korrekte antwoorde identifiseer in die natoets. Alhoewel daar by die eerste vraag van hierdie afdeling in die natoets 'n beduidende verbetering van 20% verkry is, is dit beslis 'n afdeling waar verdere ontwikkeling nodig is.

Met die vergelyking van die **kontrolegroep** se voor- en natoets was daar statisties geen beduidende verskille nie. **Tabel 5.14 (kontrolegroep)** wys duidelik dat vraag 4 en vraag 6 van Afdeling A nie goed beantwoord is nie. Vraag 4, waar die leerders die verhouding 12:18 in sy eenvoudigste vorm moes skryf, was die algemene antwoord van die leerders “18 minutes past 12”. Die kontrolegroep se begrip van verhoudings en die skryfwyse daarvan is dus op 'n baie lae vlak. In vraag 6, waar basiese uitdrukkinge vereenvoudig moes word, het baie van die leerders doodgewoon alle terme bymekaar getel. Die leerders het geen onderskeid tussen verskillende soorte terme gemaak nie. 'n Tipiese antwoord verkry, illustreer laasgenoemde duidelik:

$3 - 3a - 1 + 5a = 4a$. Die toename in suksesvolle antwoorde was kleiner by hierdie groep.

In die beantwoording van Afdeling B was dit duidelik dat leerders verwante terme se betekenis verwar en geen statisties beduidende verskille is verkry nie. Die beste verbetering is verkry by *area* en *volume* (vraag 1). Die kontrolegroep se korrekte beantwoording het van 31.7% in die voortoets tot 50% in die natoets gestyg. Ander terme wat verwar word, is dié van *gemiddeld* en *mediaan* asook *histogram* en *staafdiagram*. Die betekenis van die term *transformasie* is egter nog steeds nie vir die leerders so duidelik nie (Afdeling B, vraag 4).

In Afdeling C moes die leerders 'n gegewe term se omskrywing identifiseer. Hier was die gemiddelde verbetering 'n skrale 5.4%. Alhoewel daar by 3 van die 4 vrae 'n verbetering was, is die identifisering van 'n omskrywing van 'n term nog nie op 'n statisties beduidende vlak nie.

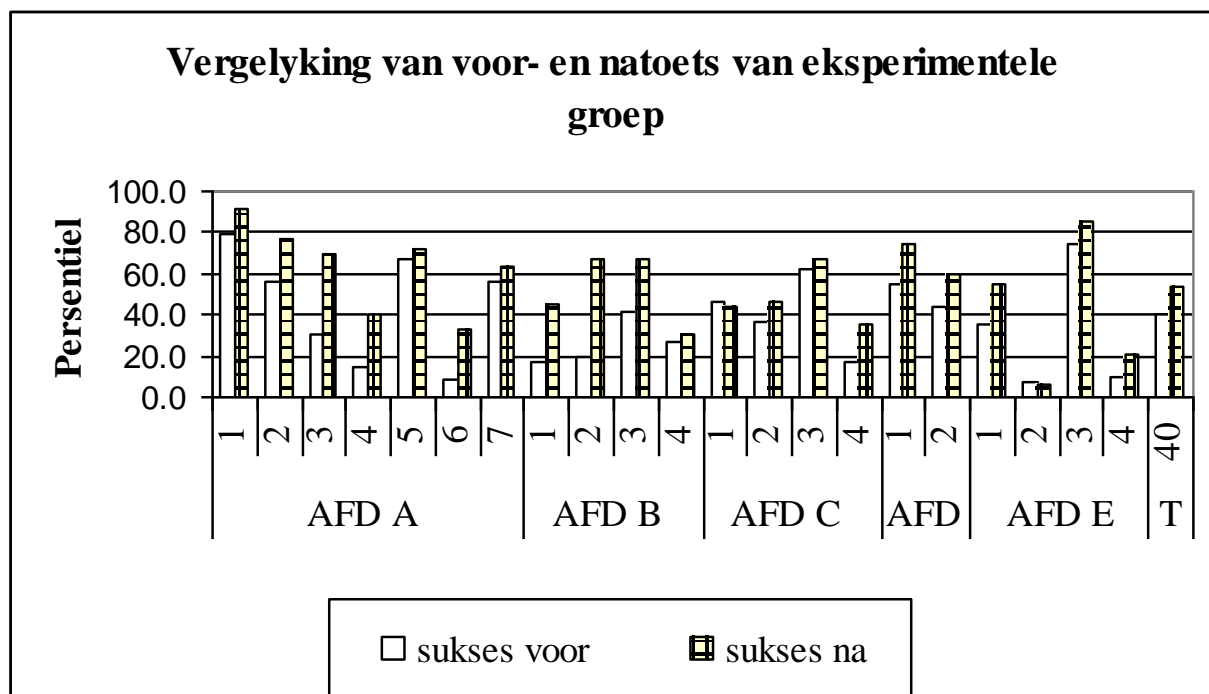
Die suksesvolle beantwoording van die insigvrae in Afdeling D het 'n geringe verandering getoon. Dit is dus 'n afdeling waaraan die kontrolegroep nog aandag moet skenk.

In Afdeling E, waar die leerders hulle denkpatrone moes verwoord in verduidelikings, toon die persentasies in die tabel dat die afdeling problematies gebly het vir die kontrolegroep.

5.3.2 Grafiese voorstelling van die resultate van die voor- en natoets per vraag

In die voorafgaande gedeelte is die voortoets en die natoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep as afsonderlike vrae bespreek. Met die grafiese voorstellings van die resultate word die voor- en natoets van elke groep vergelyk. Verder is die statistiese beduidendheid van elke vraag bepaal.

Grafiek 5.10: Resultate van eksperimentele groep:



Tabel 5.15: Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van voor- en natoets van die eksperimentele groep

Afdeling	Vraag	Beskrywing	p
Afdeling A	1	Faktore	0.205
	2	Veelvoude	0.068*
	3	Persentasie	0.002**
	4	Verhouding/breuk	0.039**
	5	Direkte bewerkings	0.384

	6	Vereenvoudiging	0.044*
	7	Maak stelling waar	0.298
Afdeling B	1	Volume	0.023*
	2	Histogram	0.000**
	3	Faktore	0.039**
	4	Transformasie	0.407
Afdeling C	1	Translasie	0.593
	2	Vergelyking	0.240
	3	Priemgetal	0.362
	4	Gemiddeld	0.097*
Afdeling D	1	Omskakeling tussen verskillende voorstellingsvorme	0.079*
	2	Kartesiese vlak	0.119
Afdeling E	1	Produk reg	0.079*
	2	Redenasie	0.535
	3	Faktore reg	0.240
	4	Redenasie	0.213
Totaal			0.175

p = Beduidendheid ** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

Die eksperimentele groep gemeet teen hulleself met betrekking tot die voor- en natoets, het statisties beduidend beter gevaar op die:

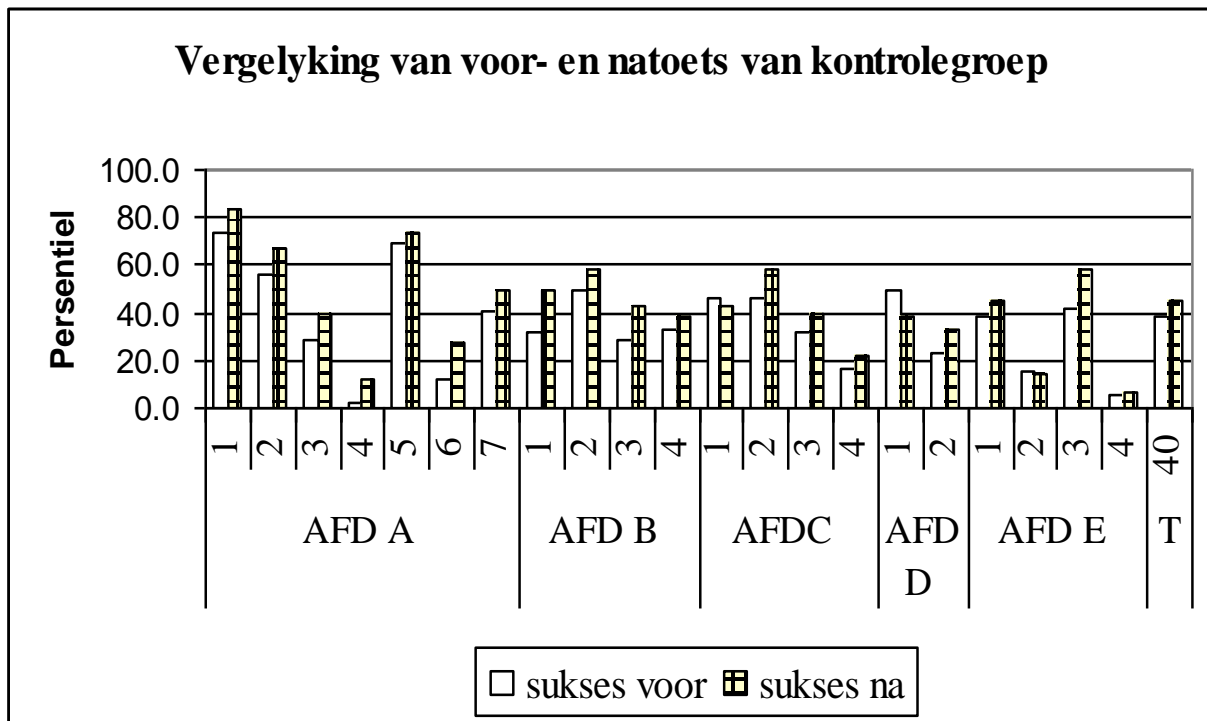
95%-vlak:

- * Afdeling A Vraag 3 - persentasie-berekeninge
- Vraag 4 - gebruik van verhouding/breuk
- * Afdeling B Vraag 2 - korrekte identifisering van histogram
- Vraag 3 - betekenis van faktore

90%-vlak:

- * Afdeling A Vraag 2 - gee van veelvoude
- Vraag 6 - vereenvoudiging van uitdrukkings en getalsinne
- * Afdeling B Vraag 1 - betekenis van volume
- * Afdeling C Vraag 4 - korrekte beskrywing van betekenis van gemiddeld
- * Afdeling D Vraag 1 - gebruik van verskillende voorstellingsvorme
- * Afdeling E Vraag 1 - identifisering van korrekte redenasie

Grafiek 5.11: Resultate van kontrolegroep:



Tabel 5.16: Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van voor- en natoets van die kontrolegroep

Afdeling	Vraag	Beskrywing	p
Afdeling A	1	Faktore	0.260
	2	Veelvoude	0.220
	3	Persentasie	0.200

	4	Verhouding/breuk	0.261
	5	Direkte bewerkings	0.362
	6	Vereenvoudiging	0.130
	7	Maak stelling waar	0.289
Afdeling B	1	Volume	0.100
	2	Histogram	0.280
	3	Faktore	0.140
	4	Transformasie	0.365
Afdeling C	1	Translasie	0.590
	2	Vergelyking	0.200
	3	Priemgetal	0.280
	4	Gemiddeld	0.361
Afdeling D	1	Omskakeling tussen verskillende voorstellingsvorme	0.800
	2	Kartesiese vlak	0.240
Afdeling E	1	Produk reg	0.320
	2	Redenasie	0.511
	3	Faktore reg	0.121
	4	Redenasie	0.440
Totaal			0.310

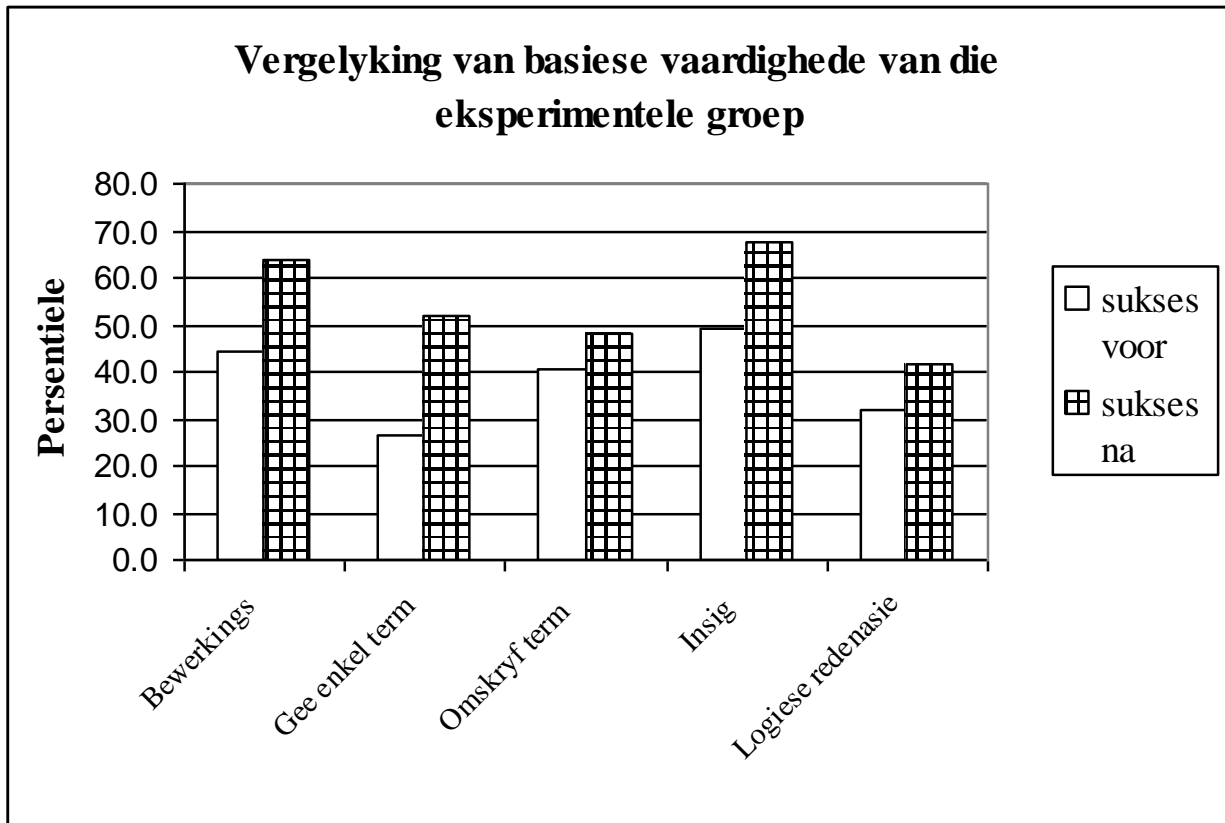
p = Beduidendheid ** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

Die kontrolegroep gemeet teen hulleself ten opsigte van die resultate van die voor- en natoets, het statisties geen beduidende verbetering getoon in enige van die vrae nie.

5.3.3 Grafiese voorstelling van vaardighede van eksperimentele groep en kontrolegroep

In hierdie afdeling is die individuele vrae gegroepeer in basiese vaardigheidskategorieë. Hierdie vaardigheidskategorieë is per groep vergelyk in terme van die resultate van die voor- en natoets. Vervolgens is die statistiese beduidendheid bereken.

Grafiek 5.12: Gegroepeerde vaardighede van eksperimentele groep



Tabel 5.17: Opsomming van statistiese beduidendheid van basiese vaardighede van die eksperimentele groep

Afdeling	Omskrywing	p
A	Bewerkings	0.089*
B	Gee enkel term	0.034**
C	Omskryf term	0.298
D	Insig	0.097*
E	Logiese redenasie	0.240

p = Beduidendheid ** p ≤ 0.05 * p ≤ 0.1

Die eksperimentele groep het statisties beduidende verbeterings getoon op die:

95%-vlak:

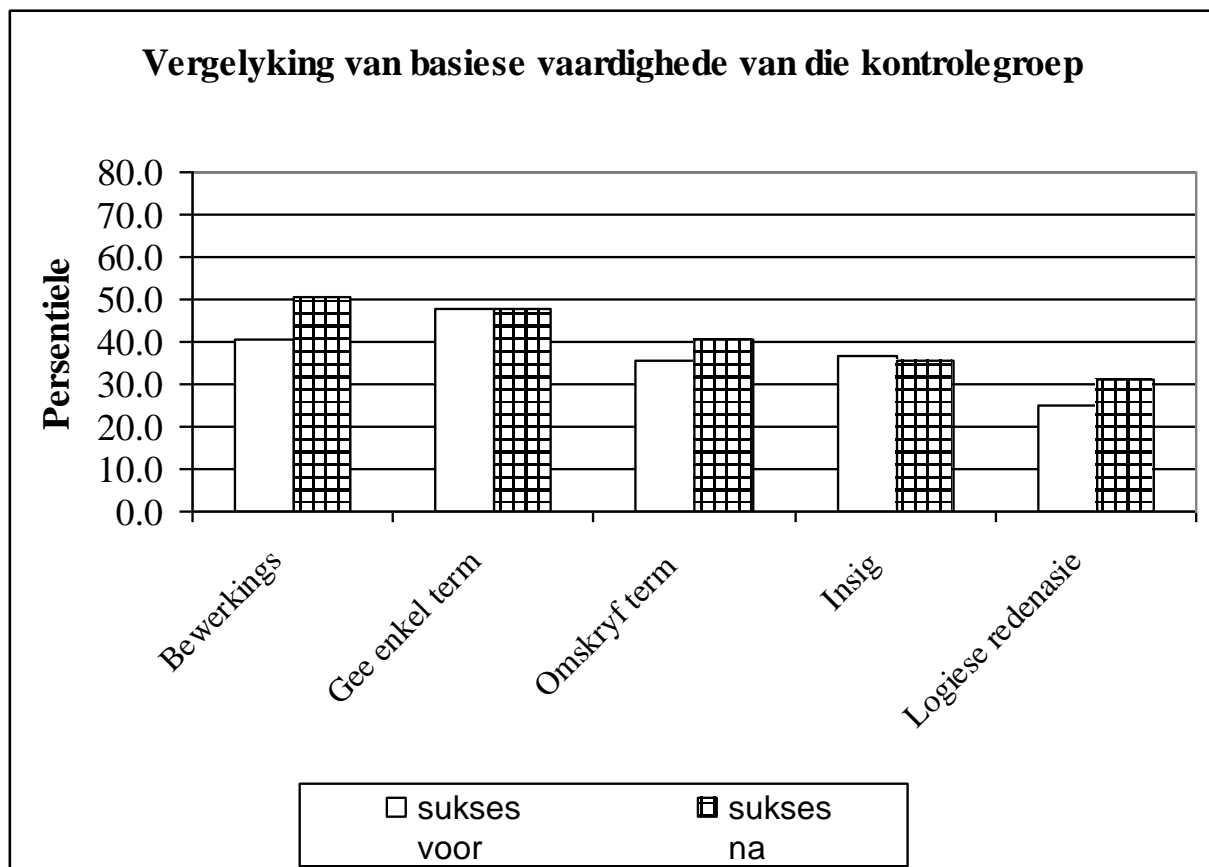
* Afdeling B - om 'n beskrywing van 'n begrip saam te vat as 'n enkel term

90%-vlak:

* Afdeling A - doen van basiese bewerkings

* Afdeling D - verbetering in beantwoording van insig-tipe vrae

Grafiek 5.13: Gegroepeerde vaardighede van kontrolegroep



Tabel 5.18: Opsomming van statistiese beduidendheid van basiese vaardighede van die kontrolegroep

Afdeling	Omskrywing	p
A	Bewerkings	0.186
B	Gee enkel term	0.500
C	Omskryf term	0.315
D	Insig	0.529
E	Logiese redenasie	0.289

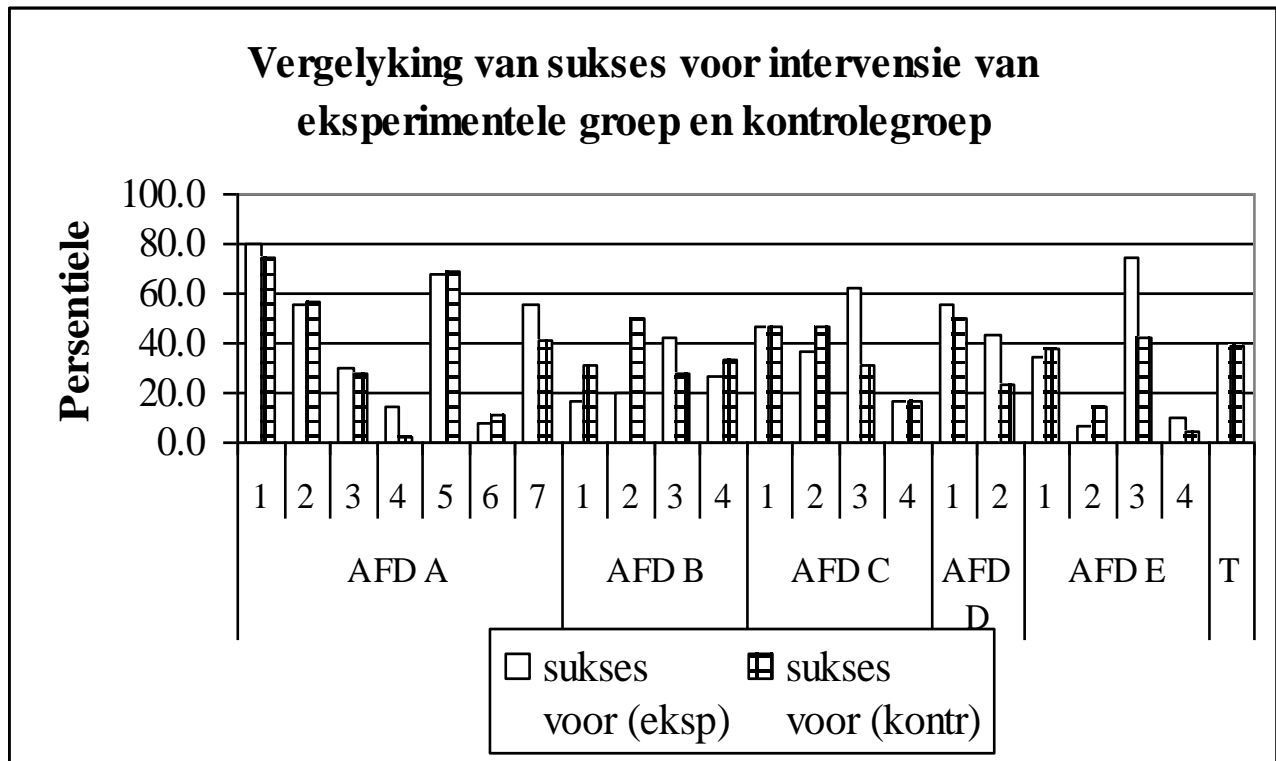
p = Beduidendheid ** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

Die kontrolegroep se vordering ten opsigte van die ontwikkeling van basiese vaardighede gemeet tydens die voor- en natoets, was op geen aspek statisties beduidend nie.

5.3.4 Vergelykende grafiese voorstelling van resultate van die voortoets en die natoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep

Die resultate van die voortoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep word binne groepsverband vergelyk. Dieselfde word ook met die natoets se resultate gedoen.

Grafiek 5.14: Grafiese voorstelling van voortoetse



Tabel 5.19: Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van die resultate van die voortoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep

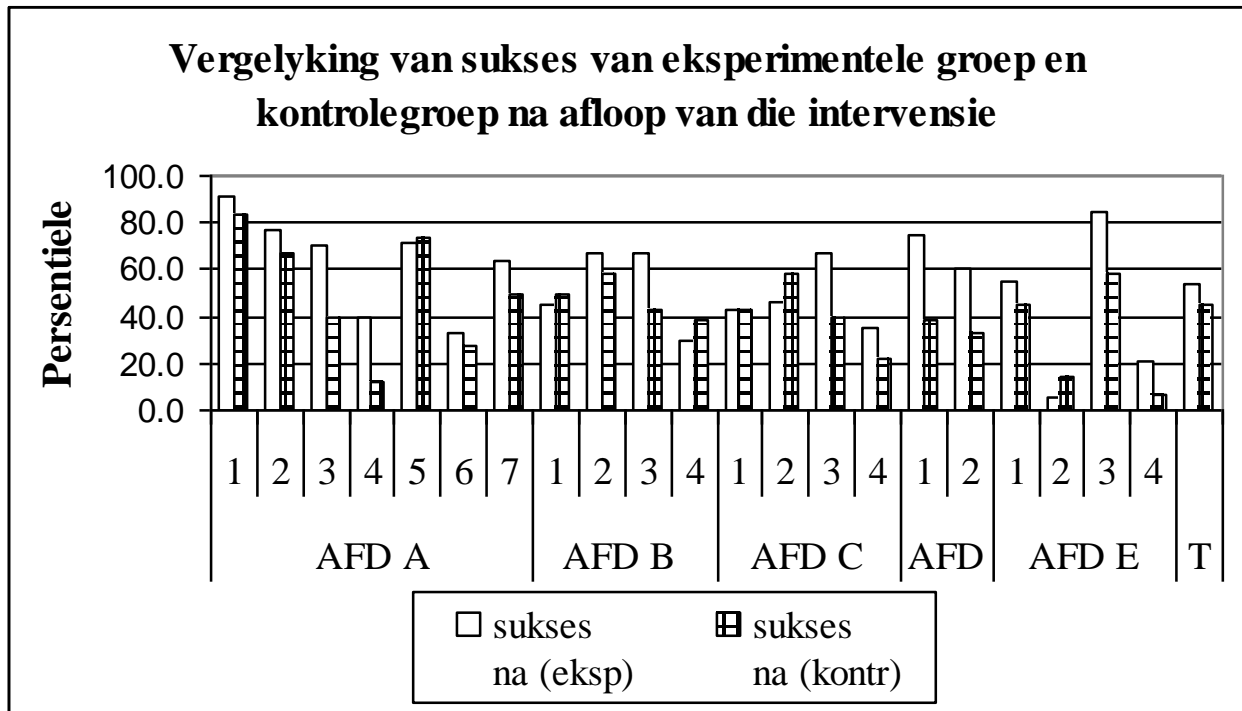
Afdeling	Vraag	Beskrywing	P
Afdeling A	1	Faktore	0.430
	2	Veelvoude	0.510
	3	Persentasie	0.480
	4	Verhouding/breuk	0.340
	5	Direkte bewerkings	0.521
	6	Vereenvoudiging	0.545
	7	Maak stelling waar	0.310
Afdeling B	1	Volume	0.694
	2	Histogram	0.092*
	3	Faktore	0.330
	4	Transformasie	0.580

Afdeling C	1	Translasie	0.500
	2	Vergelyking	0.630
	3	Priemgetal	0.080*
	4	Gemiddeld	0.500
Afdeling D	1	Omskakeling tussen verskillende voorstellingsvorme	0.440
	2	Kartesiese vlak	0.261
Afdeling E	1	Produk reg	0.540
	2	Redenasie	0.600
	3	Faktore reg	0.060*
	4	Redenasie	0.440
Totaal			0.471

p = Beduidendheid ** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

Afdeling C se vraag 3 (*persentasie*) en Afdeling E se derde vraag (*wie faktoriseer reg*) toon statisties beduidende verskille. Hierdie vrae is meer suksesvolle beantwoord deur die eksperimentele groep. Die kontrolegroep het weer in Afdeling B se tweede vraag (*histogram*) statisties beduidend beter gevaar as die eksperimentele groep. Die drie aspekte is statisties beduidend op die 90%-vlak (vgl. Bylae K). Die eksperimentele groep en kontrolegroep se resultate vir die voortoets toon egter verder geen statisties beduidende verskille as die genoemde drie nie. Geen statisties beduidende verskille is op die 95%-vlak gevind nie. Die twee groepe was dus min of meer op dieselfde vlak voor die intervensie en dus vergelykbaar.

Grafiek 5.15: Grafiese voorstelling van natoetse



Tabel 5.20: Opsomming van statistiese beduidendheid per vraag van die resultate van die natoets van die eksperimentele groep en die kontrolegroep

Afdeling	Vraag	Beskrywing	p
Afdeling A	1	Faktore	0.340
	2	Veelvoude	0.320
	3	Persentasie	0.060*
	4	Verhouding/breuk	0.080*
	5	Direkte bewerkings	0.561
	6	Vereenvoudiging	0.400
	7	Maak stelling waar	0.243
Afdeling B	1	Volume	0.600
	2	Histogram	0.340
	3	Faktore	0.120
	4	Transformasie	0.660

Afdeling C	1	Translasie	0.500
	2	Vergelyking	0.720
	3	Priemgetal	0.091*
	4	Gemiddeld	0.251
Afdeling D	1	Omskakeling tussen verskillende voorstellingsvorme	0.030**
	2	Kartesiese vlak	0.090*
Afdeling E	1	Produk reg	0.310
	2	Redenasie	0.670
	3	Faktore reg	0.090*
	4	Redenasie	0.241
Totaal			0.340

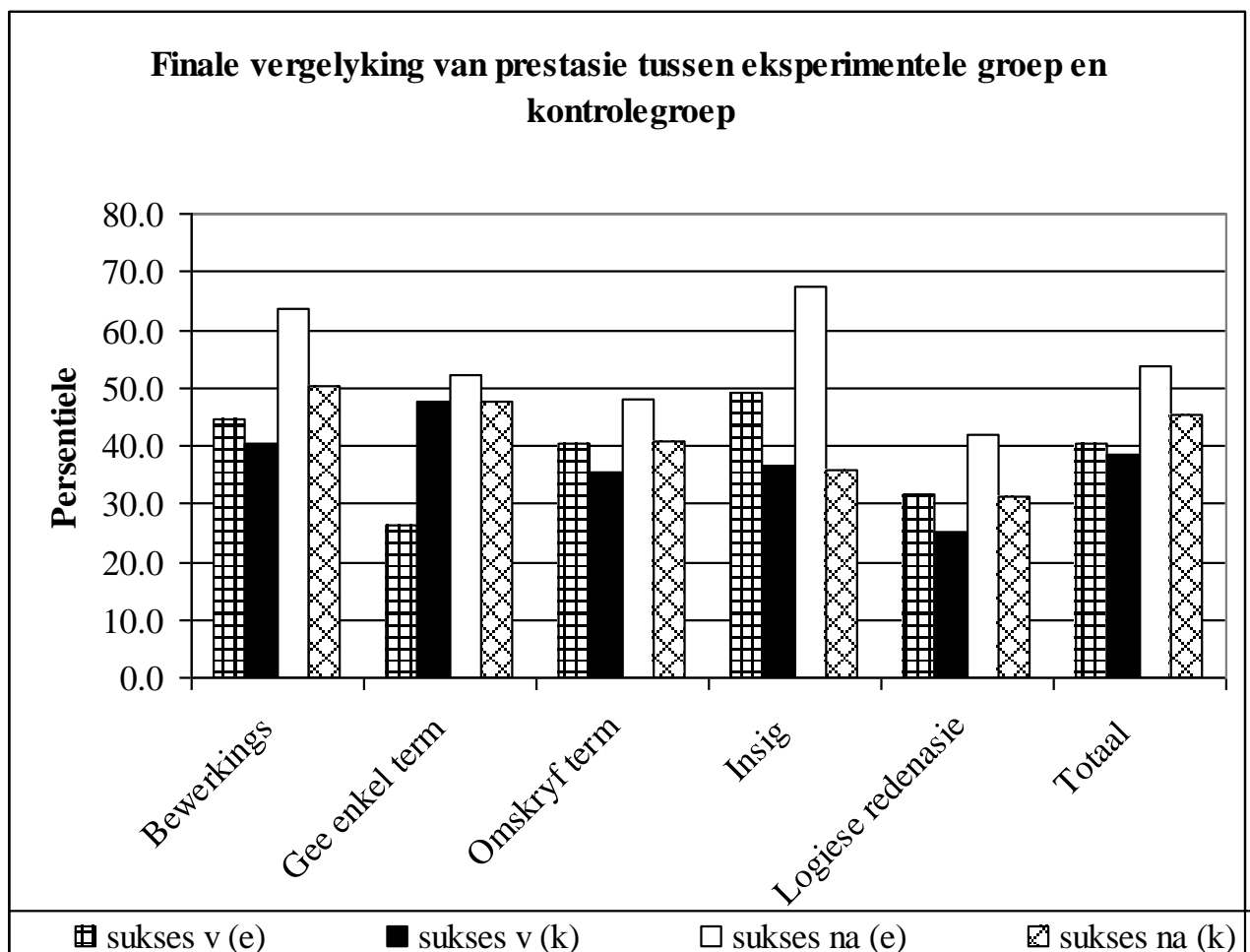
p = Beduidendheid ** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

Met die vergelyking van die natoets se resultate het die eksperimentele groep in nege vrae beter gevaar as die kontrolegroep (vgl. Bylae K). By ses van hierdie vrae was statisties beduidende verskille waarneembaar. In afdeling A het die eksperimentele groep beduidend beter gevaar in die berekening met persentasies en breuke. Beide hierdie vrae het 'n statisties beduidendheid getoon op die 90%-vlak. Met vraag 2 van afdeling B het die kontrolegroep in die natoets hul beduidende voorsprong verloor in vergelyking met die analise van die voortoets resultate met betrekking tot hierdie vraag. In die natoets was daar geen beduidende verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep met betrekking tot afdeling B gevind nie. Die eksperimentele groep kon in afdeling C die omskrywing van 'n priemgetal (beduidend op die 90%-vlak) beter doen as die kontrolegroep. As gekyk word na die analise van die voortoets met betrekking tot hierdie vraag, het die eksperimentele groep alreeds hier 'n statisties beduidende voorsprong gehad in vergelyking met die kontrolegroep. Die voorsprong het egter verminder alhoewel dit nog steeds statisties beduidend is. Met afdeling D waar insig getoets is, het die eksperimentele groep in albei vrae beter gevaar as die kontrolegroep. In hierdie afdeling was die statistiese beduidendheid vir die eerste vraag oor die omskakeling tussen verskillende voorstellingsvorme op die 95%-vlak. Die beduidendheid vir die vraag oor die gebruik van die

kartesiese vlak was op die 90%-vlak. In die laaste afdeling kon die eksperimentele groep in vraag 3 die persoon wat die uitdrukking korrek gefaktoriseer het, beter identifiseer as die kontrolegroep. Die statisties beduidende waarde was egter kleiner in vergelyking met die waarde gevind in die analise van die voortoets met betrekking tot die genoemde vraag.

5.3.5 Grafiese vergelyking van gegroepeerde vaardighede van die eksperimentele groep en die kontrolegroep

Grafiek 5.16: Grafiese voorstelling van gegroepeerde vaardighede



Tabel 5.21: Opsomming van statistiese beduidendheid per gegroepeerde vaardigheid

Afdeling	Omskrywing	Groepe	p
A	Bewerkings	Eksperimenteel	0.037**
		Kontrole	0.175
B	Gee enkel term	Eksperimenteel	0.008**
		Kontrole	0.500
C	Omskryf term	Eksperimenteel	0.242
		Kontrole	0.307
D	Insig	Eksperimenteel	0.044*
		Kontrole	0.534
E	Logiese redenasie	Eksperimenteel	0.175
		Kontrole	0.262
Totaal		Eksperimenteel	0.077*
		Kontrole	0.236

p = Beduidendheid ** $p \leq 0.05$ * $p \leq 0.1$

Uit Tabel 5.21 blyk dit dat die vaardigheidsvlakke van die eksperimentele groep in drie afdelings van die toets statisties beduidend verander. Die groot totaal wat die eksperimentele groep vir die toets behaal het, het statisties beduidend verander in vergelyking met die kontrolegroep se prestasie. Die eksperimentele groep se gemiddelde prestasie met die voortoets was 40.5% teenoor die kontrolegroep se gemiddelde prestasie van 38.4%. Met die voortoets was die verskil in gemiddelde prestasievlak slegs 2.1%. Tydens die voortoets was daar dus nie 'n beduidende verskil waarneembaar nie. Met die natoets was die verskil in prestasievlakke 8.4%. Die kontrolegroep se gemiddelde prestasie het gestyg na 45.3%, dus 'n styging van 6.9%. Die eksperimentele groep se gemiddelde prestasie het van 40.5% gestyg na 53.7%, wat 'n styging van 13.2% verteenwoordig. Die gebruik van die wiskundespeletjies het 'n invloed gehad op die verbetering van prestasie van die leerders.

5.4 ONDERHOUDE

5.4.1 Onderhoude met leerders

Onderhoude is aan die begin van die intervensie met 12 leerders gevoer. Die doel van hierdie onderhoude was om inligting wat uit die leerdervraelyste versamel is, te verifieer. Hierdie onderhoude is herhaal na afloop van die intervensie. Die onderhoude word dus gebruik om die proses van triangulasie toe te pas ten einde die betroubaarheid en geldigheid van die inligting te bepaal. Die onderhoude is verbatim getranskribeer (vgl. Bylae M).

5.4.1.1 Temas

Die volgende temas is geïdentifiseer vanuit die semi-gestruktureerde vrae wat ontwikkel is vanuit die gestelde doelwitte asook uit die literatuur (vgl. 1.3 & Hoofstuk 2). Hierdie temas van die onderhoude word voorgestel in Tabel 5.22 en Tabel 5.23. Geen nuwe temas het opgeduik tydens die onderhoude nie. Die transkripsies van die onderhoude kan in Bylae M gevind word.

Beleef wiskunde	(BW)	(vgl. 1.2.2 & 2.9)
Klaskamer opwindend	(KO)	(vgl. 2.6 & 2.9)
Aktief betrokke	(AB)	(vgl. 2.6 & 2.9)
Take laat ingee	(TL)	(vgl. 2.9.1)
Glo in hulleself, lei tot sukses	(GS)	(vgl. 1.3 & 2.9.1)
Prestasie in wiskunde	(PW)	(vgl. 1.2.2 & 2.9.1)
Negatiewe terugvoer	(NT)	(vgl. 2.9)

Tabel 5.22 bevat die resultate van die onderhoude voor die intervensie.

Tabel 5.23 bevat die resultate van die onderhoude aan die einde van die intervensie.

TABEL 5.22 Resultate van onderhoude met leerders aan die begin van die intervensie

Tema	Deelnemer A	Deelnemer B	Deelnemer C	Deelnemer D	Deelnemer E	Deelnemer F	Deelnemer G	Deelnemer H	Deelnemer I	Deelnemer J	Deelnemer K	Deelnemer L
Beleef wiskun- de (BW)	“A little bit afraid some- times.”	“More bad than good.”	“Ok, I am not really scared.”	“Good, I like mathe- matics.”	“Ok.”	“Not good.”	“I feel very good about doing mathe- matics.”	“Ner- vous.”	“I like Mathe- matics.”	“Ok. I just some- times wonder where I will use it.”	“Nervous, excited, scared. A mixture.”	“I like Mathe- matics.”
Klas- kamer opwin- dend (KO)	“Yes, it is ok.”	“Most of the times.”	“Usually, if I had done my home- work.”	“I try to take part.”	“Normal- ly, yes.”	“Yes, the teacher is trying to make it exciting.”	“It is ok.”	“Some- times.”	“Yes, most of the times.”	“Some- times, depend- ing on the section.”	“Ok, some- times.”	“The teacher some- times make it more interest- ing.”

Aktief betrokke (AB)	“Most of the time, yes.”	“Not always.”	“Some-times. Other times I am afraid.”	“If the teacher asks me, I will answer.”	“I am busy.”	“No, not really.”	“Some of the times.”	“Not always.”	“Some-times.”	“Not always.”	“I always try to answer.”	“Usually the teacher keeps on asking questions.”
Take laat ingee (TL)	“No, always on time.”	“Usually not.”	“Never late, always on time.”	“Yes, some-times.”	“Some-times I give my tasks a little bit late, but I always give in.”	“Never.”	“I do some-times.”	“Yes, always.”	“Only once, but I lost a lot of marks because of it.”	“Once.”	“I never give in tasks late, but it happened only once and I did not like it.”	“No.”
Glo jy dat jy suksesvol kan wees? (GS)	“Maybe.”	“I struggle most of the times.”	“Maybe”	“I don’t know.”	“Maybe I am a bit lazy.”	“Yes.”	“My teacher says so.”	“I am not sure.”	“My teacher says I must really work.”	“I wonder some-times.”	“I must believe because Maths is around us.”	“I have to believe that I can, because I want to study further.”

Prestasie in wiskunde (PW)	“Not too bad.”	“Not very good.”	“It can be better.”	“Ok.”	“It varies.”	“Good.”	“Sometimes good, other times bad.”	“Average.”	“The teacher says it can be better.”	“Ok. Bad, average, depending on the part.”	“Good. I am working hard.”	“I struggle sometimes.”
Negatiewe terugvoer (NT)	“I don’t like to get negative feedback.”	“I feel very bad.”	“I do not like it at all.”	“I really try to do my work every-day.”	“I react totally nervous.”	“Bad.”	“I react very sad and it is painful in my heart.”	“I don’t really care.”	“I don’t like it, but I must keep on trying.”	“Not nice, but you must take care.”	“I become very angry.”	“I struggle to accept that I am wrong.”

TABEL 5.23 Resultate van onderhoude met leerders aan die einde van die intervensie

Tema	Deelnemer A	Deelnemer B	Deelnemer C	Deelnemer D	Deelnemer E	Deelnemer F	Deelnemer G	Deelnemer H	Deelnemer I	Deelnemer J	Deelnemer K	Deelnemer L
Beleef wiskun- de (BW)	<i>“I am feeling good about mathematics.”</i>	<i>“Some-times good, but when my marks are low, I feel bad.”</i>	<i>“Excited! Mathematics help me a lot with other subjects.”</i>	<i>“I enjoy mathematics. When it comes to maths it feels that I won the Lotto.”</i>	<i>“It is nice. I like mathematics.”</i>	<i>“I enjoy it some-times.”</i>	<i>“Excited. I like doing maths.”</i>	<i>“Not so much nervous any-more.”</i>	<i>“I feel excited because I am learning some-thing new every-day.”</i>	<i>“Maths inspire me, because Maths is part of the world I live in.”</i>	<i>“Mathe-matics teach me to use my mind.”</i>	<i>“Mathe-matics is fun. You must just continue to practise.”</i>

Take laat ingee (TL)	<i>“Every time on the date given by my teacher.”</i>	<i>“No, I always give it the day it must be in.”</i>	<i>“I never give my tasks in late.”</i>	<i>“I try not to give tasks in late anymore.”</i>	<i>“I don’t anymore, you will lose too much.”</i>	<i>“Never.”</i>	<i>“No, it will not be good. You play with your marks.”</i>	<i>“Not as many times as before.”</i>	<i>“No! I would never play with my marks. I need the marks, so not giving in is stupid.”</i>	<i>“Never again. The teacher will be too angry.”</i>	<i>“I always try to be on time.”</i>	<i>“I chose mathematics; therefore I must do my work.”</i>
Glo jy dat jy sukse- vol kan wees? (GS)	<i>“Yes, I can be successful.”</i>	<i>“More now than previously.”</i>	<i>“I do believe that if I work hard, I can be successful.”</i>	<i>“Yes, I must just work hard.”</i>	<i>“I can achieve better.”</i>	<i>“Yes, I do.”</i>	<i>“Hard work and everyday work will bring success.”</i>	<i>“I think so.”</i>	<i>“I believe so, but I really need to work very hard to be successful in Mathematics.”</i>	<i>“I must be, because I want to be a Mathematician..”</i>	<i>“Everything that I do involves mathematics, so there is no way that I cannot be successful in Maths.”</i>	<i>“I want to become a doctor; therefore my maths marks must be good.”</i>

Prestasie in wiskunde	<i>“I would describe my achievement in mathematics as good.”</i>	<i>“Average.”</i>	<i>“I will describe my achievement in mathematics as good, because I also tell myself I can do it no matter what.”</i>	<i>“Better than before.”</i>	<i>“Sometimes good, sometimes not so good.”</i>	<i>“Very good.”</i>	<i>“Can become better if I practise everyday and do my homework everyday.”</i>	<i>“Average.”</i>	<i>“Moderate achievement.”</i>	<i>“Average to good.”</i>	<i>“I am one of the best in the class and I fear no one in class, because I am confident and I know I can.”</i>	<i>“Ok. It just needs a lot of concentration and determination.”</i>
(PW)												

Negatie- we terug- voer (NT)	<i>“I will do anything to avoid it.”</i>	<i>“I feel bad, but I know I must learn from my mistakes.”</i>	<i>“I feel bad, but I still tell myself I can do better.”</i>	<i>“I try not to get in such a situation.”</i>	<i>“I am still nervous about it, but I am trying to learn from it.”</i>	<i>“It rattles me and I wonder about myself sometimes.”</i>	<i>“I feel sad but my teacher says anyone can make a mistake, you must just learn from it, then it will be better.”</i>	<i>“Normal.”</i>	<i>“My reaction is that I know I can do better than that, so I would just do my best until I succeed.”</i>	<i>“Negative feedback doesn’t mean the end of the world; it means I must watch out.”</i>	<i>“I am very angry, but I tell myself that through failure there is improvement and that helps me going.”</i>	<i>“I accept that I am wrong and I learn from my mistake and next time I make sure I do it 100% right.”</i>
--	--	--	---	--	---	---	---	------------------	--	--	--	---

5.4.1.2 Bespreking van die resultate van die onderhoude met die leerders

Die verslag is gebaseer op die temas in die matrikse (vgl. Tabel 5.22 & 5.23). Daar word ook deurlopend terugverwys na die literatuurhoofstukke met betrekking tot raakpunte.

Inleiding

Onderhoude is voor die aanvang van die intervensie en na afloop van die intervensie met leerders gevoer. Dieselfde onderhoudsvrae is gebruik. Twaalf leerders het deelgeneem aan die onderhoude. Die onderhoude is gevoer tot die punt van teoretiese versadiging. Vrae met betrekking tot al die gestelde doelwitte is gevra (vgl. 1.3.2).

Leerders se gevoel oor hulle wiskunde vermoëns

Aan die begin het die antwoorde gewissel van *bang, skrikkerig* tot *goed*. Deelnemer K se antwoord som die situasie aan die begin goed op. “*Nervous, excited, scared.*” Na afloop van die intervensie was die gevoel van die leerders oor hulle wiskunde vermoëns meer positief. Nou het meer leerders gesê dat hulle opgewonde is oor wiskunde, nie meer so bang is nie en het die leerders al meer besef dat wiskunde deel van hulle daaglikse leefwêreld vorm (vgl. 2.9). Deelnemer K se antwoord aan die einde van die intervensie, “*Mathematics teach me to use my mind.*” is ’n aanduider van hoe die leerder se gevoel oor sy eie wiskunde vermoëns verander het.

Wiskunde klaskamer: ’n opwindende plek

Die mees algemene reaksie van die leerders aan die begin was dat die klasse somtyds opwindend is (Deelnemers H, I, J, K, L). Volgens die leerders bepaal die afdeling van die werk baie keer of die klas opwindend is of nie. Deelnemer F se reaksie na afloop van die intervensie was: “*Yes, definitely with all the games and stuff*”, wat ’n meer positiewe belewenis aandui as dié deelnemer se aanvanklike antwoord dat die onderwyser dit soms probeer opwindend maak. Die ander leerders het hierdie gevoel gedeel (vgl. 2.6).

Aktief betrokke in klas

Aan die begin was die leerders se algemene reaksie oor hulle betrokkenheid in die klaskamer, een van *nie altyd nie, soms, tot as die onderwyseres vra, sal ek antwoord*. Deelnemer E se antwoord voor die tyd was 'n belanglose/ondeurdagte antwoord van *besig wees* in die klas. Dieselfde deelnemer se reaksie na die intervensie was: *“I do not want to miss out on anything”* (vgl. 2.6).

Take laat inhandig

Hier het die antwoorde gewissel van *glad nie* tot *soms*. Die prestasie van die leerders wat erken het dat hulle take soms laat of glad nie ingee nie, is bespreek met die betrokke onderwysers en bevestiging is verkry dat hierdie leerders se prestasie nie goed is nie. Deelnemer I het in die begin aangedui dat hy dit een maal gedoen het, maar punte verloor het. Hierdie deelnemer se reaksie op dieselfde vraag na afloop van die intervensie is sprekend van die deelnemers se reaksie: *“No! I need the marks, so not giving in is stupid.”* (Vgl. 2.9.1).

Geloof in hulleself dat hulle suksesvol in wiskunde kan wees

Wat duidelik uit die vooraf-onderhoude geblyk het, is dat die meeste leerders onseker is oor hulle eie vermoëns om sukses te behaal in wiskunde. Deelnemer C se antwoord aan die begin was 'n onseker *“maybe”*. Hierdie onsekerheid het oorgegaan na meer geloof in hulleself en die feit dat harde werk nodig is. Die antwoord van deelnemer C aan die einde van die intervensie som dit goed op: *“I do believe that if I work hard, I can be successful.”* (Vgl. 2.6 & 2.9).

Leerders se beskrywing van hulle prestasie in wiskunde

'n Variasie van antwoorde is hier verkry. Antwoorde wissel van *‘not very good’* (deelnemer B) tot *‘I struggle sometimes’* (deelnemer L) tot *‘good, I am working hard.’* (deelnemer K). Na afloop van die intervensie het die antwoorde verander na *gemiddeld* tot *goed*. Deelnemer C se antwoord op die vraag het verander van 'n aanvanklike *“It can be better”* na *“I will describe my achievement in Mathematics as good, because I also tell myself I can do it, no matter what.”* Dit

is sprekend van die verandering van die leerders se selfkonsep en intrinsieke motivering met verloop van tyd, soos ook uit die vraelyste geblyk het (vgl 2.7 & 2.9.2 en Bylae I, J)).

Reaksie op negatiewe terugvoer

Die aanvanklike reaksies was oorwegend negatief van aard. Leerders voel sleg oor negatiewe kritiek, raak angstig, probeer dit vermy en sommige raak aggresief oor die kritiek (Deelnemers A, B, E, G). Voor die intervensie was deelnemer E se antwoord: “*I react totally nervous*”. Deelnemer E se antwoord na afloop van die intervensie was: “*I am still nervous about it, but I am trying to learn from it.*” ‘n Duidelike verandering is dus waarneembaar by deelnemer E. Die leerders het algaande begin besef dat om ‘n fout te maak nie noodwendig net negatief hoef te wees nie, maar dat hulle daaruit kan leer (vgl. 2.9).

Opsomming

Uit die onderhoude blyk dit dat daar ‘n verandering in die leerders se houding te bespeur is. Hulle wiskunde-angs het in baie gevalle verminder. Die leerders se selfkonsep, dit wil sê hoe hulle dink en voel oor hulle wiskunde vermoëns, het positief verander. Die leerders se motivering om harder te werk en aan te hou probeer, het ook verbeter.

Die impak van die speletjies op die selfkonsep, motivering van die leerders, kan dus as positief beskryf word. Die leerders se wiskunde-angs het ook verminder.

5.4.2 Onderhoude met onderwysers

Daar is onderhoude met die twee deelnemende skole se onderwysers gevoer. Die doel van hierdie onderhoude was om inligting wat uit die leerdervraelyste en –onderhoude verkry is, te verifieer. Die onderhoude is gebruik in die proses van triangulasie om die betroubaarheid en geldigheid van die inligting te kon bepaal. Die onderhoude is verbatim getranskribeer.

5.4.2.1 Temas

Die volgende temas is geïdentifiseer vanuit die semi-gestruktureerde vrae van die onderhoud soos voorgestel in Tabel 5.24 & 5.25. Hierdie vrae is ontwikkel vanuit die gestelde doelwitte en die literatuur (vgl. 1.3 & Hoogstuk 2). Een nuwe tema het tydens die onderhoude na vore gekom. Die transkripsies van die onderhoude kan in Bylae L gevind word.

Belewenis van wiskunde	(BW)	(vgl. 1.2.2 & 2.9)
Basiese vaardighede	(BV)	(vgl. 1.3.2 & 2.6)
Prestasievlakke	(PV)	(vgl. 2.9.2)
Wiskundespeletjies	(WS)	(vgl. 2.7)
Kontrole en tyd	(KT)	(vgl. 3.4)
Laat ingee versus leerderprestasie	(LI)	(vgl. 2.9.1)
Aktiewe betrokkenheid	(AB)	(vgl. 2.6 & 2.7)
Terugrapportering	(TR)	(vgl. 2.9)
Negatiewe terugvoer	(NT)	(vgl. 2.9.1)
Geloof in hulleself teenoor prestasie	(GP)	(vgl. 1.3 & 2.9)

Tabel 5.24 bevat die resultate van die onderhoude voor die intervensie.

Tabel 5.25 bevat die resultate van die onderhoude aan die einde van die intervensie.

Tabel 5.24 Resultate van onderhoude met onderwysers aan die begin van die intervensie

Temas	Deelnemer A	Deelnemer B
Belewenis van wiskunde (BW)	“Most had very negative experiences in the past. They see it as a difficult subject.”	“Most of the learners are scared because they see mathematics as a very difficult subject.”
Basiese vaardighede (BV)	“Definitely below average.”	“Not very good.”
Prestasievlakke (PV)	“On average on a level 1 – 2.” ¹	“More below average than average.”
Wiskundespeletjies (WS)	“It might work. One will just have to plan very carefully for it.”	“Maybe,”
Kontrole en tyd (KT)		“I am thinking of time and control in the class.”
Laat ingee versus leerderprestasie (LI)	“Those who bring work late usually don’t perform very well in mathematics.”	“A direct relationship. If they hand in late, they usually don’t study or perform.”
Aktiewe betrokkenheid (AB)	“As far as possible, yes.”	“Yes, if they are busy, there are little problems.”
Terugrapportering (TR)	“As far as possible, daily to learners, quarterly to parents.”	“Daily to learners and quarterly to parents.”
Negatiewe terugvoer (NT)	“They sulk or become aggressive.”	“Some are negative and some just don’t care.”
Geloof in hulleself teenoor prestasie (GP)	“Yes, if they believe they can, it will go better.”	“Yes, they won’t be scared and thus perform better.”

¹ NKV assesseringsvlakke - vlak 1: 0 – 30%, vlak 2: 30 – 39%, vlak 3: 40 – 49%.

Tabel 5.25 Resultate van onderhoude met onderwysers aan die einde van die intervensie

Temas	Deelnemer A	Deelnemer B
Belewenis van wiskunde (BW)	<i>“The learners are more positive. They still see mathematics as a difficult subject, but one that is not impossible”.</i>	<i>“Learners are realising that mathematics is a subject that helps them develop a lot of skills.”</i>
Basiese vaardighede (BV)	<i>“Average”.</i>	<i>“Average.”</i>
Prestasievlakke (PV)	<i>“The achievement of my learners improved. I would say it is now on average level 2 – 3 and even a few higher than level 3.”</i>	<i>“The learners’ achievement has increased. They are performing better in mathematics.”</i>
Wiskundespeletjies (WS)	<i>“Wonderful idea to motivate learners and show them that Maths could be fun. It takes the ‘scary’ out of maths”.</i>	<i>“Games help a lot, because they learn while they play and they challenge their minds to think while having fun.”</i>
Kontrole en tyd (KT)		<i>“Control over the class is not a problem because they are all actively involved. Time is actually used more effectively because they are learning without thinking about it.”</i>
Laat ingee versus leerderprestasie (LI)	<i>“Definitely a direct correlation.”</i>	<i>“It is very disturbing and they are the ones who always achieve low or under the class average.”</i>
Aktiewe betrokkenheid (AB)	<i>“Yes. I try by all means to engage each learner actively during each period.”</i>	<i>“Yes, because the more they are actively involved, the better their performance.”</i>

Terugrapportering (TR)	<i>“Yes. It is very important, daily to learners, quarterly to parents. Parents are called in when the need arise.”</i>	<i>“Yes, at the end of each and every term to the parents and on a daily basis as far as possible after every activity.”</i>
Negatiewe terugvoer (NT)	<i>“Some get aggressive and back-chat a lot, others sulk and some just remain ignorant.”</i>	<i>“They are reacting more positive because they start to realise that they can learn from their mistakes.”</i>
Geloof in hulleself teenoor prestasie (GP)	<i>“Definitely, maths is all about self-esteem.”</i>	<i>“Believing in one-self makes one to achieve more and get better results.”</i>

5.4.2.2 Bespreking van die resultate van die onderhoude met die onderwysers

Die verslag is gebaseer op die temas in die matrikse (vgl. Tabel 5.24 & 5.25). Daar is ook deurlopend terugverwys na die literatuurhoofstukke met betrekking tot raakpunte.

Inleiding

Onderhoude is voor die aanvang van die intervensie en na afloop van die intervensie met die onderwysers van die twee deelnemende skole gevoer. Dieselfde onderhoudsvrae is gebruik. Semi-gestruktureerde vrae met betrekking tot al die gestelde doelwitte is gevra (vgl. 1.3.2).

Hoe beleef leerders wiskunde?

Beide onderwysers stel dit aan die begin dat leerders wiskunde as moeilik beleef. Na afloop van die intervensie, beleef die leerders volgens die onderwysers wiskunde nog as moeilik maar met `n meer positiewe gesindheid. In die woorde van deelnemer A: *“They still see mathematics as difficult, but one that is not impossible”* (vgl. 1.3.2 & 2.9.1).

Vlakke van basiese vaardighede

Die onderwysers stem in die begin saam dat die basiese vaardigheidsvlakke baie laag is. Na afloop van die intervensie tydperk is beide dit eens dat die vaardigheidsvlakke gestyg het na gemiddeld toe (vgl. 1.3.2 & 2.9.2).

Vlak van prestasie

Aan die begin is die prestasievlakke as onder gemiddeld beskryf: in terme van die NKV-vlakke as prestasie op vlak 1 – 2. Die prestasievlakke het algaande verbeter en deelnemer B stel dit as volg: *“They are performing better in mathematics.”* Deelnemer A se antwoord op hierdie vraag was: *“The achievement of my learners improved. I would say it is now on average level 2 – 3 and even a few higher than level 3.”* (vgl. 1.3.2 & 2.9.3, Tabel 5.24). Die verbetering van die vlak van prestasie waarna die onderwysers verwys is ‘n verandering van 0% - 39% (vlak 1– 2) na 30% - 49% (vlak 2 – 3).

Gebruik van wiskundespeletjies in die klaskamer

Aan die begin was beide onderwysers onseker oor die gebruik van speletjies in die klaskamer. Deelnemer A se antwoord aan die begin was sprekend hiervan: *“It might work. One will just have to plan very carefully for it.”* Na afloop van die tydperk kon beide onderwysers nie uitgepraat raak oor die positiewe nut van die speletjies nie. Soos deelnemer A dit stel: *“It takes the ‘scary’ out of mathematics.”* Deelnemer B stel dit dat tyd in werklikheid op die langtermyn beter benut word, want leerders leer effektief meer sonder dat hulle dit werklik besef (vgl. 2.3 & 2.6).

Verband tussen laat ingee en prestasie

Albei onderwysers is dit eens dat daar ‘n direkte verband is tussen take wat laat ingegee word en die vlak van prestasie van hierdie leerders. Leerders wat hulle hieraan skuldig maak, presteer

swakker in wiskunde. Hierdie feit word deur albei onderwysers onderskryf (vgl. 2.9 & 5.4.1.2). Dit is 'n feit wat onveranderd bly en wat deur beide onderwysers onderskryf word..

Leerders aktief betrokke

In die woorde van deelnemer B: “...*the more they are actively involved, the better their performance.*” Hier was 'n verandering in opinie te bespeur. Eers was die onderwysers van mening dat leerders so ver as moontlik betrokke moet wees. Na afloop van die intervensie is albei onderwysers oortuig dat leerders aktief betrokke moet wees in die onderrig en leersituasie (vgl. 2.6 & 2.9).

Gereelde terugrapportering

Hier was geen verandering in opinie by die onderwysers nie. Die praktyk van terugvoer het onveranderd gebly. Daaglikse terugvoer aan leerders en kwartaallikse terugvoer aan ouers is aan die orde van die dag. Ouers word gedurende die kwartaal ingeroep as daar meer drastiese probleme is, aldus deelnemer A (vgl. 2.6 & 2.7).

Reaksie op negatiewe terugvoer

Volgens die onderwysers wissel die leerders se reaksies van “*sulk*” tot *terugpraat* en sommiges raak selfs aggressief, terwyl daar ook leerders is wat hulle geensins daaraan steur nie. Na afloop van die intervensie dui deelnemer B aan dat leerders meer positief begin reageer op negatiewe terugvoer omdat hulle begin besef dat hulle iets kan leer uit hulle foute (vgl. 2.9).

Verband tussen leerders wat in hulleself glo en hulle prestasie

Deelnemer A som die verband goed op deur na afloop van die intervensie te sê: “*Definitely, mathematics is all about self-esteem.*” Deelnemer B stem saam dat, as jy in jouself glo, jy meer sal kan bereik en gevolglik beter presteer (vgl. 2.9.1 & 2.9.3). Die opinie van die onderwysers was deurgaans dieselfde op hierdie punt.

Opsomming

Uit die opinie van die onderwysers het dit duidelik geblyk dat die gebruik van speletjies as onderrigmetode die leerders meer aktief betrokke maak in die klas. Die leerders leer in werklikheid meer as wat hulle beseft. Die leerders se motiveringsvlakke het verbeter, met die gevolg dat hulle vaardigheidsvlakke ook verbeter het.

5.5 WAARNEMINGS

Die veldnotas van waarnemings gedoen tydens die intervensie, is opgeteken in 'n joernaal. Omdat die waarnemings as 'n verdere (sekondêre) bron van verifiëring gebruik is, is die aangetekende waarnemings hier slegs oorsigtelik saamgevat.

Die leerders was aanvanklik skepties oor die speletjies. Wat die navorser verstom het, was hoe vinnig die skeptisisme oorgegaan het na opwinding. Die leerders het vinnig begin planne maak en hulle kreatiwiteit het al meer na vore getree. Waar die leerders eers skaam was om deel te neem aan die kommunikasieprosesse, het al meer leerders begin redeneer oor hul antwoorde. Met verloop van tyd was dit baie duidelik dat die leerders nie meer kon wag vir die volgende week se speletjieperiodes nie.

Wat die navorser waargeneem het, was dat selfs die leerders wat swakker in wiskunde vaar en die leerders wat baie skaam is en nooit regtig deelneem aan gesprekke nie, wel ook met verloop van tyd hul antwoorde begin verdedig het. Hierdie gesprekke is in die onderrigtaal van die skool gevoer. Die genoegdoening op die leerders se gesigte as hul 'n spel gewen het, was verstommend. Die groei in hul selfvertroue en intrinsieke motivering was sigbaar.

Dit was vir die navorser duidelik dat die samestelling van die groepe belangrik was om sodoende die aktiewe deelname van al die leerders te kon verseker. Wisseling van groeplede was van tyd tot tyd nodig vir die gladde verloop van die sessies. Die dominerende spelers is veral geroteer ten einde 'n meer regverdigde kans vir deelname aan al die leerders te kon bied.

Van die speletjies se speelroosters is aan die begin verklein om sodoende die frustrasie van ‘te moeilik’ vir sommige leerders uit die weg te kon ruim. Uit die waarnemings tydens die speletjiesessies was dit egter ook duidelik dat, sodra die leerders `n speletjie bemeester het en `n paar keer herhaal het om die speletjie absoluut hulle eie te maak, die uitdaging verdwyn het. As hierdie punt bereik is, was hul gereed vir `n nuwe speletjie met `n uitdaging op `n effens hoër vlak. Vygotsky se sone van proksimale groei kom hier dus sterk na vore (vgl. 2.2.2).

Die leerders se kommunikasievaardighede en dus ook hul redenasievaardighede het met verloop van tyd verbeter. Waar die regverdiging van `n antwoord eers “somer” was, het hulle al meer hul antwoorde begin verdedig en regverdig. Leerders het nie meer net die rede ‘somer’ verskaf nie, maar twee of drie redes gegee waarom hulle glo dat hulle antwoorde reg is (vgl. Bloom, 2.2.3 & Tabel 2.1).

`n Verdere waarneming wat gedoen is, is dat leerders wat probeer verkul het, baie gou deur hul eweknieë aangespreek is. Die regverdige toepassing van die reëls om almal sodoende `n gelyke kans te gee, is streng binne groepsverband gehandhaaf. Ontwikkeling van etiese waardes het dus ook plaasgevind. Dit is `n nuwe aspek wat na vore getree het en nog nie werklik in die literatuur ter sprake gekom het as `n uitvloeisel van die gebruik van wiskundespeletjies nie.

Die selfvertroue waarmee leerders nuwe speletjies aangepak het na gelang van die verloop van die proses, was verstommend. Die besef dat enige leerder iewers kan wen, solank hulle net aanhou probeer, het baie gehelp om selfs die swakker leerders beter te laat vaar.

Die speletjies wat aan die begin van die intervensie gebruik is, was heelwat eenvoudiger as die wat nader aan die einde van die intervensie gebruik is (vgl. 3.7).

Kry 15 (LU 1) is `n eenvoudige speletjie wat getalbegrip ontwikkel. Die speletjie se ‘leeftyd’ was relatief kort, want die uitdaging het vinnig verdwyn.

Vang die getalle (LU 1 + 4) het die begrip van waarskynlikheid bygebring. Die leerders moes `n strategie ontwikkel om te kon weet watter getalle om te kies om eerstens te kan wen en tweedens

hul opponerend te verhinder om te veel getalle bymekaar te maak. Die vlak van redenasie het dus verhoog.

In die blokke (LU 1) werk met die skattingsvermoëns van die leerders. Hier moet desimale getalle bymekaar getel word sonder die sakrekenaar, om sodoende 'n antwoord in 'n doelgebied te verkry. Aan die begin was die skattings van die leerders werklik nie baie akkuraat nie, maar met herhaling van die speletjie het hierdie vaardigheid verbeter.

Ek het ... wie het... (LU 2) het werklik 'n groot bydrae gelewer om die leerders met meer gemak tussen verskillende voorstellingsvorme te laat beweeg. Die leerders kon nou woorde in 'n diagram sien en die simboliese formaat herken en omgekeerd. Dit is werklik belangrik vir die leerders om suksesvol tussen die verskillende voorstellingvorme te kan beweeg, want interpretasie, afleiding, veralgemening en regverdiging is afhanklik van hierdie vaardigheid (vgl. NKV, Department of Education, LU 2: ASs 10.2.1).

In Kolskoot vermenigvuldiging (LU 1) is die skattingsvermoëns en die bepaling van foutgrense van die leerders verskerp. In die begin het die leerders werklik gesukkel om hul skattings in die kolom te kry. Die begrip van 'foutgrense' was ook moeilik. Die doelgebiede vir die antwoorde van die produkte is aanvanklik aangepas deur dit kleiner te maak. Namate die skattingsvermoëns en vaardigheid om die foutgrense te bepaal, verbeter het, is terug beweeg na die oorspronklike doelgebiede. Wat die speletjie vir die leerders moeilik gemaak het, is dat die produkte sonder 'n sakrekenaar bepaal moes word en slegs die ander spelers kon dan met behulp van 'n sakrekenaar die antwoord verifieer. Dit was duidelik dat die leerders so gewoon is om na 'n sakrekenaar te gryp, dat hulle nie basiese hoofrekeninge wil doen nie. Dit was opmerklik hoe die leerders met verloop van tyd al meer besef het dat as jy basiese hoofrekeninge kan doen, dit in baie gevalle vinniger is as wanneer die sakrekenaar gebruik word. Leerders wat seker van hulle vermenigvuldigingstafels was, het definitief heelwat beter in die speletjie gevaar as die leerders wat hulle nie veel aan vermenigvuldigingstafels gesteur het nie.

In **Wholly breuke (LU 1 + 2)** is die vaardigheid om uitdrukkings te vorm opgeskerp. Die leerders is met bonuspunte aangemoedig om nie breuke met dieselfde noemers te gebruik nie. Kreatiewe en logiese denke is deurgaans ontwikkel. Hier is die moeilikheidsgraad van die speletjie verhoog om sodoende 'n nuwe uitdaging te kon bied aan die leerders (vgl. Vygotsky, 2.2.2).

Top 20, Top Score C en Top Score D (LU 1 + 2) is drie speletjies gebaseer op dieselfde beginsels, maar hulle neem net in moeilikheidsgraad toe. In **Top 20** het die leerders begin met die bou van kort getalsinne. Geleidelik het die leerders al meer bewerkings begin insluit om sodoende te verseker dat hulle meer punte kan kry. Die denkontwikkeling wat die navorser tydens die leerders se gesprekke en redenasies waargeneem het, was verstommend. Party leerders het langer geneem om die meer ingewikkelde getalsinne te kon bou, maar die eweknie-ondersteuning het hier 'n baie belangrike rol vervul ten einde almal in die groep 'n meer gelyke kans te kon gee.

In **Top Score C** moes breuke nou in die bewerkings gebruik word. Aanvanklik was die tempo van spel hier baie stadig. Die navorser, met behulp van die onderwyseres, het 'n paar rondtes gespeel om die beginsels van die gebruik van breuke in die berekenings te demonstreer. Met herhaling van die spel, het die tempo van die spel verhoog. Die kompleksiteit van die bewerkings het ook algaande toegeneem. Ook hier was die eweknie-ondersteuning in die groepe van onskatbare waarde (vgl. Vygotsky, 2.2.2).

Bewerkings met negatiewe getalle is ingevoer met die spel van **Top Score D**. Omdat Top Score D die derde in die reeks **Top**-speletjies was, het die leerders die spel baie geniet, omdat die reëls geensins meer vreemd was nie. Die ontwikkeling van logiese denkpatrone, met die gebruik van alle bewerkings, was duidelik waarneembaar.

Die laaste speletjie in die proses was **Oorlogskepe**. Die suksesvolle gebruik van die kartesiese vlak is van fundamentele belang in LU 2, 3 en 4. Met hierdie speletjie is die ruimtelike oriëntasie van die leerders verskerp. Punte moes met presisie uitgestip en aangeteken word. Die leerders het die speletjie baie geniet. Die uitdaging om die opponent se skepe eerste te kelder, was groot.

Die navorser het die leerders se redenasieprosesse gevolg en was verstom oor die groei in kompleksiteit. Aan die begin was daar eenvoudig net drie ‘skote geskiet’ na die opponent se skepe. Met verloop van tyd is moontlike patrone geïdentifiseer in die rangskikking van die skepe. Opmerkings soos: “Your ships are spaced in the corners. My next shot must then be...”, “I can see the pattern of how you arranged your ships, so I have to ...” is sprekend van gesprekke na aan die einde van die intervensie.

Die speletjies was werklik `n hulpbron om die leerders se selfkonsep en interne motivering te verbeter. Die navorser het ook waargeneem dat die ‘bang’ leerders met verloop van tyd al meer spraaksam geraak het en al meer probeer het om sukses te behaal in die speletjies. Met verloop van tyd het die leerders ook begin saam redeneer en opmerkings soos: “Not true. In the previous round your answer looked like mine now”, “What is the difference between your answer and mine?”, “My answer must be correct” is al meer gehoor. Die gebruik van speletjies het `n bydrae gelewer om die wiskunde-angs van die leerders aan te spreek.

Die kommentaar (verbatim aangehaal) van die leerders gedurende die intervensie, is sprekend van wat die impak van die speletjies is.

- “I learnt to be honest and play with courage and to tackle my mathematics with courage.”
- “It taught me how easy you can win and just like Maths you have to stay focused in order to get something right.”
- “I think that this was mind testing games that helped us to think quicker and better in Maths.”
- “I really enjoyed the games and I usually won, so I will also win in Mathematics.”
- “I enjoy a lot because I learn how to count and to calculate the sums.”
- “I enjoyed the challenges.”
- “I learned never to give up and to keep on practising.”

Na afloop van die hele intervensie kom die navorser tot die gevolgtrekking dat die speletjies werklik `n bydraende rol in die verbetering van die selfkonsep, motivering en wiskunde-angs van die leerders gespeel het. Wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode het dus

’n plek in die wiskundeklaskamer. Wiskundespeletjies pas in die NKV-kurrikulum, want deur middel van goedgekose speletjies word taal, denke, sosiale vaardighede, wiskundevaardighede en waardestelsels aangespreek en ontwikkel. Ontwikkeling van genoemde aspekte is in pas met wat gevind is in die literatuurstudie in hoofstuk 2. Verder sluit die ontwikkeling ook nou aan by die kritieke uitkomst van die NKV. Spel kan en moet sy regmatige plek in die wiskundeklaskamer inneem ten einde wiskunde vir meer leerders toeganklik te maak.

5.6 PROJEK OOR SPELETJIES AS UITVLOEISEL VAN DIE NAVORSING

As ’n natuurlike uitvloeisel van die navorsing, is ’n projek vir die twee deelnemende skole ontwikkel (vgl. Bylae N). Genoemde projek het behels dat die leerders ’n afdeling in die kurrikulum moes identifiseer en dan ’n gepaste speletjie vir die afdeling ontwikkel. Die projek kon ook as formele assesseringstaak vir die leerders se deurlopende assesseringspunt gebruik word. Beide die eksperimentele groepe sowel as die kontrolegroepe het hieraan deelgeneem. Die reaksie van die leerders was so positief dat die projek uitgebrei is na die hele Xhariep-distrik. Met behulp van verskeie borge is ’n expo vir die leerders aangebied waar die beste speletjies van elke skool in die Xhariep-distrik ingeskryf en beoordeel is volgens dieselfde kriteria (vgl. Bylae N). Die entoesiasme en kreatiwiteit van die leerders was ver bo verwagting en werklik interessante en oorspronklike speletjies is vir beoordeling aangebied (vgl. 3.8). Van die kommentaar ná die expo was sprekend van wat die dag vir die leerders beteken het. ’n Paar van die opmerkings van onderwysers buite die eksperiment, was as volg: “Fantastic, my learners could not stop talking about what they have experienced.”, “My learners are so excited and want to play their games with their friends.”, “They want to do more maths, because some learners say they want to create new games.”, “Unbelievable, even the weaker learners are more ready to tackle problems.”

5.7 SAMEVATTING

Die resultate van die verskillende vraelyste en toetse wat deur leerders beantwoord is, asook die onderhoude met die leerders en onderwysers oor die affektiewe sowel as kognitiewe komponente wat prestasie in wiskunde beïnvloed, is geanaliseer en geïnterpreteer. Die veldnotas wat tydens die waarnemingssessies geneem is, is verwerk.

Die versamelde inligting toon duidelik dat speletjies as informele onderrigmetode, werklik op verskeie fasette positief ingewerk het.

In die volgende hoofstuk word die bevindinge, afleidings en aanbevelings weergegee volgens die deurlopende verband tussen die navorsingsvrae en navorsingsverwagtings.

HOOFSTUK 6

BEVINDINGE, AFLEIDINGS EN AANBEVELINGS

6.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word `n terugblik op die navorsingsdoelwitte, `n samevatting van bevindinge vanuit die literatuuroorsig en `n opsomming van die bevindinge van die empiriese navorsing gegee. Die resultate van die empiriese navorsing sal vergelyk word met wat in die literatuurstudie in hoofstukke 2 en 3 gevind is. Laastens sal afleidings en aanbevelings op grond van die studie gemaak word.

6.2 DIE NAVORSINGSVRAE

Hierdie navorsing is `n beskrywende, kwalitatiewe, asook kwantitatiewe studie met die doel om die impak van die gebruik van wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode op prestasie in wiskunde, te bepaal. Die navorsing is gebaseer op die volgende probleemvrae:

1. Tot watter mate kan leerders wiskunde as minder vreesaanjaend beleef deur die speel van wiskundespeletjies?
2. Tot watter mate kan basiese wiskundevaardighede (taalvaardighede asook rekenvaardighede) ontwikkel word deur die speel van wiskundespeletjies?
3. Tot watter mate kan leerderprestasie in wiskunde verbeter deur die speel van wiskundespeletjies?

6.3 LITERATUUROORSIG

In hoofstuk 2 is die bestaande literatuur gebruik om die verbandhoudende leerteorieë met betrekking tot wiskundeonderrig en –leer van naderby te beskou. Verder is daar ook gekyk na wat spel is, die ontwikkeling van spel deur die eeue heen en waarom dit belangrik is dat speletjies gespeel moet word. Verder is daar ook gefokus op die nut van wiskundespeletjies en laastens is gekyk na die affektiewe en kognitiewe faktore wat prestasie in wiskunde kan beïnvloed.

Die bevindinge vanuit hoofstuk 2 is as volg:

- Spel, as een van die didaktiese grondvorme, kom as sulks nie tot sy volle reg in die klaskamer nie (vgl. 2.2).
- Leerders moet aktief deelneem sodat hulle, hulle kennis kan konstrueer en herkonstrueer (vgl. 2.2.1, 2.2.4, 2.2.6).
- `n Kind se leer word op verskeie maniere deur sy/haar kultuur en sosiale omgewing beïnvloed (vgl. 2.2.2).
- Affektiewe faktore het `n besliste invloed op prestasie van leerders (vgl. 2.2.3).
- Die bemeestering van wiskunde is `n konstruktiewe leerproses (vgl. 2.2.4).
- Sonder aktiewe deelname in `n natuurlike omgewing, met ander woorde in `n alledaagse wiskunde klaskamer, sal basiese vaardighede nie genoegsaam ontwikkel nie (vgl. 2.2.5, 2.2.6).
- Basiese spel het deur die eeue heen dieselfde gebly en die kompleksiteit van die reëls van die spel is baie sterk beïnvloed deur die filosofiese siening van die tydperk (vgl. 2.4).
- Wiskundespeletjies is van die vroegste tye af deel van die mens se bestaan (vgl. 2.5).
- Speletjies skep `n koöperatiewe leeromgewing waarbinne leerders kan ontdek dat om saam te werk, pret kan wees (vgl. 2.6).

- Groepspeletjies verskaf `n ryke konteks vir wiskundige ontwikkeling in die kind se leeromgewing (vgl. 2.7).
- Deur spel leer leerders hoe om probleme aan te pak en ontwikkeling van dimensionele insig en abstrakte denke vind plaas (vgl. 2.8).
- Die selfkonsep, motivering en angs van `n leerder het `n uitwerking op sy/haar prestasie (vgl. 2.9.1).
- Speletjies help om wiskundige vaardighede te ontwikkel en te versterk, terwyl die leerders dit geniet (vgl. 2.9.2).
- Taalvaardigheid het `n invloed op leerders se akademiese prestasie (vgl. 2.9.2).

In hoofstuk 3 is die literatuurstudie uitgebrei en die bevindinge uit hierdie hoofstuk is as volg:

- Sukses van wiskunde-onderrig is in `n groot mate afhanklik van die aktiewe deelname van die leerders en speletjies vereis aktiewe deelname (vgl. 3.2).
- Met die seleksie van speletjies is dit van die uiterste belang dat die konteks waarbinne die speletjie gebruik gaan word, ernstige oorweging moet geniet (vgl. 3.4).
- Interaksie met die omringende kultuur en sosiale agente (onderwysers, ouers, eweknieë) lewer `n beduidende bydrae tot `n kind se intellektuele ontwikkeling (vgl. 3.4).
- Speletjies wat in die onderrigproses gebruik word, moet geanaliseer word ten einde te verseker dat die speletjie in pas is met die gestelde doelwitte of uitkomst (vgl. 3.6).
- Leerders sal vinnig verskillende speletjie-idees bedink as hulle voor so `n uitdaging gestel word (vgl. 3.8).
- Leerders is verbasend sensitief vir mekaar se behoeftes en kies dus speletjies waarbinne almal tuis sal voel (vgl. 3.8).

6.4 AFFEKTIEWE EN KOGNITIEWE FAKTORE

In die eerste afdeling van die navorsing (doelwit 1) is gefokus op die invloed van wiskundespeletjies op die selfkonsep van die leerders, hulle motivering asook die mate van wiskunde-angs wat hulle prestasie in wiskunde kon beïnvloed. Die bevindings uit die leerdervraelyste (Bylae B, C en D) asook onderhoude met leerders en onderwyseresse en die waarnemings (vgl. 5.5) van die navorsers, is as volg:

Wiskunde-angs:

- Leerders was meer ontspanne in die wiskundeklas (vgl. 5.2.1, Tabela 5.1 & 5.4).
- Leerders het wiskunde-take meer geniet (vgl. 5.2.1, Tabela 5.1 & 5.4).
- Leerders het geleer om minder bang te wees om foute te maak in die wiskundeklas (vgl. 5.2.1, Tabela 5.1 & 5.4, 2.2.1).
- Leerders het tot die besef gekom dat wiskunde nie net altyd moeilik is nie (vgl. 5.2.1, Tabela 5.1 & 5.4).
- Die leerders hou daarvan om wiskundespeletjies te speel (Tabel 5.4, vgl. 2.6).

Selfkonsep:

- Leerders se selfkonsep oor hul eie wiskunde vermoëns het verbeter (vgl. 5.2.2.1, Tabel 5.5 & Grafiek 5.3, 2.2.3, 2.9.1, 1.2.1).
- Die leerders se gevoel oor hulle wiskunde vermoëns het verbeter (vgl. 5.2.2.1, Tabel 5.7 & Grafiek 5.6).
- Hulle konsep ten opsigte van hulle prestasie in wiskunde in vergelyking met hulle ander vakke, het verbeter (vgl. 5.2.2.1, Tabel 5.7 & Grafiek 5.6, 1.3).
- Die leerders het ook beter begin voel oor hul vermoë om in wiskundespeletjies te presteer (vgl. 5.2.2.1, Tabel 5.7 & Grafiek 5.6).
- Die leerders het ook al meer begin glo in hul vermoë om hulle wiskunde-oplossings aan hulle eweknieë te verduidelik (vgl. 5.2.2.1, Tabel 5.7 & Grafiek 5.6, 2.6).

Motivering:

- Minder leerders vind wiskunde vervelig (vgl. 5.2.3, Tabela 5.9 & 5.12).
- Speletjies is vir die leerders interessant (vgl. 5.2.3, Tabela 5.9 & 5.12, 2.6).
- Meer leerders wil wiskunde insluit in hul studies na skool (vgl. 5.2.3, Tabela 5.9 & 5.12).
- Meer leerders wil meer oor wiskunde leer (vgl. 5.2.3, Tabel 5.12, 1.2.1).
- Meer leerders wil verder studeer (vgl. 5.2.3, Tabel 5.12).
- Meer leerders wil aanhou probeer om oplossings vir wiskunde probleme te vind (vgl. 5.2.3, Tabel 5.12, 2.9.1, 1.2.1).
- Meer leerders wil hulle wiskundevaardighede ontwikkel (vgl. 5.2.3, Tabel 5.12, 2.9.2, 1.3).
- Meer leerders sien wiskunde probleme as uitdagings (vgl. 5.2.3, Tabel 5.12, 3.4).

6.5 BASIESE VAARDIGHEIDSVLAKKE

Hier is gekyk na die ontwikkeling van basiese vaardighede in wiskunde (doelwit 2). Hierdie basiese vaardighede omsluit basiese bewerkings asook gebruik van kommunikasie in wiskunde. Die afleidings is as volg:

- Leerders kon makliker die veelvoude van 'n getal gee (vgl. 5.2.4, Tabel 5.13).
- Daar was 'n beduidende verbetering in persentasieberekeninge (vgl. 5.2.4, Tabel 5.13).
- Breuke kon makliker vereenvoudig word (vgl. 5.2.4, Tabel 5.13).
- Vereenvoudiging van basiese uitdrukkings het verbeter (vgl. 5.2.4, Tabel 5.13).
- Basiese bewerkings het verbeter (vgl. 5.2.4.4, Grafiek 5.12, Tabel 5.17, 2.9.2, 2.2.6, 1.3).
- Leerders het terme soos *area* en *volume*, *histogram* en *staafdiagram*, *faktore* en *produkte* minder met mekaar verwar (vgl. 5.2.4.4, Grafiek 5.12, Tabel 5.17).

- Die betekenis van die term *gemiddeld* is beter geïdentifiseer (vgl 5.2.4.4, Grafiek 5.12, Tabel 5.17).
- Daar was 'n verhoging van 15% in die beantwoording van insig-vrae (vgl 5.2.4.4, Grafiek 5.12, Tabel 5.17).
- Die logiese redenasievermoëns en gevolglike verwoording van die redenasieproses verdien nog baie aandag (vgl 5.2.4.4, Grafiek 5.12, Tabel 5.17, 2.7, 2.9.1).

6.6 PRESTASIE IN WISKUNDE

Met die navorsing is gefokus op die invloed van wiskundespeletjies op die ontwikkeling van affektiewe en kognitiewe fasette in die onderrig en leer van wiskunde, want hierdie faktore is bepalend vir die prestasie in wiskunde. Die afleidings gemaak uit die response van die leerders en onderwyseresse is as volg:

- Prestasie in wiskunde word direk beïnvloed deur wiskunde-angs, selfkonsep en motivering van leerders (vgl. 1.2.1, 2.2.6, 2.9.1, 2.9.3, 5.2.4, 5.3.1, 5.3.2)
- Prestasie in wiskunde het statisties beduidend verbeter (vgl. 5.2.4.6, Tabel 5.21).

6.7 HAWTHORNE-EFFEK

Hierdie effek (vgl. 5.4) is sover as moontlik geminimaliseer deurdat die navorser:

- die onderwysers deurlopend gemotiveer het om hul onderrig met die kontrolegroep met dieselfde entoesiasme aan te pak;
- gereeld in die eksperimentele groepe se klasse sowel as in die kontrolegroep se klasse was ten einde bevestiging van gelyke motivering en entoesiasme in onderrig te help verseker;
- die leerders gereeld gemotiveer en gerusgestel het;

- waargeneem het dat die leerders na verloop van die eerste maand van die intervensie gewoond was aan die teenwoordigheid van die navorser en dus natuurlik opgetree het.

6.8 ONTWIKKELING VAN EIE SPELETJIES

Die leerders se belangstelling is geprikkel en daar is weer hernude belangstelling in wiskunde (vgl. 3.8). Om laasgenoemde te staaf word kommentaar van die onderwysers, wat nie deel van die navorsing was nie, oor die expo aangehaal.

“It was wonderful. The learners are so excited, they really learned a lot and are so happy. They just want to do more maths.”

“The excitement of the learners is very high. They want to start a maths-club at school where they can play their games. They believe more and more that they can achieve in mathematics.”

“Wonderlike geleentheid vir die leerders. Hulle is nou baie meer positief om aandag aan wiskunde te skenk.”

“Van my ‘swakker’ leerders het pryse gewen vir hul speletjies. Baie dankie. Hul motivering vir wiskunde is beter en ek glo dit gaan hul prestasie positief beïnvloed.”

6.9 SAMEVATTING VAN DIE NAVORSING

6.9.1 Oorsig

Die doel van die navorsing is in hoofstuk 1 (vgl. 1.3) bespreek. Die literatuurstudie en navorsing het onthul dat:

- Leerders wiskunde as moeilik beskou (vgl. 1.2.1, 3.2, 5.3.1, 5.3.2)

- Leerders meer leer as hulle aktief betrokke is by die onderrig en leersituasie (vgl. 1.2.1, 2.2.1, 2.2.4, 3.2, 5.3.1)
- Leerders hou van uitdagings en opwindende klasse (vgl. 2.4, 2.6, 5.3.1, 5.3.2, 5.4)
- Die verwoording van logiese redenasieprosesse ontwikkel het, maar meer aandag moet kry vir verdere ontwikkeling (vgl. 2.7, 2.9.1, 5.2.4, 5.4)
- As aspekte soos wiskunde-angs, selfkonsep en motivering aangespreek word, daar 'n beduidende verandering in prestasie kan plaasvind (vgl. 1.2.1, 2.2.6, 2.9.1, 3.4, 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.1, 5.3.2, 5.4). Durkin & Shire (191:130) stem hiermee saam en stel dit dat dit wat die leerder glo oor sy/haar eie vermoëns en hoe die leerder oor wiskunde voel en die werk benader, 'n kragtige effek het op sy/haar sukses in die benadering en hantering van wiskunde.

6.9.2 Triangulasie

In hoofstuk 4 is daar verduidelik dat van die metode van triangulasie gebruik gemaak sou word om die aspekte waarop gefokus word, te vergelyk vir verifiëring en geloofwaardigheid. Leerdervraelyste asook die onderhoude met onderwysers en leerders en die waarnemings van die navorser is gebruik om die triangulasie van die data te doen (vgl. 4.3).

Die onderhoude met die leerders is in die biblioteek van die skool gevoer. Ten spyte van die feit dat die navorser die leerders op hul gemak probeer stel het, maak die navorser die afleiding dat die leerders die situasie steeds as formeel beleef het. As gevolg hiervan is die inligting verkry uit die onderhoude beperkend. In vergelyking hiermee toon die waarnemings van die leerders se kommentaar 'n meer spontane reaksie binne die bekende omgewing van die klaskamer. Hierdie waarnemings versterk dus die inligting verkry uit die onderhoude en die vraelyste. Met gebruikmaking van die proses van triangulasie, is die volgende resultate gevind:

- Leerders presteer beter in wiskunde as hulle in hulself glo (vgl. 5.2.2.1, 5.2.2.2, Tabel 5.23, Tabel 5.25, 5.4, 3.2, 2.9.1).
- Leerders is meer ontspanne, minder bang vir foute maak en meer begin leer uit hulle foute (vgl. 5.2.1, Tabel 5.1, Tabel 5.23, Tabel 5.25, 5.4, 2.2.1).
- Motivering van leerders verbeter met aktiewe betrokkenheid (vgl. 5.2.3, Tabel 5.23, Tabel 5.25, 5.4, 1.2.1, 2.2.4).
- Basiese vaardighede, wat rekenvaardighede sowel as taalvaardighede insluit, verbeter as leerders aktief betrokke is in die wiskundeklaskamer (vgl. 5.2.4, Tabel 5.17, Tabel 5.25, 5.4, 1.3, 2.6).
- Prestasievlakke in wiskunde verhoog (vgl. 5.2.4, Tabel 5.21, Tabel 5.25, 2.9.1).

6.9.3 Navorsingsteenstrydighede

Enkele teenstrydighede is in die navorsing ondervind en is volledig in hoofstuk 5 bespreek (vgl. 5.2.3, Tabel 5.12). Hierdie teenstrydighede is verkry as gevolg van:

- `n vraag wat nie deur die leerders verstaan is nie; en
- `n vraag oor wiskundespeletjies wat in werklikheid ongeldig was, omdat die leerders voor die intervensie geen blootstelling aan wiskundespeletjies gehad het nie en dus nie `n geldige oordeel kon vel nie.

6.10 BEPERKINGE VAN HIERDIE STUDIE

1. Die navorsing sluit deelnemers in die Xhariep-Distrik in. `n Enkele buitelandse korrespondent is betrek om kommentaar te lewer oor die waarde van die vraelyste wat oor angs, motivering en selfkonsep handel. Die bevindinge in die navorsing is van toepassing op genoemde deelnemende skole. Alhoewel die navorsing na universele geldigheid streef, is daar `n tekort aan deelnemers uit die stedelike gebiede. Daar kan dus nie noodwendig aanvaar word dat die navorsingsuitkomst op alle leerders in Suid-Afrika van toepassing is nie.

2. Die kulturele diversiteit in Suid-Afrika het 'n invloed op die wyse waarop Suid-Afrikaanse opvoeding en onderrig uit verskillende kulturele agtergronde sal plaasvind. Die navorsing is egter gefokus op 'n beperkte teikengroep wat verskillende kulture insluit, maar nie noodwendig verteenwoordigend van die totale Suid-Afrikaanse populasie is nie.
3. Die vraelyste was vir sommige deelnemers te kompleks en uitgebreid. Tog het die uitgebreide aard van die vraelyste en onderhoude ook voordele ingehou – hierdeur kon in-diepte en gedetailleerde inligting verkry word.

Om beperking 1 te oorbrug kan in verdere navorsingstudies gepoog word om meer leerders te betrek. Dit sal waardevol wees indien hierdie studie in skole in ander distrikte gerepliseer kan word ten einde te bevestig of dieselfde tendense voorkom. As ander skole en leerders betrek kan word, kan die kulturele diversiteit, genoem in beperking 2, ook aangespreek word. Vir verdere navorsing in die gebruik van wiskundespeletjies, kan die volgende in ag geneem word:

- die blootstellingstydperk van die leerders aan die speletjies moet verleng word;
- ander inheemse, kulturele speletjiesbronne moet ontgin word;
- metodes van onderrig moet ontwikkel word ten einde ruimte aan die leerders te bied vir kreatiewe ontwikkeling in denke;
- en leerdergroepe uit verskillende kulture moet betrek word.

Hier is dus nog ruim geleentheid vir verdere navorsing.

6.11 VERDERE NAVORSING

Vanuit die literatuurstudie (hoofstukke 2 en 3) en die analise van die inligting (hoofstuk 5), is dit duidelik dat daar nog vele gebiede vir verdere studie en navorsing ooplê. 'n Paar moontlikhede is:

1. Die invloed van die sosiale omgewing van die leerder op die leerder se prestasie in wiskunde. Volmink (1993:32) is dit daarmee eens dat die sosiale verwysingsraamwerk baie belangrik is vir die vestiging van korrekte wiskundevaardighede en –kennis in die langtermyn.
2. Die gebruik van wiskundespeletjies in die stedelike klaskamer.
3. Die invloed van die leerder se geslag op sy/haar selfkonsep, motivering en angs in die wiskundeklaskamer.
4. Die invloed van die wiskundetaal op die suksesvolle gebruik van speletjies ten einde die prestasie in wiskunde positief te beïnvloed. Marais (1994:118) stem saam dat daar sterker gefokus moet word op die aanleer van die woordeskat van wiskunde as wat tans die geval is, om sodoende die prestasie in wiskunde te verbeter.

Hier is maar vier moontlike velde genoem. Daar is nog vele fasette wat meer aandag verdien.

6.12 AANBEVELINGS VIR DIE PRAKTYK

Aanbevelings vir die praktyk is as volg:

6.12.1 Gebruik van speletjies in die klaskamer

Leerders moet op informele wyse aan wiskunde blootgestel word en wiskundespeletjies is ideaal hiervoor. Goedgekose speletjies kan baie help om wiskundige begrippe te vestig en vaardighede vas te lê, asook te ontwikkel. Met deeglike beplanning kan speletjies baie effektief in wiskunde-onderdig geïnkorporeer word. Schwarzenberger (2000:135) stel dit dat die grootste uitdaging vir die onderwyser is om die regte uitdagings vir die ontwikkeling van vaardighede vir die leerders te vind, want die uitdagings moet by die vermoëns van die leerders pas. Uit die navorsing kan gesien word dat wiskundespeletjies 'n regmatige plek binne die NKV-kurrikulum in die wiskundeklaskamer verdien. Hierdie

bron van kennis en vaardigheidsontwikkeling moet nie oor die hoof gesien word tydens amptelike skoolure nie.

6.12.2 Verbetering van kommunikasie in die klaskamer

Vanuit die literatuur, waarnemings en resultate (vgl. 2.9.2, 5.5 & 5.3) blyk dit dat taalvaardigheid as deel van basiese vaardighede in wiskunde, 'n rol speel in die prestasie van leerders in wiskunde. 'n Paar riglyne om die kommunikasie in die klaskamer meer doeltreffend te maak, word gevolglik gegee. As die leerders met sukses kan kommunikeer in wiskunde, kan dit positief op hulle prestasie in wiskunde inwerk. Bester (1988:166) stem hiermee saam waar hy sê dat as leerders oor wiskunde praat en dit bespreek, dit hulle sal help om te leer. Dit help ook die onderwyser, want deur te luister na die leerders, kan die onderwyser ontdek wat hulle verstaan en waarmee hulle hulp nodig het.

1. Vra vrae en gebruik rigtingaanduiders¹
 - Wat dink jy moet die antwoord wees? Waarom dink jy so?
 - Waarom het jy dit eerste gedoen? Wat gaan jy volgende doen?
 - Hoe het jy getel?
 - Waaroor gaan die probleem?
 - Is daar ander maniere om die probleem op te los?
2. Gee wagtyd
 - Gee die leerders prosesseertyd nadat 'n vraag gevra is, sodat hulle respons(e) kan formuleer.
3. Pas onderrigtaal aan
 - Praat stadig en artikuleer die terme duidelik.
 - Gebruik 'n variasie van woorde om dieselfde konsep te verduidelik.

¹ Rigtingaanduiders – vrae wat leerders se denke rig in 'n bepaalde rigting wat sal lei tot die oplossing

- Modelleer of demonstreer die konsep om sodoende die verbale bespreking te ondersteun.
4. Gee geleentheid vir herformulering
 - Laat leerders toe om vrae en terme in hul eie woorde te herformuleer om te bepaal of die leerders se begrip geldig is of nie.
 5. Begin met probleme in bekende kontekste
 - As 'n probleem gevra word binne 'n bekende konteks, sal die leerders die probleem makliker verstaan en sal die leerders die probleem ook makliker begin bespreek.
 6. Verbind simbole met woorde
 - Verwys duidelik na die simbole wat die terme verteenwoordig wanneer probleemoplossingstrategie bespreek word.
 7. Verminder die stresvlakke in die klaskamer
 - Skep 'n lae-stres-omgewing waarbinne die uitspraak van idees aangemoedig word.
 - Wiskundefoute moet gesien word as geleenthede vir leer.
 - Die inkorrekte gebruik van grammatika mag nie die herkenning en erkenning van goeie wiskundige denke verdoes nie.

Met die verduideliking van die speletjies se reëls, het die navorser weer eens besef hoe belangrik dit is dat daar aandag geskenk word aan kommunikasievaardighede in die wiskunde klaskamer. Sodra die leerders die reëls van die speletjies vir hulself verwoord het, het hulle beter begryp wat van hulle verwag word. Namate kommunikasievaardighede meer ontwikkel het, kon die leerders ook hulle antwoorde beter regverdig en verduidelik.

6.12.3 Wiskunde-aande

Wiskunde-aande by die skool, gevul met pret en spel, sal:

- leerders opgewonde maak oor wiskunde;
- ouers laat familiariseer met die wiskundekurrikulum;
- en families motiveer om by die huis voort te gaan met pret uit wiskunde aktiwiteite.

Die wiskunde-onderwyser kan so `n aand by die skool met `n bepaalde tema as fokuspunt organiseer. `n Tema bind die aktiwiteite saam en verskaf ook `n trekpleister om die leerders geïnteresseerd te kry. Gebruik byvoorbeeld `n film soos *Mission Impossible*, *Star Wars* of *Lord of the Rings*.

Die aktiwiteite van die wiskunde-aand word gegroepeer in graad-vlakke en aangebied in verskillende vertrekke. Die speletjies en raaisels word geselekteer en die speelstasies ingerig. Elke stasie word beman deur `n onderwyser of sterk wiskundeleerder. Die aand word begin met `n interessante wiskundestorie wat aansluiting vind by die tema. Hierna volg die groepspeel (groot groepe of binne gesinsverband). Die gesinne kry `n kopié van die spel om saam te neem huis toe. Dan kan die gesinne die verskillende stasies besoek en na hartelus speel.

Wiskunde-aande behels baie werk en neem tyd. Om `n sukses van so `n aand te maak, vereis deeglike beplanning. Gewoonlik kan so `n aand een tot twee maal per jaar by die skool aangebied word, afhangende van die menslike hulpbronne beskikbaar. `n Belangrike faktor om sukses te verseker is gereelde advertensie tot op die dag van die wiskunde-aand.

Al die sweet, tyd en opoffering is absoluut die moeite werd en voldoende motivering om aan te hou as die vreugde van die leerders wat ontdek dat leer eintlik pret is, aanskou

word. Omdat die gesinne betrokke raak, help dit om die selfkonsep van die leerders te bou en verhoog hul motiveringsvlakke (vgl. 2.2.2, 2.2.3, 2.6, 2.9).

6.12.4 Expo

’n Expo van die leerders se projekte is die kulminasie van hul verwerking van die wiskundige begrippe. Die motivering wat uit so ’n uitstalling en beoordeling kan voortvloei is verstommend, want hier is die speelveld vir die leerders gelyk. As ’n sogenaamde ‘swakker’ wiskundeleerder met unieke idees en kreatiwiteit ’n prys ontvang, word daardie leerder se selfkonsep geweldig positief beïnvloed. Die navorser het dit self tydens die Expo van die projekte van die leerders beleef, (vgl. Bylae N) waar swakker leerders pryse ontvang het en nou met soveel meer selfvertroue na die wiskundeklaskamer gaan. Die leerders besef ook dat wiskunde pret kan wees.

6.12.5 Skaakklub

As leerders leer skaak speel en dit geleidelik op ’n hoër vlak begin speel, neem die ontwikkeling van die leerders se logiese redenasievermoëns toe. Hierdie logiese redenasie en strategiese beplanning kan uiters suksesvol in wiskunde toegepas word.

6.12.6 Wiskundeklub

Hierdie klub dien as uitbreiding van die speletjies wat tydens onderrig in die klaskamer gebruik word. Hier kan meer wiskundespeletjies op heeltemal informele wyse gespeel word. Die leerders leer die verantwoordelikheid aan om self in beheer te wees en toe te sien dat die speletjies op regverdige wyse gespeel en verdeel word.

6.12.7 Uitdagingshoekie in die klas met kopkrappers, humor en raaisels

Hier kan interessante kopkrappers, grappies of raaisels uitgestal word. Die leerders kan hierdie hoekie besoek as hul klaswerk afgehandel is of as hulle al hulle huiswerk gedoen

het. Die leerders word ook aangemoedig om self interessantheid te bring om met hulle eweknieë te deel. So 'n hoekie neem nie veel tyd in beslag nie, maar prikkel die leerders se belangstelling en dien ook as 'n bron van motivering.

6.12.8 Afsluiting

Hier is slegs 'n paar moontlikhede genoem waardeur prestasie in wiskunde beïnvloed en verbeter kan word. Daar is nog verskeie ander moontlikhede waarbinne leerders gehelp kan word om die affektiewe en kognitiewe aspekte aan te spreek ten einde hul prestasie in wiskunde te verbeter. In die nuwe NKV vir wiskunde (Department of Education, 2004:9) en tale (Departement van Onderwys, 2004:13) word leerders wat wiskundiggeletterd en –vaardig is, vooropgestel as een van die uitkomstes van die nuwe kurrikulum.

6.13 KRITIESE REFLEKSIE OOR DIE HAALBAARHEID VAN AANBEVELINGS

Dit was nodig om oor die uitvoerbaarheid van die aanbevelings te besin. Daarom het die navorser na afloop van die eksperiment na die skole wat deelgeneem het teruggegaan, om te bepaal of die aanbevelings haalbaar was al dan nie.

Beide onderwysers maak steeds van die speletjies gebruik. Volgens albei onderwysers is wiskundespeletjies nodig in die wiskunde klaskamer. By beide onderwysers is groei en ontwikkeling waargeneem. Hulle idees om wiskunde meer prakties aan te bied, het meriete en is kreatief. Die onderwysers moet hierdie praktiese idees net in al die gevalle deurvoer na die praktyk. Albei onderwysers bied hul klasse met entoesiasme aan.

Uit gesprekke met die onderwysers, het dit geblyk dat daar meer aandag aan die ontwikkeling van kommunikasievaardighede geskenk word. Albei onderwysers het die feit beklemtoon dat dit vir leerders noodsaaklik is om kennis in hulle eie taal te verwoord ten einde tot volle begrip te kan kom.

Beide onderwysers het aangedui dat die selfkonsep en motivering van die leerders wat deelgeneem het aan die intervensie beter is as dié van sommige van die ander leerders.

Gedurende die nasionale wiskundeweek in September 2008, sal daar weer 'n expo vir die wiskundeleerders aangebied word. Die leerders van al die Xhariep-skole is reeds ywerig besig met hulle projekte. Kollegas van die navorser bespreek tans die gedagte om die expo verder na ander distrikte van die Vrystaat uit te brei.

Aan beide skole word skaak nou vir al die leerders aangebied as 'n ekstra-kurrikulêre aktiwiteit. Een van die skole is ook in die beginfase van die ontwikkeling van 'n wiskundeklub. In die een onderwyser se klas is daar 'n wiskundehoekie ingerig, wat geleidelik ontwikkel deurdat die leerders meer bydraes hiervoor begin lewer.

Die vraag ontstaan egter of onderwysers in ander skole ook van die nut van die gebruik van wiskundespeletjies oortuig sal kan word. Daar is aanduidings dat dit wel die geval is. In die kwartaallikse wiskundevergaderings word die bevindinge en aanbevelings van die navorsing met die ander onderwysers gedeel, nie net deur die navorser nie, maar ook deur die twee onderwysers wat deel was van die proses.

'n Voorlegging/aanbieding gaan in September 2008 aan die afdeling vir Kwaliteitsversekerings van die departement van onderwys gedoen word ten opsigte van die gebruik van wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode.

Alhoewel die eerste stappe gedoen is om die aanbevelings in die praktyk te implementeer, is daar nog baie ruimte vir ontwikkeling en verbetering. Die ontwikkeling en verbetering sal kan plaasvind as uitkomsgebaseerde onderwys werklik tot sy reg kom. In die hedendaagse onderwys is die fokus egter nog steeds meer gerig op resultate en prestasie, sonder om die nodige instrumente wat werklik sal verseker dat beter resultate/prestasies verkry kan word, in die hande van die onderwysers te plaas. Spel kan 'n kragtige instrument in onderrig word indien die vooropgestelde idees van deelnemers aan die onderrigproses, positief verander en beïnvloed word. Die navorsing het getoon

dat goed gekose wiskundespeletjies met sukses in die klaskamer gebruik kan word ten einde prestasie in wiskunde positief te beïnvloed.

6.14 SPELETJIES SE INVLOED OP LEERDERS VOLGENS DIE NAVORSER

Na afloop van die hele navorsingsproses, het die navorsers tot die gevolgtrekking gekom dat die speletjies wat gespeel is, daartoe gelei het dat leerders:

- meer bekend is met basiese getalle-feite;
- se vaardighede om getalsinne te bou en te manipuleer op verskillende moeilikheidsgrade verbeter het;
- makliker saamwerk met eweknieë;
- se sosiale vaardighede ontwikkel, want oplossings/antwoorde is voorgelê, gemotiveer, verdedig en regverdig aan die groep vir aanvaarding of bespreking;
- geleer het om na mekaar te luister;
- geleer het om oor antwoorde te verskil en nie met die persoon nie;
- meer soepel begin dink het en dus baie gou na alternatiewe begin soek het om by 'n antwoord/oplossing uit te kom;
- se vlakke van logiese, wiskundige denke deur spel ontwikkel en selfs verhoog het;
- se selfvertroue gebou is deur die kontinue hersieningsproses van wiskundekennis en –vaardighede met behulp van speletjies en as gevolg van die blootstelling aan eweknie-denkpatrone;
- se basiese kennis/vaardighede op 'n betekenisvolle manier versterk word (praktiese toepassing deur middel van speletjies);
- almal, hetsy swakker of sterker, wenners kan wees, want 'n element van geluk is ingebou in die speletjies omdat die speletjies beide kompetierend en koöperatief in hulle samestelling is;

- gemotiveer word (in die speletjies deur middel van punte en bonusse; intrinsiek deurdat leerders besef dat hulle ook suksesvol kan wees in wiskunde).

Volgens die navorser omvat die gebruik van wiskundespeletjies in die onderrig van wiskunde ook die volgende voordele:

- Omdat rondtes mekaar vinnig opvolg, is daar nie 'n probleem van verveelde leerders in die klas nie.
- Leerders wissel wedywering af met samewerking.
- Leerders kan nie kopieer nie; hulle moet hul eie werk doen.
- Deurdat eweknie berekeninge nagegaan word, word akkurate, verantwoordelike werk aangemoedig.
- Speletjies maak gewone 'drilwerk' pret, dit wil sê leerders leer meer sonder dat hulle dit self besef.
- Omdat van die speletjies met 'n tydsbeperking gespeel word, help dit die leerders om vinniger te werk. Sodoende word die leerders gehelp om formele assesserings suksesvol binne die gestelde tydsbeperking te kan voltooi.
- Leerders was gefrustreerd as hulle net een oplossing kon vind. Dit het veroorsaak dat hulle oor en oor probeer het om meer as een oplossing te vind. Sodoende is die leerders se soepelheid van denke uitgebrei en verbeter. Logiese redenasievermoëns kon dus na hoër vlakke beweeg.
- Die leerders het werklik die speletjies geniet.
- Speletjies is 'n wonderlike hulpmiddel om wiskunde op 'n meer praktiese, informele wyse aan te bied.

6.15 SAMEVATTING

Dit is vir die navorser duidelik dat die tipe leer uit speletjies kan varieer. Sommige speletjies laat leerders toe om basiese vaardighede soos algebraïese bewerkings effektief, vinnig en akkuraat te doen. Ander speletjies moedig die ontwikkeling van konsepte en logiese redenasie aan, deurdat van leerders verwag word om voorspellings te maak, te redeneer oor moontlike uitkomst, probleme op te los en te eksperimenteer met nuwe strategieë.

Uit die literatuurstudie, empiriese navorsing en verwerking van die resultate, was dit duidelik dat 'n te moeilike speletjie die leerders frustreer het, maar dat te maklike speletjies hul weer verveel het. 'n Bespreking van die speletjies het die leerders deurlopend gehelp om die vaardighede en kennis wat benodig is, te identifiseer. Die waarnemings wat deur die onderwysers en die navorser gemaak is tydens die speelproses, was van onskatbare waarde in die bepaling van die leerders se begripvlakke van konsepte asook van die vaardigheidsvlakke van leerders.

Uit die resultate het dit duidelik geblyk dat speletjies leerders help om meer in hulleself te glo, minder bang te wees en om gemotiveerd te wees vir wiskunde. Die praktiese aard van die aktiwiteite en die leer wat daarmee geassosieer word, maak die wiskunde meer konkreet. Speletjies simuleer realistiese daaglikse ervarings en inkorporeer belangrike wiskunde in betekenisvolle kontekste. Dit lei daartoe dat leerders meer geïnteresseerd word in wiskunde en die toepassing daarvan in werklike daaglikse situasies.

Uit vele fasette van die navorsing is dit vir die navorser baie duidelik dat tyd wat spandeer word om leerders wiskundig te bemagtig, baie positiewe gevolge kan hê. Ryk en diverse probleme/probleemsituasies moet ontwikkel word, want dit sal lei tot die ontwikkeling van kommunikasie-, redenasie- en voorstellingsvaardighede. Gereelde besprekings van die aksies wat plaasvind in 'n probleem, het leerders gehelp om meer vertrouwd te raak met probleemoplossingstrategieë en sodoende kon hulle makliker met oplossings begin.

Die proses om waardering te verkry vir mondelinge en geskrewe mededeelsaamheid, buigsaamheid en refleksie, plant en voed `n kragtige wiskundige saadjie in die leerders se denke, wat sal groei en floreer in die regte omstandighede. Sodoende word kragtige denkpatrone ontwikkel wat die leerders baie sal help in hulle verdere studie en die lewe na skool.

Leerders word dus werklik meer toegerus met wiskundige kennis en vaardighede wat prakties en bruikbaar is, ook na skool. Wiskundespeletjies as alternatiewe, informele onderrigmetode verdien dus `n regmatige plek in die UGO-klaskamer, waarbinne die NKV met sukses onderrig en geleer kan word.

BIBLIOGRAFIE

- Agar, D. 1990. Non-traditional students: perceptions of problems which influence academic success. *Higher Education*, 19(4):435-454.
- Babbie, E. 2004. *The Practice of Social Research* (10th ed.). Belmont: Wadsworth Thomson.
- Babbie, E. & Mouton, J. 2001. *The Practice of Social Research. South African Edition*. Belmont: Wadsworth.
- Barry, D. 2002. Language equity and assessment in South Africa Education. *Journal for Language Teaching*, 36(182):105-117.
- Begg, A. 1997. Mathematics in School. *Educational Researcher*, 26(4):45-53.
- Bell, K. 2002. *Doing your research project. A guide for first-time researchers in education and social science* (3rd ed.). Buckingham: Open University Press.
- Bell, M. 2006. *Mathematical Quotes*. Philadelphia: University of Philadelphia.
- Berks, C. & Winsler, W. 1995. *Games – The Psychological Meaning*. Oxford: Oxford Press.
- Best, J.W. 1981. *Research in Education* (4thed.). New Jersey: Englewood Cliffs.
- Bester, G. 1988. Die verband tussen die selfkonsep van die wiskundeleerling en sy prestasie in wiskunde. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 8(8):165-169.
- Bloom, B.S. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.

- Borg, W.R. & Gall, M.D. 1979. *Educational Research. An Introduction* (5th ed.). New York: Longman.
- Boshoff, J. 1988. *Die Volledige Navorsingsproses*. Kaapstad: Naspers.
- Brainerd, C.J. 1978. *Piaget's Theory of Intelligence*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Bransford, J., Brown, A.L. & Cocking, R.R. 2000. *How people learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington: National Academic Press.
- Breakwell, G.M., Hammond, S. & Fife-Shaw, C. 2002. *Research Methods in Psychology* (2nd ed.). London: SAGE Publications Ltd.
- Breda, E. 1994. Reconstructing Educational Psychology: Situated Cognition and Deweyian Pragmatism. *Educational Pshycologist*, 29(1):23-25.
- Brewer, J & Hurter, A. 1990. *Multi-Method Research: A Synthesis of Styles*. California: SAGE Publications Inc.
- Brooks, J.G. & Brooks, M.G. 1993. *In search of understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brown, J., Collins, A. & Duquid, P. 1989. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(4):32-42.
- Bruner, J. S. 1960. *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bryman, A. 1993. *Quantity and Quality in Social Research*. London: Routledge.
- Burns, M. 1972. *About Teaching Mathematics: A K-8 Resource*. New York: Cuisenaire Company of America.

- Burns, R.B. 1979. *The self-concept*. New York: Longman.
- Buxton, L. 1981. *Do you panic about Maths? Coping with maths anxiety*. London: Heinemann Educational Books.
- Calitz, E. 2005. *Learning Years*. Kaapstad: Naspers.
- Cass, J.E. 1971. *Significance of children's play*. London: BT Batsford Ltd.
- Chadwick, B.A., Bahr, H.M. & Albrecht S.L. 1984. *Social Science Research Methods*. Brigham: Brigham Young University Press.
- Chapman, L.R. 1976. *Attempts to investigate the learning of Mathematics*. Oxford: Pergamon Press.
- Clepper, I. 1974. *Growing up with toys*. Minneapolis: Augsburg Publishing House.
- Cobb, P. 1994. A summary of four case studies of Mathematical Learning and Small Group interaction. *Paper delivered at the 18th International Conference: Psychology of Mathematics Education*. Vol II, 201-208.
- Cobb, P. 1995. Continuing the conversation: A response to Smith. *Educational Researcher*, 24(6):25-27.
- Coetzee, N.A.J. 1991. Spel as opvoedingsmoontlikheid. *SA Tydskrif vir Opvoedkunde*, 11(4):185-187.
- Cooper, T.L. 2005. *Everyday Mathematical Games: Are our students working or playing?* New York: NTNY.

- Cooper, S.E. & Robinson, D.R.G. 1991. The relationship of mathematics self-efficiency beliefs to mathematics anxiety and performance. *Measurement and Evaluation in Counselling and Development*, 24:4-11.
- Copple, C., Sigel, L. & Saunders, R. 1984. *Educating the Young Thinker*. New York: D. van Nostrand.
- Creswell, J. 2006. *Overview of Cognitive Constructivism*. Verkry van die wêreldwye netwerk op 30/10/06. <http://www.coe.uk.edu/cognitive.htm>.
- Cronbach, L. 1980. Validity on parole: can we go straight? *New Directions for Testing and Measurement*, 5(1):99-108.
- Dalgarno, B. 2006. *Constructivist computer assisted learning*. Verkry van die wêreldwye netwerk op 1/11/06. <http://www.ascilite.org/21.htm>.
- De Corte, E. 1992. On the learning and teaching of problemsolving skills in mathematics and LOGO programming. *Applied Psychology*, 41:317-331.
- De Corte, E., Greer, B. & Verschaffel, L. 1996. Mathematics. In Berliner, D. & Calfe, R. 1996. *Handbook of Educational Psychology*. New York: Macmillan.
- De Jager, A.M. 1998. *Die waarde van spel in die opvoedingsproses*. Ongepubliseerde M.Ed verhandeling. Bloemfontein: Universiteit van die Vrystaat.
- Del Grande, J.J. 1973. *Math, Book 2*. Melbourne: Lloyd O'Neill.
- De Klerk, J. 2005. *Illustrated Maths Dictionary* (3rd ed.). Kaapstad: Pearson Longman.
- Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. 2000. *Handbook of qualitative research*. London: Sage.

Departement van Onderwys. 2004. *NKV: Nasionale Kurrikulumverklaring Graad 10 -12 (Algemeen): Tale*. Departement van Onderwys: Pretoria: Seriti Printing (Pty) Ltd.

Department of Education. 2004. *NCS: National Curriculum Statements Grades 10 -12 (General): Mathematics*. Department of Education: Pretoria: Seriti Printing (Pty) Ltd.

Department of Education. 2005a. *Assessment Programme for Mathematics Grades 10 -12*. Department of Education: Bloemfontein: Free State Printers.

Department of Education. 2005b. *Inclusion Guidelines for Assessment*. Department of Education: Pretoria: Seriti Printing (Pty) Ltd.

Department of Education. 2005c. *RNCS Orientation*. Department of Education: Pretoria: Seriti Printing (Pty) Ltd.

Department of Education. 2005d. *SAG: National Curriculum Statements Grades 10 -12 (General) Subject Assessment Guidelines: Mathematics*. Department of Education: Pretoria: Seriti Printing (Pty) Ltd.

De Vos, A. S., Strydom, H., Fouché, C. B. & Delport, C.S. 2005. *Research at Grass Roots* (3rd ed.). Pretoria: Van Schaik.

De Vries, R. 2002. *Developing a constructivist early childhood curriculum. Practical principles and activities*. New York: Teachers College Press.

Dienes, Z. P. 1960. *Building up mathematics*. London: Hutchinson Educational Ltd.

Dienes, Z.P. 1963. *An experimental study of mathematics-learning*. London: Hutchinson.

Dienes, Z. P. & Golding, E. W. 1971. *Approach to modern mathematics*. New York: Herder and Herder.

- Duffy, T.M. & Jonassen, D.H. 1993. *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Durkin, K. & Shire, B. 1991. *Language in Mathematical Education*. Philadelphia: Open University Press.
- Du Toit, L. 2002. *Quality Assessment of the Management of an Instructional Offering Process: Research Methodology in the B. Tech. Programme in Technikon: A systems approach*. Ongepubliseerde Ph.D.-proefskrif. Bloemfontein: Universiteit van die Vrystaat.
- Dweck, C.S. 1986. Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(10):1040-1048.
- Eccles, J. 1983. Expectancies, values and academic behaviours. In Spence, J.T (Ed.), *Achievement and achievement motives*. New York: Freeman & Co.
- Ernest, E. 1986. *Some principles and procedures for the conduct of educational games*. Unpublished M-thesis. Iowa: University of Iowa.
- Evans, R. 1973. *Jean Piaget: The Man and His Ideas*. New York: E.P. Dutton & Co.
- Fehr, H. 1988. A philosophy of arithmetic instruction. *Arithmetic Teacher*, 28:37-41.
- Ford, T. 2006. *Games – Are students learning or just having fun?* Chatham: Looking Press.
- Forman, G.E. 1980. *The child's construction of knowledge: Piaget for teaching children*. Washington DC: National Education Association.
- Fosnot, C.T. 1989. *Constructivism: Theory, Perspectives and Practice*. New York: Teachers College Press.

- Fowler, G. & Mangione, L. 1990. *Gestandaardiseerde onderhoude in die navorsing-situasie*. Pretoria: Naspers.
- Freire, P. 1970. *Pedagogy of Games*. New York: Continuum.
- Gagné, R.M. 1977. *The conditions of learning* (3rd ed.). Holt: Rinehart & Winston.
- Gallagher J.J. 1994. Teaching and Learning: new models. *Annual Psychology*, 45:171-195.
- Gardner, M. 1983. *Wheels, Life and Other Mathematical Amusements*. New Jersey: Freeman and Company.
- Gay, L.R. 1981. *Educational Research Competencies for Analysis and Application* (2nd ed.). Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co.
- George, E.H. 2006. *Constructivist Learning Theory*. Verkry van die wêreldwye netwerk op 30/10/06. <http://www.exploratorium.edu.html>.
- Gibilisco, S. 2004. *Statistics Demystified*. New York: McGraw-Hill
- Ginsburg, H. & Opper, S. 1979. *Piaget's theory of intellectual development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Glesne, C. & Peshkin, A. 1992. *Becoming Qualitative Researchers. An Introduction*. New York: Longman Publishing Group.
- Goetz, J. & Le Compte, M. 1984. *Ethnography and qualitative design in educational research*. New York: Academic Press.
- Golcher, J. 1978. Child's play: A social work responsibility? *Social Work Today*, 9(25): 12-14.

- Gough, J. 1978. Games and Puzzles. *Viniculum*, 15(4):121-122.
- Gough, J. 1991a. Mathematics Games that really teaches Mathematics. *Prime Number*, 6(2):3-6.
- Gough, J. 1991b. Some Mathematics Games and Comments about Using Games. *Prime Number*, 6(2):17-22.
- Gredler, R. 1997. *What is Constructivism?* Verkry van die wêreldwye netwerk op 01/11/06. <http://hagar.up.ac.za/cattslearner.htm>.
- Grey, A.M. 1987. *Die Belangrikheid van Aanvangsonderwys*. Ongepubliseerde M.A.-verhandeling. Pretoria: Universiteit van Suid-Afrika.
- Halliday, M.A.K. 1975. *Interactions between language and mathematical education*. Kopenhagen: Unesco.
- Hiebert, J. 1997. *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth: Heinemann.
- Hildebrandt, C. 1998. Mathematical Games. *Teaching Children Mathematics*, 5(3). Towson: University of North Iowa.
- Hildebrandt, C. 2005. Cooperative and Competitive Games in Constructivist Classrooms. *The Constructivist*, 16(1):1-11.
- Hill, T. & Gough, J. 1992. *Work it out with Maths Games*. Melbourne: Oxford University Press.
- Hitchcock, G. & Hughes, D. 1995. *Research and the Teacher*. London: Routledge.

- Hunsley, J. 1987. Cognitive processes in Mathematics anxiety and test anxiety: the role of appraisals, internal dialogue and attributions. *Journal of Educational Psychology*, 79:388-392.
- Howell, D.C. 2002. *Statistical methods for psychology* (5th ed.). Johannesburg: Duxbury.
- Inkpen, K., & Booth, K.S. 1995. *Playing together beats playing apart*. London: CSCL.
- Inkpen, K., Upitis, R. & Ndunda, M. 1994. We have never forgetful flowers in our garden. *Journal of Mathematics & Science Teachers*, 13(4):383-403.
- Ittigson, R. 2002. Helping Students Become Mathematically Powerful. *Teaching Children Mathematics*, 9(2):91-95. Society of National Association Publications.
- Jansen, C.P.J. 1984. *'n Model van 'n Kurrikulumsentrum vir die RSA*. Ongepubliseerde D.Ed-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
- Jansen, J.V. 2004. *Taalvaardigheid as moderator in die voorspelling van akademiese prestasie*. Ongepubliseerde M.A.-verhandeling. Bloemfontein: Universiteit van die Vrystaat.
- Jones, S. 1986. *Organizational analysis and Game Development*. Mangham: John Wiley & sons Ltd.
- Keen, P. 1991. *Relevance of games: Improving quality, confidence, cohesion and impact*. Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling. England: Oxford.
- Kerlinger, F.N. 1986. *Foundations of Behavioral Research* (3rd ed.). New York: Holt, Richart & Winston.

- Kerslinger, V. 1988. *Empiriese navorsing: 'n Sikliese verloop*. Port Elizabeth: Serenti Printers.
- Klawe, M. 1993. Bringing Mathematical Research to life in the schools. *Proceedings of the 7th Conference on Mathematics Education*. Canada: Quebec.
- Krathwohl, D.R. 1993. *Methods of educational and social science research: An integrated approach*. New York: Longman.
- Krathwohl, D.R., Bloom, B.S., & Masia, B.B. 1973. *Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals. Handbook II: The Affective Domain*. New York: David McKay Co. Inc.
- Leedy, P.D. & Ormond, J.E. 2001. *Practical Research*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Leigh, J. 1971. *Young people and leisure*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Liebenberg, I.S. 1999. *Die voorspelling van akademiese prestasie van teeknikon-afstand-onderrigstudente met diverse onderwysagtergronde*. Ongepubliseerde MA-verhandeling. Bloemfontein: Universiteit van die Vrystaat.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. 1985. *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills:Sage. In Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. (Eds). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage.
- Lindquist, I. 1977. *Therapy through Play*. London: Arington, Books Ltd.
- MacGregor, M. 1986. A fresh look at fruit salad algebra. *Australian Mathematics Teacher*, 42:9-11.

- Malekele, M.D. 1994. *Prediction of academic success of students in an academic development programme*. Ongepubliseerde M.A.-verhandeling. Bloemfontein: Universiteit van die Vrystaat.
- Marais, J.L. 1994. Die Taal van Wiskunde. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 8(1):16-19.
- Marschall, C. & Rossmann, G.B. 1995. *Designing qualitative research* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Martinez, J.G.R. 1987. Preventing math anxiety: a prescription. *Academic Therapy*, 23:117-125.
- Maykut, P. & Morehouse, R. 1994. *Beginning Qualitative Research. A Philosophic and Practical Guide*. London: The Palmer Press.
- McFee, G. 1993. Reflections on the Nature of Action Research. *Cambridge Journal of Education*, 23(2):173-184.
- McKernan, J. 1991. Action Research. Reflective Practice and Teacher Education at a University Inservice Curriculum Practicum. In Collins, C. & Chippendale, P. (Eds). *Proceedings of the First World Congress on Action Research and Process Management, Volume One*, pp. 62-70. Australia: Acorn.
- McMillan, J.H. & Schumacher, S. 1989. *Research in Education: A Conceptual Introduction* (2nd ed.). Washington DC: Scot Foresman and Company.
- McNiff, J. 1993. *Teaching as Learning. An Action Research Approach*. London: Routledge.
- McTaggart, R. 1991. Principles for participatory action research. *Adult Education Quarterly*, 41(3):168-187.

- Meece, J. 1980. A theoretical framework for studying students' course selection in Mathematics. *Paper presented at a meeting of American Educational Research Association, Boston* during the summer of 1980.
- Meirovitz, M. & Jacobs, P.I. 1987. *Brain Muscle Builders: Games to Increase Your Natural Intelligence*. New Jersey: Hawker Bronlow/Trillium.
- Miller, R. 1992. Double, double, toil and trouble: the problem of student selection. *South African Journal of Higher Education*, 6(1):98-104.
- Milne, A. 2005. *Taalverwante onderrig- en leerprobleme in wiskunde in die Motheo- en Xhariep-distrikte*. Ongepubliseerde M.Ed.- skripsie. Bloemfontein: Universiteit van die Vrystaat.
- Monroe, P. 1917. *A text-book in the History of Education*. New York: The Macmillan Co. Ltd.
- Mouton, J. 2003. *How to succeed in your Master's & Doctoral studies*. Pretoria: Van Schaik.
- Moyles, J.R. 1989. *Just Playing*. Philadelphia: Open University Press.
- Muller, G. 1991. Waarom is spel belangrik. *Opvoeding en Kultuur*, 14(2):20-21.
- Nel, J. 1997. Kinders speel nie meer nie. *Die Volksblad*, 7(10):7.
- Newlands, L., Russel, S. & Joyner, R. 1998. *A Revision Guide for Mathematics*. Pretoria: Walrus Books Ltd.

- Niemann, R. 2000. Objectivity, reliability and validity in qualitative research. *South African Journal of Education*, 20(4):283-285.
- Norman, D.A. 1993. *Things that make us smart: Defining human attributes in the age of the Machine*. New York: Addison-Wesley.
- O'Connor, J.J. & Robertson, E.F. 1996. Mactutor *History of Mathematics*, May. Verkry van die wêreldwye netwerk op 30/10/06. <http://www-history.st-andrews.ac.uk>.
- Odendal, F.F., Schoonees, P.C., Swanepoel, C.J., Du Toit, S.J. & Booyesen, C.M. 1996. *Groot Afrikaanse Woordeboek*. Kaapstad: Perskor Uitgewery.
- Orten, A. 1987. *Learning Mathematics: issues, theory and classroom practice*. London: Cussell Educational.
- Pappas, T. 2004a. *The Magic of Mathematics*. San Carlos: Wide World Publishing.
- Pappas, T. 2004b. *Mathematical Footprints*. San Carlos: Wide World Publishing.
- Pappas, T. 2005. *Mathematical Scandals*. San Carlos: Wide World Publishing.
- Parr, A. 1994. Games for Playing. *Education Guidance*, 23(3):12-24.
- Pascarella, E. 2005. *Manipulating Math with Games*. Verkry van die wêreldwye netwerk op 11/9/05. <http://www.chatham.edu>.
- Paton, M. Q. 2002. *Qualitative research and evaluation methods*, (3rd ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Piaget, J. 1947 (English 1950). *The Psychology of Intelligence*. New York: Viking Press.

- Piaget, J. 1958. *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. Verkry van die wêreldwye netwerk op 23/10/07: <http://webspaceship.edu/piaget.html>.
- Piaget, J. 1972a. *Development and Learning*. New York: Hartcourt Brace Janovich.
- Piaget, J. 1972b. *To Understand is to Invent*. New York: Viking Press.
- Poskitt, J. 1994. *Research as learning: The realities of Action Research in a New Zealand Individualised Learning Programme*. Ongepubliseerde Ph.D.-tesis. Palmerston North: Massey Universiteit.
- Post, T. 1988. Some notes on the nature of mathematics learning. In Post T. (Ed.), *Teaching Mathematics in Grades K-8: Research Based Methods*, pp. 1-19. Boston: Allyn & Bacon.
- Potgieter, J. & Malan, J. 1986. *Krappe en Kraaie: 'n Inligtingsgids*. Stellenbosch: Universiteitsuitgewers.
- Pounder, J.S. 1997. *Measuring the Performance of Institutions of Higher Education in Hong Kong: An organisational effectiveness approach*. Ongepubliseerde Ph.D.-tesis. Brunel: Universiteit van Brunel.
- Prawat, R.S. & Floden, R.E. 1994. Philosophical Perspectives on Constructivist Views of Learning. *Educational Psychologist*, 29(1):37-48.
- Prawat, R.S. 1995. Misleading Dewey: Reform, projects and the language game. *Education Researcher*, 24(7):13-27.
- Pretorius, J., Potgieter, R. & Ladewig, W. 2005. *Mathematics Plus*. Kaapstad: Oxford University Press.

- Provenzo, E.F. 1991. *Video kids: Making sense of Nintendo*. Cambridge: Harvard University Press.
- Reaves, C.C. 1992. *Quantitative Research for the Behavioral Sciences*. New Jersey: Scott Foresman and Company.
- Reese, W.L. 1980. *Dictionary of philosophy and religion*. New Jersey: Atlantic Highlands.
- Riegler, A. 2006. *Radical Constructivism*. Verkry van die wêreldwye netwerk op 30/10/06. <http://www.univie.ac.at/constructivism>.
- Robinson, D. & Reed, V. 1998. *The A-Z of Social Research Jargon*. England: Ashgate Publishing Limited.
- Rossmann, G.B. & Rallis, S. T. 2003. *Learning in the field: an introduction to qualitative research* (2nd ed.). California: Sage.
- Rossouw, D. (Ed.) 2003. *Intellectual tools: skills for the human sciences* (2nd ed.). Pretoria: Van Schaik.
- Rutherford, M. & Watson, P. 1990. Selection of students for science courses. *South African Journal of Education*, 10(4):353-359.
- Samkin, J.G. 1996. Should matriculation results represent the sole admission criterion to the first year Accounting program – preliminary evidence from the University of Durban-Westville. *South African Journal of Education*, 16(2):117-122.
- Schwarzenberger, R. 2000. *The Language of Geometry*. Philadelphia: Applied Probability Trust.

- Sedighian, K. 1996. An investigation of design factors of a game-based learning environment. *Paper delivered during the 2nd International Conference on the Learning Sciences.*
- Sedighian, K. & Klawe, M.M. 1996a. An interface strategy for promoting reflective cognition in children. *Proceedings of CHI '96, Conference Companion: Human Factors in Computing Systems.* Pp. 177-178.
- Sedighian, K. & Klawe, M.M. 1996b. Super Tangrams: A Child-centered approach to designing a mathematics learning environment. *Paper delivered during the 2nd International Conference on the Learning Sciences.*
- Shaftel, I., Dass, L. & Schnabel, S. 2005. Maths Games for Adolescents. *Teaching Exceptional Children*, January /February: 25-30.
- Shrager, J. & Klahr, D. 1986. Instructionless learning about a complex device: the paradigm and observations. *Int. J. Man-Machine Studies*, 25:153-198.
- Silverman, D. 2000. *Doing Qualitative Research: A Practical Handbook.* London: Sage Publications Ltd.
- Skemp, P.R. 1971. *Learning Mathematics.* England: Penguin.
- Skemp, P.R. 1986. *The psychology of learning Mathematics* (2nd ed.). Middelsex: Penguin Books.
- Slosky, J. 2004. *Everyday Mathematics.* New York: Carnegie Mellon University.
- Smaling, A. 1994. *Course material for the qualitative methodology- winter school.* Pretoria: HSRC.
- Spence, J.T. 1983. *Achievement and achievement motives.* Washington DC: Freeman & Co.

- Starfield, S. 1992. Language and Academic Achievement: Academic support at the University of Witwatersrand. *Journal for language teaching*, 26(11):1-6.
- Stinson, C. & Dodge, M. 2004. *Microsoft Office Excel Inside Out*. Washington: Microsoft Press.
- Sullivan, T.J. 2001. *Methods of Social Research*. London: Harcourt College Publishers.
- Tapson, F. 1997. Mathematics in School. *Mathematics Teacher*, 26(4):2-6.
- Tapson, F. 1999. *Oxford Mathematics Study Dictionary*. Oxford University Press.
- Tennant, M. 1988. *Psychology and adult learning*. London: Routledge.
- Thompson, D. & Rubenstein, R. 2000. Learning Mathematics Vocabulary: Potential Pitfalls and Instructional Strategies. *Mathematics Teacher*, 93(10):568-574.
- Tobias, S. 1978. *Overcoming math anxiety*. New York: Norton.
- Trist, E. 1979. *Theory and practice of games in Education*. Uittreksel uit 'n ongepubliseerde Ph.D.- tesis. Atlanta: Universiteit.
- Umalusi Eksamenverslag. 2003. Pretoria: Seriti Printing (Pty) Ltd.
- Van Heerden, M.E. 1993. Unisa se swart studente uit 'n sosio-kulturele perspektief. *Progressio*, 15(2):24-70.
- Van Wyk, A. 2003. Matriekuitslae en taalvaardigheid: Hoe moet die kloof oorbrug word? *Die Volksblad*, 1(14):6.
- Verschaffel, L., Greer, B. & De Corte, E. 2000. *Making sense of problems*. Lisse: Swets & Zeitlinger.

Viney, N. & Grant, N. 1978. *Ball Games*. London: Heinemann.

Visser, D. 1985. Wiskunde-angs en keuse van studierigting. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 5:113-117.

Volmink, J. 1993. Learning Mathematics in a second language. *For the Learning of Mathematics*, 18-32.

Von Glaserfeld, E. 1989. "A constructivist approach to teaching." In Stetle, L. & Gale, J. 1995. *Constructivism in Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Von Glasersfeld, E. 1991. *Radical Constructivism in Mathematics Education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Vorderman, C. 1996. *How Mathematics works*. London: Dorling Kindersley.

Vrey, J.D. 1987. *The self-actualising educant* (4th ed.). Pretoria: Universiteit van Suid Afrika.

Vygotsky, L.S. 1962. *Thought and Language*. Cambridge, M.A.: M.I.T. Press.

Vygotsky, L.S. 1978. *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Watkins, A., Scheaffer, R. & Cobb, G. 2004. *Statistics in Action*. Emeryville: Key Curriculum Press.

Welsh, M. 1998. *The 24-game Challenge*. New York: Blackpool.

West, J. 1990. Play work and Play therapy: Distinctions and Definitions. *Adoption & Fostering*, 14(4):31-37.

Wiersma, W. 1995. *Research Methods in Education: An Introduction*. London: Allyn and Bacon.

Williams, D. 2005. *Multiplication games*. Pittsburgh: Chatham College.

Wood, D. 1998. *How children think and learn* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishers.

Elektroniese bronne gebruik sonder spesifieke outeurs

Essays on Eduaction: Verkry van die wêreldwye netwerk op 28/10/06.

<http://www.tewson.edu/mctp/essays.htm>.

Funderstanding Piaget's influence on learning: Verkry van die wêreldwye netwerk op 20/05/07. <http://www.funderstanding.org>.

Funderstanding Polya's steps for solving mathematical problems: Verkry van die wêreldwye netwerk op 20/05/07. <http://www.funderstanding.org>.

Funkey Maths: Verkry van die wêreldwye netwerk op 10/01/07.

www.keystolearning.co.za.

Games a: Verkry van die wêreldwye netwerk op 28/10/06.

<http://www.coe.uk.edu/ebook/congames.htm>.

Games b: Verkry van die wêreldwye netwerk op 29/11/05.

<http://www.chatham.edu>.

Games c: Verkry van die wêreldwye netwerk op 11/9/05.

<http://www.ex.ac.uk/cimt/games/gameindx.htm>.

Games in the classroom: Verkry van die wêreldwye netwerk op 11/11/05.

<http://www.projects.ex.ac.uk/trol/trol/gameclas.htm>.

Mathematical games: Verkry van die wêreldwye netwerk op 11/11/05.

<http://www.bbc.co.uk>.

Mathematical Games: Verkry van die wêreldwye netwerk op 30/10/06.

<file://E:\mathematical%20games.htm>.

Teachersnetwork: Verkry van die wêreldwye netwerk op 11/9/05.

<http://teachersnetwork.org>.

The Global Schoolhouse: Verkry van die wêreldwye netwerk op 28/10/06.

<http://www.gsh.org>.

The Trade Fair of the Second Unesco Congress on Education:. Verkry van die wêreldwye netwerk op 27/10/06. <http://aie.msk/english/confer/fair.html>.

Thirteen Ed Online: Verkry van die wêreldwye netwerk op 28/10/06.

<http://www.thirteen.org/edonline/refwwb>.

Wikipedia – free electronic encyclopedia: Verkry van die wêreldwye netwerk op 30/10/06.

<http://en.wikipedia.org/wiki/%28mathematics%29>.

Speletjie gebruik in die intervensie

Oorlogskepe: 1990, Milton Bradley Company

Persoonlike kommunikasie met vergunning van die betrokke persone

- De Wet, W. - Adjunkhoof onderwyskundige
 - Sielkundige verbonde aan die Departement van Onderwys.
 - Werksaam in die spesiale behoefte eenheid
- Hildebrandt, C. Professor in Wiskunde-onderrig aan die Universiteit van Ohio
 - meer as 40 artikels gepubliseer
 - meer as 10 boeke gepubliseer
- Basson, J. Lektor in wiskunde aan Johannesburg Universiteit
 - aanbieder van NKV-werkswinkels vir onderwysers en leerders
 - skrywer van wiskunde-handboeke

BYLAE A

Opsommende vergelyking tussen instrumente, doelwitte, literatuur, NKV- uitkomste en -assesseringstandaarde

Doelwit	Toetsvrae	Speletjie	Literatuur	NKV Uitkomste	NKV Asseseringstandaarde
Vraelys A					
1	1 & 8	Alle speletjies	2.2.3; 2.9.1; 2.9.3	3; 5	Alle Asseseringstandaarde met werkwoorde soos: maak; verskaf; demonstreer; ondersoek; los op; verstaan; beskryf; teken; veralgemeen
Wiskunde-angs	2 & 15	Alle speletjies	2.2.3; 2.9.1; 2.9.3	3; 5	
	3 & 9 & 14	Alle speletjies	2.2.3; 2.9.1; 2.9.3	3; 5	
	4 & 13	Alle speletjies	2.2.3; 2.9.1; 2.9.3	3; 5	
	5 & 10	Alle speletjies	2.2.3; 2.9.1; 2.9.3	3; 5	
	6 & 11	Alle speletjies	2.2.3; 2.9.1; 2.9.3	3; 5	
	7 & 12	Alle speletjies	2.2.3; 2.9.1; 2.9.3	3; 5	
Vraelys B					
1	1	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	Alle Asseseringstandaarde met werkwoorde soos: maak; verskaf; demonstreer; ondersoek; los op; verstaan; beskryf; teken; veralgemeen
Self-konsep	2	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	3	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	4	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	5	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	6	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	7	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	8	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	9	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
	10	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	2; 3; 5; 9	
Vraelys C					
1	1 & 7	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	3; 8; 9	Alle Asseseringstandaarde met werkwoorde soos: maak; verskaf; demonstreer;
Motivering	2 & 11	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	3; 8; 9	
	3 & 8	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	3; 8; 9	
	4 & 9 & 12	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	3; 8; 9	
	5 & 10	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	3; 8; 9	

	6 & 14	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	3; 8; 9	ondersoek; los op; verstaan; beskryf; teken; veralgemeen
	13 & 15	Alle speletjies	2.2.3; 2.2.4; 2.9.1; 2.9.3	3; 8; 9	
Voor- en natoets					
2 + 3	Afdeling A				
Basiese rekenvaardighede	1 faktore	Kolskoot; Top 20	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	10.1.3; 10.2.4; 10.2.5
	2 veelvoude	Kolskoot; Top 20	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	10.1.3; 10.2.4; 10.2.5
	3 persentasie	Wholly	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	10.1.4; 10.4.1
	4 verhouding	Wholly; Top 20; Top Score C	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	10.2.7; 10.2.1
	5 basiese berekeninge; breuke; desimale getalle	Kry 15; Vang die getalle; In die blokke; Top 20; Top Score D	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	6 Vereen- voudiging	Kolskoot; Wholly; Top 20; Top Score D	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	7 logiese redenering	Kry 15; Vang die getalle; Top 20; Top Score C; Top Score D	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	Afdeling B				
Taalvaardigheid	1 voltooi definisie	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4 ; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	2 voltooi definisie	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	3 voltooi definisie	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	4 voltooi definisie	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	Afdeling C				
Taalvaardigheid	1 kies omskrywing	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde

	2 kies omskrywing	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	3 kies omskrywing	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	4 kies omskrywing	Ek het ... ; Oorlogskepe	2.2.4; 2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	Afdeling D				
Basiese rekenvaardighede Taalvaardigheid Redenasie	1 ekwivalente vorms	Ek het ...	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	10.2.1; 10.2.2
	2 ko-ordinaat-sisteem	Oorlogskepe	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	10.2.1; 10.2.2
	Afdeling E				
Basiese rekenvaardighede Taalvaardigheid Redenasie	1 logika	Kry 15; Vang die getalle; Top Score C; Top Score D; Oorlogskepe	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
	2 logika	Kry 15 Vang die getalle; Top Score C; Top Score D; Oorlogskepe	2.8; 2.9.2; 2.9.3	1; 3; 4; 5; 8	Alle Asseseringstandaarde
Onderhoud met leerders					
1; 2; 3	1 voel oor wiskunde		2.2.3; 2.9.1	3	Alle Asseseringstandaarde met werkwoorde soos: maak; verskaf; demonstreer; ondersoek; los op; verstaan; beskryf; teken; veralgemeen
	2 klas opwindend		2.2.2	7	
	3 aktief betrokke		2.2.4	2	
	4 laat ingee		2.9.1	3	
	5 glo suksesvol kan wees		2.2.3; 2.9.1	3	
	6 beskryf prestasie		2.9.1; 2.9.3	5	

	7 negatiewe terugvoer		2.9.1	2; 3	
Onderhoud met onderwysers					
1; 2; 3	1 leerders beleef wiskunde		2.2.3; 2.9.1	7	Alle Assesseringstandaarde met werkwoorde soos: maak; verskaf; demonstreer; ondersoek; los op; verstaan; beskryf; teken; veralgemeen
	2 vlak van basiese vaardighede		2.8	1; 4; 5; 8	
	3 vlak van prestasie		2.2.1; 2.2.2; 2.9.3	1; 4; 5; 8	
	4 gebruik van speletjies		2.8; 2.9.2	7	
	5 laat en prestasie		2.9.1; 2.9.3	3	
	6 leerders aktief betrokke		2.3.4; 2.9.1	2; 3	
	7 terugvoer sessies		2.9.1	5	
	8 negatiewe terugvoer		2.9.1	5	
	9 glo in hulself		2.9.1	2; 3; 9	

BYLAE B

QUESTIONNAIRE A

Consider the 15 statements and indicate to what extent they reflect your feelings and thoughts about mathematics by making a cross in the appropriate block.

		1	2	3	4	5
1	Mathematics is the subject I fear most	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
2	A mathematics test or exam will make me anxious	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
3	I am excited about doing Mathematics	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
4	I feel confident when attempting mathematical games	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
5	I usually hand in Mathematics tasks late or never	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
6	Mathematical games make me feel uncomfortable	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
7	I am afraid to make mistakes when doing Mathematics	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
8	I am relaxed in mathematics classes	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
9	Mathematics always seems very difficult	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
10	I enjoy doing mathematics tasks	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
11	I like playing mathematical games	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
12	I can learn from my mistakes in the Mathematics class	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
13	Mathematical games make me feel restless	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
14	Mathematics makes me confused	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree
15	I am usually relaxed during mathematics tests and exams	Definitely agree	Agree	Not sure	Disagree	Definitely disagree

BYLAE C

QUESTIONNAIRE B

In this questionnaire you are going to be asked questions about your general achievement and ability in mathematics and you answer by making a cross in the appropriate block.

		1		2		3		4		5
1	How do you think your achievement in mathematics will compare with the rest of your class at the end of grade 10?	among the weakest		below average		average		above average		among the best
2	How good do you think your work is in mathematics?	among the weakest		below average		average		above average		among the best
3	How do you feel your mathematics ability compares with the rest of your class?	among the weakest		below average		average		above average		among the best
4	How do you think your achievement in mathematics is compared to your other subjects?	among the weakest		below average		average		above average		among the best
5	What do you think your class position in mathematics will be at the end of grade 10?	among the best		above average		average		below average		among the weakest
6	How do you evaluate your own ability to play mathematical games in comparison with the pupils in your class?	among the best		above average		average		below average		among the weakest
7	How good do you feel your ability is to explain solutions of mathematics problems to your peers?	among the best		above average		average		below average		among the weakest
8	In comparison with your fellow pupils, how well do you feel you could achieve at playing mathematical games?	among the best		above average		average		below average		among the weakest

BYLAE D

QUESTIONNAIRE C

You are required to decide to what extent you agree or disagree with the 15 statements. Indicate your answer by making a cross in the appropriate block.

		1	2	3	4	5
1	Mathematics is boring	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
2	I do as little work as possible when mathematics is involved	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
3	Mathematical games are very interesting	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
4	When I cannot answer a mathematics problem immediately, I leave it out	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
5	I do not want to get involved in mathematics again after school	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
6	I enjoy mathematics problems and mathematical games	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
7	I want to learn more about mathematics	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
8	I do not enjoy playing mathematical games	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
9	When I am given a mathematics problem, I continue until I have the solution	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
10	I want to include mathematics in my studies after school	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
11	I want to use every opportunity to develop my mathematics skills further	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
12	I cannot stop when I start with mathematics and mathematical games	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
13	The challenge of a mathematics problem does not appeal to me	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
14	I cannot understand why some people can enjoy mathematics and mathematical games	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree
15	Mathematics problems always create a challenge for me	definitely agree	agree	not sure	disagree	definitely disagree

BYLAE E

PRE AND POST TEST

SECTION A

Answer the following questions to the best of your ability.

1. Give the factors of 15.

2. Write down the next three multiples of 7.

3. What is 20% of R40?

4. Write in the simplest form: 75:125.

5. Write only the answers

$$\sqrt{16} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$3,76 + (-0,33) = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$-19 - (-27) = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$-3 \times -2 \times -3 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{3}{4} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$-20 \div (-4) = \underline{\hspace{10cm}}$$

6. Simplify

$$3 - 3a - 1 + 5a = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$x - 3y - 6 - 3x + 2y + 5 = \underline{\hspace{10cm}}$$

7. Insert brackets to make the number statement true.

For example: Insert brackets to make the number sentence true.

$$12 + 3 \times 4 = 60 \longrightarrow (12 + 3) \times 4 = 60$$

$$18 \div 3 \times 2 + 8 = 60 \quad \underline{\hspace{15em}}$$


$$21 - 5 \times 3 = 6 \quad \underline{\hspace{15em}}$$

$$1 + 2 \times 15 - 4 = 33 \quad \underline{\hspace{15em}}$$

SECTION B

In this section you must choose the mathematical term that will complete the statement the best according to your understanding.

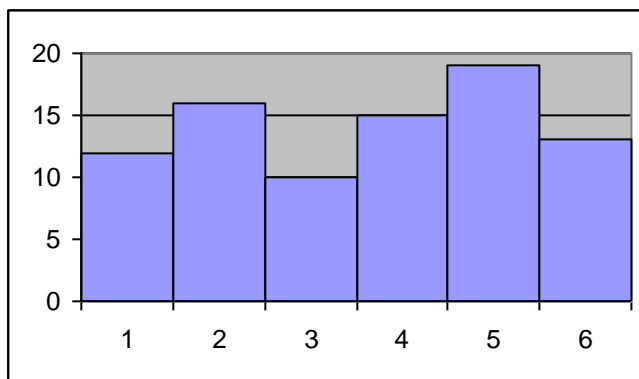
For example: A line segment joining two corners that are not next to each other in any polygon is called a

A	B	 C	D	E
diameter	difference	diagonal	dimension	cannot say

1. The amount of space that a solid shape occupies is the of the solid shape.

A	B	C	D	E
area	perimeter	volume	circumference	cannot say

2. The following graph is a ...



A	B	C	D	E
bar graph	histogram	pie chart	pictogram	cannot say

3. Whole numbers which divide exactly into a whole number are called of the whole number.

A	B	C	D	E
factors	equations	products	exponents	cannot say

4. The ways a shape can be reflected and turned to fit onto itself is called the of the shape.

A	B	C	D	E
transformation	rotation	translation	symmetry	cannot say

SECTION C

In this section you must choose the best explanation according to your understanding of the meaning of each mathematics term given:

For example: Diameter

A	B	C	D	E
A cube marked with a certain number of spots	A line segment joining two points of a circle and passing through the centre of a circle	A name given to pictures or sketches of geometric figures	A line segment joining two corners that are not next to each other in any polygon	cannot say

1. Translation

A	B	C	D	E
Slide a shape into a new position	Two things change places	To change something in some way	Moving points so that they stay the same distance from a fixed point	cannot say

2. Equation

A	B	C	D	E
The result of multiplying two or more numbers	An important mathematical result which is found to be useful	A general rule that is usually expressed algebraically	A mathematical statement involving an '=' sign	cannot say

3. Prime Number

A	B	C	D	E
A mixed number consisting of a whole number and a fraction	A number having only 1 and itself as factors	All the whole numbers	Any number that can be written as a whole number and a fraction	cannot say

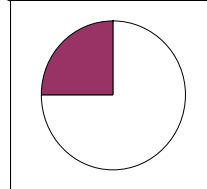
4. Mean

A	B	C	D	E
The greatest value of a function	The number which occurs most often	The average of a few numbers	The number that is in the middle of an arranged set of numbers	cannot say

SECTION D

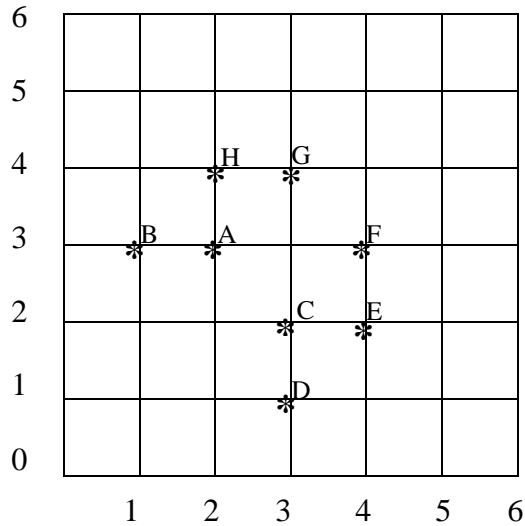
In this section you must decide which answer is the best answer for the given question.

1. The shaded area in the pie-chart represents ... of the total area of the pie-chart.



A	B	C	D	E
$\frac{6}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	cannot say

Use the Cartesian plain to answer the following two questions:



2. The co-ordinates of point D is given by

A	B	C	D	E
(3 ; 1)	(4 ; 5)	(1 ; 3)	(5 ; 4)	cannot say

The co-ordinate pair (2 ; 4) is indicated on the Cartesian plain by the letter

A	B	C	D	E
G	H	I	F	cannot say

SECTION E

In this section you must decide which learner's work is correct according to you, and then indicate what is wrong with the answers of the others.

John, Anna and Morwesi each calculated the product $(3a - 10b)^2$

John's answer: $9a^2 - 60ab + 100b^2$

Anna's answer: $3a^2 + 60ab + 10b^2$

Morwesi's answer: $9a^2 + 30ab + 100b^2$

1. Who calculated it correctly? _____

2. Explain what according to you went wrong with the other two calculations.

Matli, Nickey and Thebe factorised the statement: $a^2 - 6 + 2a - 3a$

Matli	Nickey	Thebe
$a^2 - 6 + 2a - 3a$ $= a^2 - 6 - a$ $= a(a - 1) - 6$	$a^2 - \underline{6} + 2a - 3a$ $= a^2 - 6 + a(-1)$ $= a^2 - 6 - a$ $= a(a - 6 - 1)$ $= a(a - 5)$	$a^2 - 6 + 2a - 3a$ $= a^2 + 2a - 6 - 3a$ $= a(a + 2) - 3(2 + a)$ $= (a + 2)(a - 3)$

3. Did anyone factorise it correctly according to you? _____

4. Explain what went wrong according to you with the other calculation(s).

PRE AND POST TEST MEMORANDUM

SECTION A

Answer the following questions to the best of your ability.

1. Give the factors of 15.

$$1; 3; 5; 15 \quad [4]$$

2. Write down the next three multiples of 7.

$$14; 21; 28 \quad [3]$$

3. What is 20% of R40?

$$\frac{20}{100} \times R40 = R8 \quad [1]$$

4. Write in the simplest form: 12:18.

$$\frac{12}{18} = \frac{2}{3} \quad [2]$$

5. Write only the answers

$$\sqrt{16} = \pm 4$$

$$3,76 + (-0,33) = 3,43$$

$$-19 - (-27) = 8$$

$$-3 \times -2 \times -3 = -18$$

$$\frac{1}{2} + \frac{3}{4} = \frac{5}{4}$$

$$-20 \div (-4) = 5 \quad [6]$$

6. Simplify

$$3 - 3a - 1 + 5a = 2a - 2$$

$$x - 3y - 6 - 3x + 2y + 5 = -2x - y - 1 \quad [2]$$

7. Insert brackets to make the number statement true.

For example: Insert brackets to make the number sentence true.

$$12 + 3 \times 4 = 60 \longrightarrow (12 + 3) \times 4 = 60$$

$$18 \div 3 \times 2 + 8 = 60 \qquad (18 \div 3) \times (2 + 8)$$

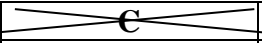
$$21 - 5 \times 3 = 6 \qquad 21 - (5 \times 3)$$

$$1 + 2 \times 15 - 4 = 33 \qquad (1 + 2) \times (15 - 4)$$

SECTION B

In this section you must choose the mathematical term that will complete the statement the best according to your understanding.

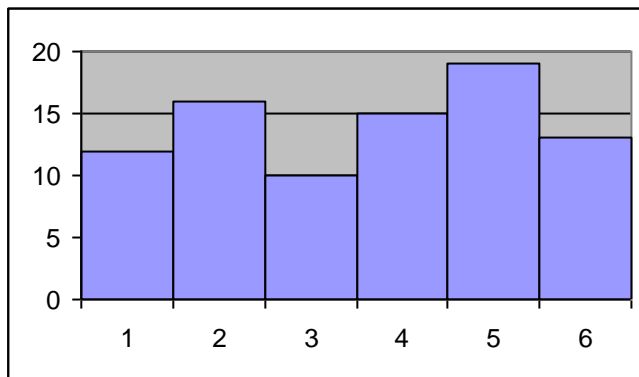
For example: A line segment joining two corners that are not next to each other in any polygon is called a

A	B	C	D	E
diameter	difference	 diagonal	dimension	cannot say

1. The amount of space that a solid shape occupies is the of the solid shape.

A	B	C	D	E
area	perimeter	volume	circumference	cannot say

2. The following graph is a ...



A	B	C	D	E
bar graph	histogram	pie chart	pictogram	cannot say

3. Whole numbers which divide exactly into a whole number are called of the whole number.

A	B	C	D	E
factors	equations	products	exponents	cannot say

4. The ways a shape can be reflected and turned to fit onto itself is called the of the shape.

A	B	C	D	E
transformation	rotation	translation	symmetry	cannot say

SECTION C

In this section you must choose the best explanation according to your understanding of the meaning of each mathematics term given:

For example: Diameter

A	B	C	D	E
A cube marked with a certain number of spots	A line segment joining two points of a circle and passing through the centre of a circle	A name given to pictures or sketches of geometric figures	A line segment joining two corners that are not next to each other in any polygon	cannot say

1. Translation

A	B	C	D	E
Slide a shape into a new position	Two things change places	To change something in some way	Moving points so that they stay the same distance from a fixed point	cannot say

2. Equation

A	B	C	D	E
The result of multiplying two or more numbers	An important mathematical result which is found to be useful	A general rule that is usually expressed algebraically	A mathematical statement involving an '=' sign	cannot say

3. Prime Number

A	B	C	D	E
A mixed number consisting of a whole number and a fraction	A number having only 1 and itself as factors	All the whole numbers	Any number that can be written as a whole number and a fraction	cannot say

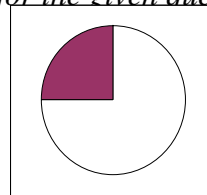
4. Mean

A	B	C	D	E
The greatest value of a function	The number which occurs most often	The average of a few numbers	The number that is in the middle of an arranged set of numbers	cannot say

SECTION D

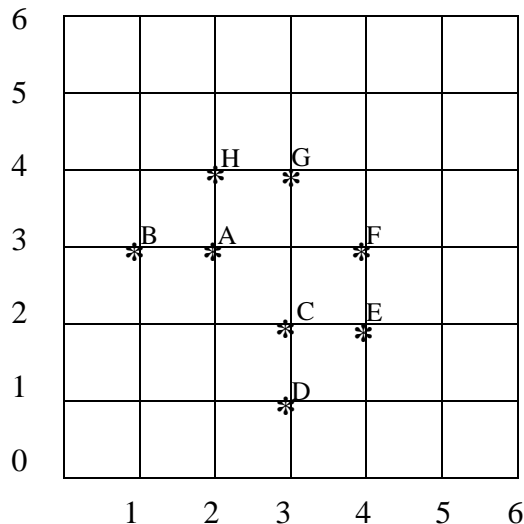
In this section you must decide which answer is the best answer for the given question.

1. The shaded area in the pie-chart represents ... of the total area of the pie-chart.



A	B	C	D	E
$\frac{6}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	cannot say

Use the Cartesian plain to answer the following two questions:



2. The co-ordinates of point D is given by

A	B	C	D	E
(3 ; 1)	(4 ; 5)	(1 ; 3)	(5 ; 4)	cannot say

The co-ordinate pair (2 ; 4) is indicated on the Cartesian plain by the letter

A	B	C	D	E
G	H	I	F	cannot say

SECTION E

In this section you must decide which learner's work is correct according to you, and then indicate what is wrong with the answers of the others.

John, Anna and Morwesi each calculated the product $(3a - 10b)^2$

John's answer: $9a^2 - 60ab + 100b^2$

Anna's answer: $3a^2 + 60ab + 10b^2$

Morwesi's answer: $9a^2 + 30ab + 100b^2$

1. Who calculated it correctly? John
2. Explain what according to you went wrong with the other two calculations.

* sign mistakes
* only multiplying the a's and not also the numbers
[4]

Matli, Nickey and Thebe factorised the statement: $a^2 - 6 + 2a - 3a$

Matli	Nickey	Thebe
$a^2 - 6 + 2a - 3a$ $= a^2 - 6 - a$ $= a(a - 1) - 6$	$a^2 - 6 + 2a - 3a$ $= a^2 - 6 + a(-1)$ $= a^2 - 6 - a$ $= a(a - 6 - 1)$ $= a(a - 5)$	$a^2 - 6 + 2a - 3a$ $= a^2 + 2a - 6 - 3a$ $= a(a + 2) - 3(2 + a)$ $= (a + 2)(a - 3)$

3. Did anyone factorise it correctly according to you? Thebe [1]

4. Explain what went wrong according to you with the other calculation(s).

Nickey – wrongly took out a common factor of a
Matli – format not correct, thus he had difficulty in getting the correct format
[4]

BYLAE F

INTERVIEW

GRADE 10 MATHEMATICS LEARNERS

- 1. How do you feel about doing mathematics?**
- 2. Is your mathematics class an exciting place to be in?**
- 3. Are you actively involved in the mathematics class?**
- 4. Do you ever give in tasks late or never?**
- 5. Do you believe that you can be successful in mathematics?**
- 6. How would you describe your achievement in mathematics?**
- 7. How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?**

BYLAE G

INTERVIEW

GRADE 10 MATHEMATICS TEACHERS

- 1. How do the learners experience mathematics?**
- 2. How would you describe the level of basic skills of the learners?**
- 3. On what level is the achievement of the learners in mathematics?**
- 4. What do you think about the use of mathematical games in the classroom?**
- 5. What relationship is there between learners who are always late with everything and their achievement in mathematics?**
- 6. Do you involve the learners actively in your class?**
- 7. Are there regular report-back sessions about the progress of the learners in your class?**
- 8. How do the learners usually react when the feedback in class is more negative?**
- 9. Do you believe that if learners believe in themselves more, that they will be able to achieve better in mathematics?**

BYLAE H

Keuses van eksperimentele groep tydens beantwoording van Vraelys A voor aanvang van die intervensie

	meeste bang		ontspanne		benoud		ontspanne		selfvertroue met speletjies		rusteloos		handig laat in		geniet take		speletjies ongemaklik		hou van speel		bang vir foute		leer uit foute		opgewonde		baie moeilik		deurmekaar		
	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos			
Vrae leersers	1	8	2	15	13	4	5	10	6	11	7	2	9	3	14																
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
2	5	4	4	4	3	3	5	4	3	4	2	3	3	4	3	4	3	4	2	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3		
3	4	4	4	4	4	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3		
4	3	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
5	1	2	1	1	3	3	2	2	5	4	2	3	1	1	1	3	4	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
6	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3			
7	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3			
8	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
9	1	1	1	1	3	2	2	1	3	3	4	3	1	1	1	3	3	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
10	3	3	3	3	4	4	5	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
11	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
12	2	2	2	2	3	3	5	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
13	1	1	1	2	3	2	2	2	4	4	3	3	2	2	2	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
14	1	2	2	2	3	4	4	3	3	4	2	3	2	2	2	3	4	2	3	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2		
15	2	2	2	2	4	4	2	2	3	4	2	3	2	2	2	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3		
16	2	2	2	3	4	4	5	2	2	4	2	3	2	2	2	4	4	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
17	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		

18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	2	2	3	2	2	3	1	1	3	3	2	2	3	3	3	3
20	2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	4	4	4	4	3	3	5	4	3	3	4	4	4	4	4	3
22	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2	2
23	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3
24	2	2	1	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	2	1	3	3	4	3	3	3	2	3	2	2	2	3
27	1	1	2	1	2	3	2	3	3	4	2	3	2	2	2	2
28	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2
29	3	3	3	2	2	3	2	3	3	4	3	3	3	3	3	2
30	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3
31	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2
32	2	2	2	2	2	2	4	3	2	3	2	2	3	3	3	3
33	3	3	2	3	4	4	3	2	1	3	1	2	2	2	3	1
34	4	4	3	4	3	4	3	3	1	4	3	3	3	3	3	3
35	3	3	2	3	3	4	4	3	2	3	1	2	2	2	2	1
36	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3
37	4	4	4	4	3	3	5	4	3	3	4	4	4	4	4	3
38	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2
39	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
40	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
41	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
42	2	3	1	3	3	4	3	3	3	4	2	2	3	3	3	1
43	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
44	3	1	1	1	3	4	3	3	2	3	1	2	1	3	3	3
45	3	2	2	2	4	3	1	2	3	3	2	2	3	2	2	4
46	3	2	3	2	3	2	1	1	3	3	2	1	3	2	2	3
47	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	3
48	1	2	2	2	3	3	1	2	3	3	1	2	1	3	3	3
49	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
50	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2
51	4	4	4	3	2	4	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4
52	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
53	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3
54	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2
55	2	3	1	3	3	4	3	3	3	4	2	2	3	3	3	1

56	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
57	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	3	3	4	3
58	1	2	2	2	3	3	1	2	3	3	1	2	1	3	3
59	1	1	1	1	3	2	2	1	3	3	4	3	1	1	1
60	3	3	3	3	4	4	5	1	3	3	3	3	3	3	3
Totale Voor	151	146	137	140	169	178	176	155	170	187	150	159	150	160	148
Rekenkundige gem.	2.52	2.43	2.28	2.33	2.82	2.97	2.93	2.58	2.83	3.12	2.50	2.65	2.50	2.67	2.47
Persentielwaarde	50.33	48.67	45.67	46.67	56.33	59.33	58.67	51.67	56.67	62.33	50.00	53.00	50.00	53.33	49.33

Keuses van eksperimentele groep tydens beantwoording van Vraelys A na afloop van die intervensie

	meeste bang	ontspanne	benoud	ontspanne	selfvertroue met speletjies	rusteloos	handig laat in	geniet take	speletjies ongemaklik	hou van speel	bang vir foute	leer uit foute	opgewonde	baie moeilik	deurmekaar
	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg
Vrae leerders	1	8	2	15	13	4	5	10	6	11	7	2	9	3	14
1	3	4	4	4	4	4	5	4	3	4	3	4	4	4	3
2	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3
3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4
4	3	2	4	3	3	2	2	2	3	4	2	3	2	3	2
5	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	3	4	2	3	2
6	3	4	3	5	2	4	4	4	2	4	4	3	3	4	3
7	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	3	4	5	4
8	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2
9	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	5	4	3	5	2

10	3	3	3	3	3	3	5	3	4	4	2	4	3	3	3
11	2	3	3	4	4	4	4	3	2	3	2	2	2	2	2
12	2	2	2	2	3	3	5	3	3	3	3	2	3	3	2
13	3	3	3	4	2	2	3	3	4	4	3	3	2	3	2
14	3	2	2	2	3	4	4	3	3	4	2	3	2	3	2
15	2	2	2	2	4	4	3	3	3	4	2	3	2	2	3
16	2	2	2	3	4	4	5	3	2	4	3	3	2	2	2
17	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2
19	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	4	2	3	3	3
20	2	2	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
21	4	4	4	1	3	2	5	4	3	3	4	3	4	4	3
22	2	2	2	2	3	3	4	4	3	3	3	2	2	3	2
23	2	3	2	2	2	2	3	4	3	2	3	3	4	4	3
24	2	2	2	2	3	2	3	4	2	3	2	2	2	3	2
25	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3
26	2	2	2	3	3	3	4	3	3	3	2	3	2	4	3
27	2	3	2	3	2	3	3	3	3	4	2	3	2	4	3
28	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	3	2
29	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	2
30	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	4	3	3	3
31	2	2	2	2	2	3	2	3	2	4	2	3	3	3	2
32	2	2	2	2	2	2	4	3	2	3	4	2	3	4	3
33	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	5	4	3	4
34	4	4	3	4	3	4	3	3	1	4	4	3	3	3	3
35	3	3	2	3	3	4	4	3	2	3	4	3	2	2	2
36	2	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3
37	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3
38	2	2	2	2	3	3	2	2	3	4	3	5	2	3	2
39	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
41	2	3	2	3	3	3	2	2	3	4	4	2	2	2	2
42	2	3	2	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4
43	3	2	3	2	3	4	2	3	3	4	4	5	3	4	3
44	3	2	3	3	5	5	3	3	3	4	4	3	4	3	3
45	3	2	2	2	4	4	1	2	3	4	2	2	3	2	4
46	3	2	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3
47	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3

48	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	4	4	2	3	3
49	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
50	2	2	2	3	2	3	2	2	2	4	4	4	3	2	2
51	4	4	4	3	2	4	5	4	4	4	3	3	3	4	4
52	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	2	3	3
53	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
54	3	3	3	2	3	4	3	2	4	4	4	3	4	3	2
55	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3
56	3	2	3	2	4	3	2	3	3	4	4	3	4	3	3
57	4	4	4	3	3	3	5	5	4	5	4	3	3	4	3
58	3	3	2	3	3	3	3	2	4	4	4	2	4	4	4
59	2	2	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	2	2	3
60	3	4	3	3	4	4	5	3	3	4	4	5	5	5	5
Totale na	167	167	168	173	182	196	199	190	178	215	195	190	179	195	169
Rekenkunjige gem.	2.78	2.78	2.80	2.88	3.03	3.27	3.32	3.17	2.97	3.58	3.25	3.17	2.98	3.25	2.82
Persentielwaarde	55.67	55.67	56.00	57.67	60.67	65.33	66.33	63.33	59.33	71.67	65.00	63.33	59.67	65.00	56.33

Keuses van kontrolegroep tydens beantwoording van Vraelys A voor aanvang van die intervensie

	meeste bang	ontspanne	benoud	ontspanne	selfvertroue met speletjies	rusteloos	handig laat in	geniet take	speletjies ongemaklik	hou van speel	bang vir foute	leer uit foute	opgewonde	baie moeilik	deurmekaar
	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg
Vrae Leerdere	1	8	2	15	13	4	5	10	6	11	7	2	9	3	14
1	4	4	4	4	2	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3
2	2	2	1	2	3	3	2	1	3	2	3	2	2	3	2
3	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3
4	2	2	1	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	1	2
5	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1
6	1	2	2	2	3	2	4	3	3	3	2	3	2	2	3
7	1	1	2	1	2	3	2	3	3	4	2	3	2	2	2

8	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2
9	1	1	1	2	3	2	2	1	3	4	4	3	2	2	1
10	3	3	3	3	4	4	5	1	3	3	3	3	4	3	3
11	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2
12	2	2	2	3	3	4	5	3	3	3	2	2	2	2	2
13	1	1	2	2	3	2	2	2	4	3	3	3	2	3	2
14	1	2	2	2	3	4	4	3	3	4	2	3	2	1	2
15	2	2	2	2	4	4	2	2	3	4	2	3	2	2	3
16	2	2	2	3	4	4	5	2	2	4	2	3	2	2	2
17	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	2	2	3	2	2	3	1	1	3	3	2	2	3	3	3
20	2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3
22	1	2	2	2	3	3	1	2	3	3	1	2	1	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2
25	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	3	3	4	3
26	1	2	2	2	3	3	1	2	3	3	1	2	1	3	3
27	1	1	1	1	3	2	2	1	3	3	4	3	1	1	1
28	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2
29	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2
30	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3
31	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2
32	5	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3
33	3	3	2	3	4	4	3	2	1	3	1	2	2	3	1
34	4	3	3	4	4	4	3	3	1	4	3	3	3	3	3
35	3	3	2	3	3	4	4	4	2	3	1	2	2	2	1
36	2	1	2	1	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
37	3	4	4	4	3	3	5	4	3	3	4	3	4	4	3
38	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2
39	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
40	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4
41	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2
42	2	3	1	3	3	4	3	3	3	4	2	2	3	3	1
43	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
44	3	1	1	1	4	4	3	3	2	3	1	2	1	3	3
45	3	2	2	2	4	3	1	2	3	3	2	2	3	2	4

46	3	2	3	2	3	2	1	2	3	3	2	1	3	2	3
47	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
48	2	2	2	1	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3
49	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3
50	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
51	4	4	4	3	2	4	5	4	4	4	3	3	3	4	4
52	3	3	4	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3
53	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
54	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2
55	2	3	1	3	3	4	3	3	3	4	2	2	3	3	1
56	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
57	1	2	1	1	3	3	2	2	3	3	2	2	1	1	1
58	4	4	3	3	3	3	5	4	4	4	4	3	3	4	3
59	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	3	3	4	3
60	3	2	2	3	3	4	5	1	3	4	3	3	4	3	3
Totale Voor	150	144	136	140	170	177	174	155	168	185	150	155	152	158	148
Rekenkundige gem.	2.50	2.40	2.27	2.33	2.83	2.95	2.90	2.58	2.80	3.08	2.50	2.58	2.53	2.63	2.47
Persentielwaarde	50.00	48.00	45.33	46.67	56.67	59.00	58.00	51.67	56.00	61.67	50.00	51.67	50.67	52.67	49.33

Keuses van kontrolegroep tydens beantwoording van Vraelys A na afloop van die intervensie

	meeste bang		ontspanne		benoud		ontspanne		selfvertroue met speletjies		rusteloos		handig laat in		geniet take		speletjies ongemaaklik		hou van speel		bang vir foute		leer uit foute		opgewonde		baie moeilik		deurmekaar	
	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos		
Vrae Leerders	1	8	2	15	13	4	5	10	6	11	7	2	9	3	14															
1	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	
2	2	3	1	2	3	4	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	
3	2	1	2	1	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	2	3	2	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	

5	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1
6	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	2	3	2	2	3
7	1	1	2	1	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	2
8	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2
9	1	2	1	1	2	2	2	1	3	4	4	3	2	1	2
10	3	3	3	3	4	4	5	1	3	3	3	3	4	3	3
11	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2
12	2	2	2	3	3	4	5	3	3	3	2	2	2	2	2
13	1	2	2	1	3	2	2	2	4	3	3	3	3	2	2
14	1	2	2	2	3	4	4	3	3	4	2	3	2	2	1
15	2	2	2	2	4	4	2	2	4	3	2	3	3	2	2
16	2	2	2	3	4	4	5	2	2	4	2	3	2	2	2
17	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
19	3	2	3	2	2	3	1	1	2	2	3	3	2	2	2
20	2	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3
22	1	2	2	2	3	3	2	1	3	3	1	2	2	2	3
23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2
25	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	3	3	4	3
26	1	2	2	2	3	3	1	2	3	3	1	2	1	3	3
27	2	1	1	1	3	3	2	1	3	3	4	3	1	2	1
28	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2
29	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2
30	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3
31	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2
32	4	5	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3
33	3	3	2	3	4	4	3	2	1	3	1	2	2	3	1
34	4	3	3	4	4	4	3	3	1	4	3	3	3	3	3
35	3	3	2	3	3	4	4	4	2	3	1	2	2	2	1
36	2	1	2	1	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
37	3	4	4	4	3	3	5	4	3	3	4	3	4	4	3
38	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2
39	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
40	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4
41	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	1	4	2	2
42	2	3	1	3	3	4	3	3	3	4	2	2	3	3	1

43	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
44	3	1	2	2	3	3	3	3	3	2	1	2	1	4	3
45	3	2	2	2	4	3	1	2	3	3	2	2	3	2	4
46	3	2	3	2	3	2	1	2	3	3	2	1	3	2	3
47	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
48	2	2	2	1	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3
49	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3
50	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2
51	4	4	4	3	3	4	5	5	4	4	3	3	3	4	4
52	3	3	4	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2
53	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
54	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	2
55	2	3	1	3	3	4	3	3	3	4	2	2	2	3	3
56	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
57	2	2	2	1	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2
58	4	4	3	3	3	3	5	4	4	4	4	3	3	4	3
59	4	4	4	3	3	3	5	5	4	4	4	3	3	4	4
60	3	2	3	3	3	4	5	1	4	4	3	3	4	3	3
Totale na	153	149	142	139	169	180	173	158	172	182	152	156	158	159	150
Rekenkundige gem.	2.55	2.48	2.37	2.32	2.82	3.00	2.88	2.63	2.87	3.03	2.53	2.60	2.63	2.65	2.50
Persentielwaarde	51.00	49.67	47.33	46.33	56.33	60.00	57.67	52.67	57.33	60.67	50.67	52.00	52.67	53.00	50.00

BYLAE I

Opsomming per leerder oor hulle selfkonsep van hulle eie wiskunde vermoëns van die eksperimentele groep. Die eerste ry teen die leerdernommer is die aanvanklike waardes. Die tweede ry teen die leerdernommer is die waardes na afloop van die intervensie.

Leerder	1	2	3	4	5	6	7	8	Totaal
	prestasie vergelyking res van klas	jou werk	vergelyk wiskundige vermoe	prestasie wiskunde teenoor ander vakke	klasposisie	vermoe spele- tjies vergelyk met klas	vermoë om te verduidelik	presteer met speletjies	
1	3	3	3	3	3	3	3	4	25
	5	5	4	4	4	4	4	5	35
2	3	2	3	3	3	3	3	2	22
	4	4	3	4	4	4	4	4	31
3	3	3	3	2	1	3	3	3	21
	3	3	3	3	3	4	3	4	26
4	2	3	3	3	2	3	3	3	22
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
5	3	2	2	3	3	2	2	2	19
	3	3	2	3	3	2	3	3	22
6	3	2	2	3	3	2	3	4	22
	4	3	3	4	5	5	4	5	33
7	3	2	3	3	2	3	2	3	21
	3	2	3	3	2	3	2	3	21
8	4	4	3	3	4	3	4	3	28
	4	4	4	3	4	3	4	4	30
9	2	3	3	2	2	3	2	3	20
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
10	3	2	3	2	2	2	3	2	19
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
11	3	3	3	3	2	3	2	3	22
	3	4	3	3	3	4	3	4	27
12	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	2	3	2	2	3	2	3	2	19
13	2	2	3	2	2	2	2	2	17
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
14	4	4	3	3	4	4	4	4	30
	4	5	4	4	4	3	5	3	32
15	4	3	3	4	3	3	3	3	26
	4	4	4	4	3	3	4	3	29
16	2	3	1	2	3	3	1	1	16
	3	3	2	2	3	3	2	2	20
17	3	3	3	2	3	3	2	1	20
	3	4	3	2	3	3	3	2	23

18	4	4	3	3	4	4	3	3	28
	4	4	4	4	4	4	4	4	32
19	2	3	3	2	2	1	2	2	17
	3	3	3	3	3	2	2	2	21
20	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	4	4	5	4	5	4	4	4	34
21	1	2	2	2	2	2	1	2	14
	2	3	3	2	2	3	2	3	20
22	3	1	1	3	2	2	2	1	15
	3	2	2	3	2	2	2	2	18
23	3	2	2	3	2	2	2	2	18
	3	3	3	3	2	2	3	2	21
24	1	2	2	1	3	2	2	1	14
	2	3	2	2	2	3	3	3	20
25	3	3	2	1	1	2	2	1	15
	3	4	3	2	2	2	2	2	20
26	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	3	2	3	2	2	3	2	3	20
27	3	3	2	1	3	2	3	1	18
	4	4	3	3	3	4	3	4	28
28	1	3	1	1	3	1	1	1	12
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
29	3	3	3	2	2	3	3	3	22
	3	4	3	3	3	3	4	3	26
30	2	3	2	1	1	3	2	2	16
	3	4	3	2	2	2	4	2	22
31	1	1	2	2	2	2	2	2	14
	2	3	3	2	2	2	2	2	18
32	1	2	2	2	2	2	2	2	15
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
33	2	3	2	1	2	1	2	1	14
	2	3	2	2	2	2	3	2	18
34	2	2	2	2	1	2	2	2	15
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
35	2	2	1	1	2	2	2	1	13
	2	3	2	2	2	2	3	2	18
36	1	1	1	2	2	1	1	1	10
	1	2	1	2	2	2	2	2	14
37	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
38	2	1	2	2	2	2	2	2	15
	2	3	2	2	2	2	3	2	18
39	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	3	3	2	2	2	2	2	3	19
40	3	2	3	3	3	3	3	3	23
	3	3	4	4	3	3	4	4	28
41	1	1	2	1	2	2	2	1	12
	2	3	2	2	2	2	3	2	18

42	2	2	2	1	2	1	2	1	13
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
43	1	1	2	1	2	2	1	2	12
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
44	2	2	1	1	1	2	2	1	12
	2	3	2	2	2	3	3	2	19
45	1	1	2	2	1	1	2	1	11
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
46	2	1	2	1	1	1	2	1	11
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
47	2	1	2	1	1	1	2	1	11
	3	3	2	2	2	2	3	2	19
48	2	2	1	2	1	1	2	2	13
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
49	3	3	2	3	3	3	3	2	22
	3	4	3	4	4	3	4	4	29
50	2	1	2	2	2	2	2	1	14
	2	3	2	2	2	3	3	3	20
51	2	2	2	1	2	3	2	1	15
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
52	1	2	2	1	2	2	2	1	13
	2	3	2	2	2	2	3	2	18
53	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	3	2	3	3	3	3	3	3	23
54	3	2	3	1	2	3	2	1	17
	3	3	3	2	2	3	3	2	21
55	1	2	3	2	1	2	2	1	14
	2	3	3	2	2	2	3	2	19
56	1	2	1	1	1	2	2	1	11
	2	3	2	2	2	2	3	2	18
57	1	1	2	2	1	3	2	3	15
	2	3	3	3	2	4	3	4	24
58	3	2	1	2	2	2	2	2	16
	3	3	3	3	3	4	3	4	26
59	3	2	1	2	2	2	2	1	15
	2	3	2	2	2	3	3	3	20
60	2	2	1	1	2	2	2	1	13
	2	3	2	2	2	3	3	3	20
Totaal voor	134	131	128	118	126	133	131	113	1014
Totaal na	166	185	163	159	159	167	177	169	1345

Opsomming per leerder oor hulle selfkonsep van hulle eie wiskunde vermoëns van die kontrolegroep. Die eerste ry teen die leerdernommer is die aanvanklike waardes. Die tweede ry teen die leerdernommer is die waardes na afloop van die intervensie.

Leerder	prestasie vergeelyking res van klas	jou werk	vergeelyk wiskundige vermoe	prestasie wiskunde teenoor ander vakke	klasposisie	vermoe spele- tjies vergeelyk met klas	vermoë om te verduidelik	presteer met speletjies	Totaal
1	3	3	3	2	3	3	3	2	22
	3	3	3	3	3	3	3	3	24
2	3	2	3	2	1	2	2	1	16
	3	3	3	3	3	2	3	2	22
3	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	2	3	2	2	2	3	3	3	20
4	2	3	1	2	2	2	2	2	16
	3	3	2	3	3	2	3	2	21
5	2	3	1	2	1	1	3	1	14
	2	3	2	2	2	1	3	2	17
6	3	2	2	2	3	2	3	2	19
	3	3	3	3	3	2	3	2	22
7	3	2	3	2	2	2	2	2	18
	3	3	3	3	3	2	3	3	23
8	3	3	3	2	1	2	2	2	18
	3	3	3	3	2	2	3	2	21
9	1	2	2	1	2	3	2	2	15
	2	3	2	2	2	3	3	2	19
10	1	1	3	3	1	3	1	1	14
	2	3	3	3	2	3	3	2	21
11	2	2	2	2	1	2	1	1	13
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
12	2	2	2	2	2	3	2	1	16
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
13	2	2	1	2	2	3	2	1	15
	2	3	2	2	2	3	3	2	19
14	2	2	2	1	1	2	3	2	15
	3	3	2	2	2	2	3	2	19
15	1	1	1	2	1	3	1	1	11
	1	2	2	1	2	3	3	3	17
16	2	2	2	2	2	3	3	2	18
	3	3	3	3	3	2	3	2	22
17	2	2	2	1	1	1	2	2	13
	2	4	2	2	2	1	2	2	17
18	2	2	2	3	2	2	2	1	16
	3	3	3	3	2	3	3	2	22

19	3	2	2	3	2	2	2	2	18
	3	3	3	3	3	2	2	2	21
20	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	4	4	3	3	4	3	3	3	27
21	1	2	2	2	2	2	2	2	15
	2	3	3	2	2	2	2	2	18
22	3	1	1	3	2	2	2	1	15
	2	3	2	3	2	2	3	2	19
23	3	2	3	3	2	2	2	2	19
	3	3	3	3	2	2	3	2	21
24	1	2	2	1	3	2	2	1	14
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
25	3	3	2	1	1	2	2	1	15
	3	3	3	3	3	2	3	2	22
26	2	2	2	2	2	2	2	2	16
	3	2	3	2	2	2	2	3	19
27	3	3	2	1	3	2	3	1	18
	3	3	3	2	3	2	4	2	22
28	1	3	1	1	3	1	1	1	12
	2	2	2	2	2	1	2	2	15
29	2	3	2	2	2	2	3	2	18
	3	3	3	2	2	3	3	3	22
30	2	3	2	1	1	3	2	2	16
	3	4	2	2	2	3	4	3	23
31	1	1	2	3	3	3	2	3	18
	2	3	2	2	3	3	3	3	21
32	1	2	2	2	3	2	2	2	16
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
33	2	3	2	1	2	2	2	1	15
	2	3	2	2	2	3	3	2	19
34	1	2	2	1	2	2	2	1	13
	2	2	2	2	2	2	2	1	15
35	3	3	3	3	1	3	2	2	20
	3	4	3	3	3	3	3	3	25
36	1	1	1	2	2	1	1	1	10
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
37	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	2	2	2	2	2	2	3	2	17
38	3	1	2	3	2	3	3	2	19
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
39	3	2	2	2	1	2	2	2	16
	3	3	2	2	2	2	2	2	18
40	3	3	3	3	2	3	3	3	23
	3	3	4	4	3	3	4	3	27
41	1	1	2	1	3	2	2	1	13
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
42	3	3	2	1	2	1	2	1	15
	3	4	3	2	2	2	3	1	20

43	1	1	2	1	2	2	1	2	12
	3	3	2	2	2	2	3	2	19
44	3	3	2	2	2	3	2	2	19
	3	3	3	3	3	2	3	2	22
45	1	1	2	2	1	1	2	1	11
	1	2	2	2	2	2	2	2	15
46	3	1	2	1	1	2	2	1	13
	2	2	2	2	2	2	2	2	16
47	3	2	1	3	1	1	2	2	15
	2	3	2	2	2	2	3	2	18
48	3	3	2	3	3	3	3	3	23
	3	4	3	4	4	3	4	3	28
49	2	2	2	3	2	2	2	2	17
	2	3	2	3	2	3	3	2	20
50	2	2	2	1	2	3	2	1	15
	3	3	3	3	3	2	3	1	21
51	1	2	2	2	3	2	2	1	15
	1	3	2	2	2	3	3	1	17
52	3	2	3	3	2	2	2	2	19
	3	3	3	3	3	2	3	2	22
53	3	3	3	1	2	3	2	1	18
	3	3	3	3	3	4	3	2	24
54	1	2	3	2	1	2	2	1	14
	2	3	2	2	2	3	3	1	18
55	1	2	2	2	1	2	2	1	13
	2	3	2	2	2	3	3	1	18
56	2	2	2	2	1	3	2	3	17
	3	3	3	2	2	3	3	2	21
57	2	2	2	1	2	3	2	1	15
	3	3	3	3	3	3	3	2	23
58	2	2	1	2	2	3	2	1	15
	2	3	2	2	2	3	3	1	18
59	3	3	2	2	2	2	2	2	18
	3	3	3	3	3	3	3	2	23
60	3	2	1	2	3	2	2	3	18
	3	3	3	3	3	2	2	3	22
Totaal voor	127	127	121	116	113	132	124	98	958
Totaal na	149	172	149	146	143	142	167	126	1194

BYLAE J

Keuses van eksperimentele groep tydens beantwoording van Vraelys C voor aanvang van die intervensie

	vervelig	werk min	speletjies interessant	los uit	nie na skool	geniet	leer meer	geniet nie speletjies	hou aan	studeer verder	ontwikkel	kan nie ophou nie	nie aan- loklik	nie verstaan	uitdaging
	n	n	p	n	n	p	p	n	p	p	p	p	n	n	p
Vrae Leerders	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	4	4	3	5	5	3	3	4	4	4	5	4	2	3
2	4	1	3	1	3	1	4	2	2	1	5	2	3	1	3
3	3	2	4	2	3	2	4	1	5	2	3	3	3	2	4
4	3	1	4	1	4	3	4	4	5	5	5	5	5	3	3
5	5	4	3	2	4	5	4	4	3	3	5	4	4	3	3
6	3	5	2	2	5	4	3	2	2	3	3	4	3	1	4
7	3	1	4	3	4	2	5	2	3	1	4	4	3	3	2
8	4	4	3	2	3	3	3	4	2	4	5	3	4	3	4
9	2	4	4	1	5	4	5	2	3	3	3	2	4	2	3
10	5	4	3	1	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4
11	3	4	3	2	2	1	5	4	3	3	5	3	4	3	4
12	4	1	2	3	3	2	4	2	2	3	3	1	3	1	4
13	4	5	4	2	4	1	3	2	4	4	4	3	4	3	4
14	5	5	4	1	4	3	3	4	3	5	5	4	5	2	4
15	4	3	4	3	3	3	5	3	3	3	4	3	4	3	5
16	3	5	4	2	5	3	4	3	5	4	5	3	2	1	4
17	2	3	5	4	4	3	3	2	1	5	5	4	3	3	3
18	5	2	4	4	5	2	4	3	2	4	4	4	4	3	4
19	5	4	3	1	5	4	3	2	4	4	4	4	2	1	4
20	3	2	3	2	3	3	4	2	4	3	4	3	2	1	4
21	4	2	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	2	3
22	5	3	2	2	5	3	3	4	4	2	4	2	3	3	4
23	4	3	4	1	4	4	4	2	3	4	5	2	3	3	4

24	3	4	1	3	4	4	1	2	3	3	3	2	4	4	3
25	5	3	4	3	5	3	5	5	4	2	4	3	3	5	4
26	4	3	4	2	4	4	2	2	4	4	4	3	3	2	4
27	5	3	4	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4
28	4	5	3	1	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5
29	4	2	5	2	3	4	4	4	4	2	4	2	3	3	3
30	3	2	3	2	4	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2
31	4	2	5	2	4	2	4	3	2	3	3	3	2	2	4
32	5	2	1	3	1	2	4	2	4	4	3	4	2	3	2
33	4	1	4	4	4	2	3	2	3	3	4	2	3	2	3
34	5	3	3	2	5	3	4	4	4	3	4	2	3	3	3
35	5	4	4	2	2	3	4	3	4	4	5	4	4	4	4
36	5	4	2	1	5	2	1	4	2	2	1	3	3	4	3
37	4	1	4	2	5	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3
38	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	2	3	4	4	4
39	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	4	2	3	4	3
40	4	3	4	1	4	2	4	5	1	4	4	3	2	3	4
41	4	5	2	4	3	3	4	2	4	3	4	4	4	2	1
42	4	1	4	4	5	2	4	4	3	2	4	3	3	3	4
43	5	3	1	3	4	3	2	3	3	3	3	3	4	2	1
44	4	2	4	2	3	1	4	4	4	4	4	1	4	3	3
45	3	4	4	2	4	3	4	2	4	2	1	2	2	3	3
46	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	4
47	4	2	2	2	5	2	3	2	3	1	2	1	2	1	3
48	5	3	4	2	1	2	4	2	4	4	4	3	3	4	2
49	5	1	3	1	4	3	3	3	2	1	4	2	3	1	4
50	4	3	2	2	5	4	3	2	4	1	4	3	3	3	3
51	4	4	3	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3
52	3	2	4	1	3	4	4	3	4	4	4	3	2	3	3
53	4	3	3	4	4	4	4	3	4	2	3	4	3	3	4
54	4	2	4	2	3	3	3	3	4	4	3	2	3	2	3
55	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	2	4	2
56	3	2	4	2	4	3	4	3	4	3	3	3	2	3	4
57	4	4	3	2	3	3	4	4	3	3	3	3	2	11	3
58	3	1	4	2	4	4	3	1	3	4	3	4	4	2	2
59	3	2	4	2	3	3	4	3	4	2	3	1	4	2	2
60	4	4	3	3	4	5	4	3	3	3	4	3	3	3	3
Totaal voor	235	174	204	134	228	179	216	180	198	186	224	177	190	167	199
Rek. gem.	3.92	2.90	3.40	2.23	3.80	2.98	3.60	3.00	3.30	3.10	3.73	2.95	3.17	2.78	3.32
Persentiel	78.33	58.00	68.00	44.67	76.00	59.67	72.00	60.00	66.00	62.00	74.67	59.00	63.33	55.67	66.33

Keuses van eksperimentele groep tydens beantwoording van Vraelys C na afloop van die intervensie

	vervelig	werk min	speletjies interessant	los uit	nie na skool	geniet	leer meer	geniet nie speletjies	hou aan	studeer verder	ontwikkel	kan nie ophou nie	nie aanloklik	nie verstaan	uitdaging
	n	n	p	n	n	p	p	n	p	p	p	p	n	n	p
Vrae Leerdere	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	4	5	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	2	4
2	2	1	4	1	1	1	5	2	2	1	5	2	4	1	5
3	2	2	4	2	2	2	4	1	5	4	4	4	2	2	4
4	4	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5
5	4	4	5	2	4	5	5	4	3	3	5	4	4	3	3
6	4	5	2	1	5	4	4	1	1	5	4	4	5	1	4
7	1	1	4	3	5	2	5	2	3	1	4	4	3	3	2
8	4	4	5	2	4	5	5	4	2	3	5	4	4	3	4
9	2	4	4	1	4	4	5	2	3	3	4	2	4	2	5
10	2	4	4	1	1	4	5	3	4	4	4	3	3	3	4
11	3	4	3	3	1	1	5	4	3	5	5	3	4	4	5
12	4	1	3	3	1	2	4	2	2	4	5	2	2	1	4
13	3	4	4	2	4	2	4	2	4	4	4	3	4	3	4
14	3	5	4	1	3	3	5	5	5	5	5	4	5	2	4
15	3	3	5	3	2	3	5	3	3	4	5	3	4	3	5
16	3	5	4	2	3	3	4	3	5	5	5	3	2	1	4
17	2	2	5	4	5	1	5	2	1	5	5	5	2	3	4
18	5	2	4	4	5	2	4	5	4	4	4	4	4	3	4
19	5	5	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	2	1	4
20	3	2	3	2	4	3	4	3	4	4	4	4	2	2	4
21	4	2	4	2	4	3	3	4	3	3	4	4	4	2	4
22	4	2	4	2	5	4	5	4	4	2	4	2	3	3	4
23	3	3	4	1	4	4	4	1	4	5	5	2	5	4	4
24	4	5	1	4	4	4	1	2	3	3	3	2	4	4	3

25	5	3	5	3	5	4	5	5	4	4	4	3	3	5	4
26	4	3	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	5
27	3	3	4	2	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4
28	5	5	5	1	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5
29	4	2	5	2	5	5	4	4	4	4	5	2	3	4	2
30	4	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
31	4	2	5	2	4	2	4	2	2	3	3	3	2	1	4
32	5	2	1	3	1	4	4	2	4	4	4	4	2	3	4
33	4	3	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2	3	2	2
34	4	3	4	1	5	2	4	4	4	3	4	3	3	3	3
35	5	5	4	2	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4
36	4	4	2	1	5	3	1	4	2	3	1	3	3	4	3
37	2	1	4	2	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3
38	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
39	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	3	4	4
40	2	3	4	1	4	3	4	5	1	4	4	3	2	2	4
41	5	5	4	4	3	1	4	1	4	4	4	4	4	2	1
42	4	1	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	3	4
43	4	3	3	3	4	4	2	3	3	3	3	3	4	2	2
44	4	2	4	2	3	1	4	4	4	4	4	1	4	3	3
45	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	3	2
46	3	2	4	2	3	3	4	3	4	3	3	3	3	2	4
47	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	1	2	1	3
48	5	4	4	1	1	4	4	2	4	4	4	3	3	4	4
49	4	1	3	1	4	3	3	3	2	1	5	3	2	1	4
50	3	4	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
51	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3
52	3	2	4	1	3	4	4	3	4	4	4	4	2	3	4
53	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4
54	3	3	4	2	3	3	3	3	4	4	3	2	3	2	3
55	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	4	4	3
56	3	2	4	2	3	2	4	3	4	3	3	3	2	3	4
57	3	4	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3
58	3	1	4	2	2	3	3	1	3	4	3	4	4	2	4
59	3	2	4	1	2	2	4	4	4	3	3	2	4	2	2
60	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
Totaal na	213	180	227	134	211	188	237	190	208	214	237	191	196	166	218
Rek. gem.	3.55	3.00	3.78	2.23	3.52	3.13	3.95	3.17	3.47	3.57	3.95	3.18	3.27	2.77	3.63
Persentiel	71.00	60.00	75.67	44.67	70.33	62.67	79.00	63.33	69.33	71.33	79.00	63.67	65.33	55.33	72.67

Keuses van kontrolegroep tydens beantwoording van Vraelys C voor aanvang van die intervensie

	vervelig	werk min	speletjies interessant	los uit	nie na skool	geniet	leer meer	geniet nie speletjies	hou aan	studeer verder	ontwikkel	kan nie ophou nie	nie aanloklik	nie verstaan	uitdaging
	n	n	p	n	n	p	p	n	p	p	p	p	n	n	p
Vrae Leerders	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3	3	5	2	3	4	5	3	3	4	4	3	4	3	4
2	4	1	3	2	3	4	4	3	5	4	4	4	4	1	3
3	4	2	4	2	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4
4	1	3	3	3	1	4	4	1	3	4	3	2	3	4	3
5	3	2	3	2	3	3	3	3	5	3	3	3	4	2	3
6	4	2	4	2	4	3	4	3	5	4	4	4	3	3	3
7	3	2	4	2	3	3	3	4	5	4	3	3	3	2	2
8	2	4	3	2	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	4
9	3	4	3	1	2	2	3	3	4	4	4	3	4	2	3
10	2	4	4	1	1	4	5	3	4	4	4	3	3	3	4
11	3	4	3	3	1	1	4	4	4	5	5	3	4	3	5
12	3	2	3	3	1	2	4	2	4	4	5	2	2	1	4
13	3	4	4	2	4	1	4	2	4	4	4	3	4	3	4
14	1	2	3	1	1	3	2	2	3	3	4	1	4	2	3
15	2	3	3	2	2	4	2	2	5	4	3	3	2	3	4
16	3	2	3	3	2	3	3	2	4	3	3	2	2	3	4
17	4	2	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
18	2	1	3	1	2	2	1	1	1	1	3	1	4	1	1
19	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4	3	3	3	4
20	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
21	4	2	3	1	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3
22	3	2	3	2	3	3	3	2	4	3	3	3	2	2	3
23	3	3	4	3	4	3	4	2	3	4	4	3	3	3	4
24	4	5	1	4	4	4	1	2	3	3	3	2	4	4	3
25	5	3	5	3	5	4	5	5	4	4	4	3	4	3	3

26	4	3	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	5
27	3	3	4	2	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4
28	3	2	4	3	4	2	4	2	4	2	4	4	4	4	3
29	4	2	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4
30	5	4	2	2	5	2	1	4	1	2	1	4	4	2	1
31	3	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4	2	3	3	3
32	4	4	4	2	4	2	4	4	3	4	4	2	4	4	2
33	3	4	3	4	4	1	4	2	4	4	4	2	3	2	2
34	4	3	4	1	5	1	4	4	4	3	4	3	4	4	2
35	5	5	4	2	4	3	4	4	5	4	5	4	4	4	4
36	4	4	2	1	5	3	3	4	2	3	1	3	3	4	3
37	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3
38	1	2	4	3	3	3	3	1	4	3	3	3	3	3	5
39	1	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	2	4	2	3
40	2	4	4	1	2	4	4	3	3	3	3	3	2	1	3
41	2	2	4	3	3	3	5	4	4	3	3	3	3	4	4
42	2	1	4	1	4	4	4	4	4	5	3	4	3	4	4
43	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3
44	4	4	2	4	4	2	3	2	2	4	4	4	2	3	4
45	4	4	4	2	4	2	3	4	4	4	4	4	4	3	4
46	3	3	4	3	3	3	4	4	5	4	4	3	3	1	4
47	3	2	2	2	3	2	4	2	3	3	2	1	4	1	3
48	4	4	4	1	1	3	4	2	4	4	4	3	3	3	4
49	4	1	3	1	4	3	3	3	3	1	5	3	2	1	4
50	3	4	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
51	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4
52	4	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	1	2	4
53	2	3	3	2	2	3	4	2	3	2	2	2	3	2	2
54	3	2	4	2	3	2	2	4	3	4	3	2	2	2	2
55	3	4	4	4	4	2	3	4	4	3	4	4	4	3	3
56	3	2	4	2	3	2	4	3	4	3	3	3	2	3	4
57	3	4	3	2	3	2	3	4	5	3	3	3	2	3	3
58	3	1	4	3	2	2	3	1	3	4	3	4	4	2	4
59	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3
60	4	4	3	4	4	2	3	2	2	4	4	4	2	4	4
Totaal voor	189	176	207	135	192	172	210	182	222	205	214	182	188	163	202
Rek. gem.	3.15	2.93	3.45	2.25	3.20	2.87	3.50	3.03	3.70	3.42	3.57	3.03	3.13	2.72	3.37
Persentiel	63.00	58.67	69.00	45.00	64.00	57.33	70.00	60.67	74.00	68.33	71.33	60.67	62.67	54.33	67.33

Keuses van kontrolegroep tydens beantwoording van Vraelys C na afloop van die intervensie

	vervelig	werk min	speletjies interessant	los uit	nie na skool	geniet	leer meer	geniet nie speletjies	hou aan	studeer verder	ontwikkel	kan nie ophou nie	nie aanloklik	nie verstaan	uitdaging
	n	n	p	n	n	p	p	n	p	p	p	p	n	n	p
Vrae Leerders	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	4	4	2	3	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4
2	4	1	4	2	3	4	4	3	4	4	4	4	3	1	3
3	4	2	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	1	4
4	2	1	3	3	1	4	4	1	4	4	3	2	3	4	1
5	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
6	4	2	4	2	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4
7	3	2	4	2	3	3	4	4	2	4	3	3	3	2	2
8	3	3	3	2	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	4
9	3	4	3	1	2	3	3	3	4	4	4	3	3	2	4
10	2	4	4	1	1	4	5	3	4	4	4	3	3	3	4
11	3	4	3	3	1	1	5	4	3	5	5	3	4	4	5
12	4	1	3	3	1	2	4	2	2	4	5	2	2	1	4
13	3	4	4	2	4	2	4	2	4	4	4	3	4	3	4
14	2	2	4	1	1	3	2	2	3	3	4	1	1	2	4
15	2	3	3	2	2	4	2	2	2	4	3	3	2	3	4
16	4	2	3	3	2	3	2	2	4	3	3	2	2	3	4
17	4	2	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
18	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1
19	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4	3	3	3	4
20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
21	4	2	3	1	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4
22	3	2	3	2	3	3	3	2	4	3	3	3	2	2	3
23	4	3	4	3	4	3	4	2	3	4	4	3	3	3	4
24	4	5	1	4	4	4	1	2	3	3	3	2	4	4	3
25	5	3	5	3	5	4	5	5	4	4	4	3	3	5	4

26	4	3	4	2	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	5
27	3	3	4	2	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4
28	3	2	4	3	4	2	4	2	4	2	4	4	2	2	4
29	4	2	4	2	3	3	3	3	4	3	3	4	2	3	4
30	5	4	1	2	5	2	1	4	1	2	1	4	4	2	1
31	3	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3	4
32	4	4	4	2	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2
33	4	3	4	4	4	1	4	2	4	4	4	2	3	2	2
34	4	3	4	1	5	1	4	4	4	3	4	3	3	3	3
35	5	5	4	2	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4
36	4	4	2	1	5	3	1	4	2	3	1	3	3	4	3
37	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
38	1	1	4	3	3	3	3	1	4	3	3	3	3	3	5
39	1	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	2	3	2	3
40	2	3	4	1	2	4	4	3	3	3	3	3	2	1	3
41	2	2	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4
42	3	1	4	1	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4
43	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3
44	4	4	2	4	4	2	2	2	2	4	4	4	2	3	4
45	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
46	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	1	4
47	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	1	2	1	3
48	5	4	4	1	1	3	4	2	4	4	4	3	3	3	4
49	4	1	3	1	4	3	3	3	2	1	5	3	2	1	4
50	3	4	3	2	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
51	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	1	4
52	4	3	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	1	2	4
53	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2
54	3	2	4	2	3	2	2	4	2	4	3	2	2	2	2
55	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	4	3	3
56	3	2	4	2	3	2	4	3	4	3	3	3	2	3	4
57	3	4	3	2	3	2	3	4	3	3	3	3	2	3	3
58	3	1	4	2	2	3	3	1	3	4	3	4	4	2	4
59	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3
60	4	4	2	4	4	2	2	2	2	4	4	4	2	4	4
Totaal na	198	170	205	134	192	179	202	182	201	205	212	182	172	161	209
Rek. gem.	3.30	2.83	3.42	2.23	3.20	2.98	3.37	3.03	3.35	3.42	3.53	3.03	2.87	2.68	3.48
Persentiel	66.00	56.67	68.33	44.67	64.00	59.67	67.33	60.67	67.00	68.33	70.67	60.67	57.33	53.67	69.67

BYLAE K – resultate van voor- en natoets

Eksperimentele groep: Die eerste reël van elke leerdernommer verteenwoordig die resultate van die voortoets.
Die tweede reël van elke leerdernommer verteenwoordig die resultate van die natoets.

Geskakeerde selle is die aanduiders dat leerders die antwoord “cannot say” gekies het.

Punte	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Totaal
	4	3	1	2	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Leer-der																						
1	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
	3	3	0	2	3	0	2	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	17
2	4	0	0	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	14
	4	3	1	2	4	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	22
3	0	0	0	0	5	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	10
	1	1	0	2	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	13
4	3	0	0	0	5	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	15
	4	0	0	0	2	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	15
5	4	3	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	15
	4	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	13
6	4	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	14
	4	3	1	2	4	0	2	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	22
7	3	1	1	0	5	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	17
	4	3	1	2	4	0	2	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	23
8	3	3	0	0	5	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	16
	3	3	0	0	3	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	17
9	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	8
	4	3	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15
10	4	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	16
	4	2	0	0	4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	16
11	4	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	14
	4	3	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	14
12	4	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	11
	4	2	1	1	4	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	19

13	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	9
	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	12
14	4	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	14	
	4	0	0	2	2	0	2	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	16
15	4	2	0	0	3	1	2	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	4	1	0	25
	4	3	1	0	5	0	2	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	24
16	4	3	1	0	5	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	19
	4	3	1	0	5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	18
17	4	3	1	0	5	1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	2	24
	4	3	1	2	5	2	2	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	26
18	1	0	0	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	12
	3	3	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	14
19	3	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	1	0	15
	2	2	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	3	1	0	18
20	3	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	2	16
	4	3	1	2	5	1	2	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	27
21	3	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	13
	3	0	0	0	5	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	2	16
22	3	3	1	0	3	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
	4	3	1	1	4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	28
23	3	2	1	0	5	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	17
	3	3	1	0	5	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	17
24	4	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2	15
	4	3	1	0	3	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	17
25	3	3	1	1	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	21
	2	3	1	1	5	2	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	25
26	4	3	1	1	5	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	2	24
	4	2	1	0	5	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	2	23
27	2	3	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10
	2	3	1	2	4	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	18
28	1	3	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	12
	4	3	1	2	4	0	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	2	23
29	4	3	0	0	5	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	20
	4	3	1	2	5	2	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2	26
30	3	3	0	0	4	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	16
	4	0	1	1	3	0	2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	20

31	4	3	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	2	1	0	19
	4	3	0	2	2	1	2	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	23
32	4	0	1	0	4	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	16
	4	1	1	1	5	1	2	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	24
33	4	3	0	0	3	0	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	17
	4	3	1	1	4	1	2	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	24
34	4	3	1	0	3	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	17
	4	3	1	1	4	1	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	23
35	4	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	16
	4	3	0	0	5	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	21
36	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	14
	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	12
37	4	3	0	2	5	0	2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	22
	4	3	1	2	5	1	2	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	26
38	4	3	0	0	6	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	19
	4	3	1	0	4	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	2	23	
39	4	0	1	0	6	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	16
	4	1	1	0	6	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	19
40	4	3	1	0	3	0	2	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	19
	4	3	1	1	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	29	
41	3	3	1	2	6	2	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	24
	4	3	1	2	6	2	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	34
42	3	3	0	0	6	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	17
	4	3	1	0	6	0	2	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	2	26	
43	3	3	1	0	4	1	2	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	21
	4	3	1	1	5	1	2	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	30
44	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	2	13
	4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	3	18	
45	1	2	0	6	2	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
	2	2	1	0	5	2	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	21
46	2	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	13
	3	2	0	0	5	0	2	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	22
47	1	1	0	0	6	0	2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	16
	2	2	0	0	6	1	2	1	0	0	1	0	2	2	2	2	2	0	0	1	1	0	27
48	4	3	0	0	6	1	2	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	24
	4	3	1	1	6	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	2	31	

49	3	0	0	0	5	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13
	4	1	0	0	6	2	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	21
50	3	3	0	0	6	0	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	19
	4	3	1	0	6	1	2	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	2	29
51	4	3	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	17
	4	3	1	1	5	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	23
52	4	0	0	0	6	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	18
	4	2	1	0	6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	2	27
53	3	2	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	16
	4	3	1	2	5	2	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	24
54	3	2	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	13
	4	0	1	1	3	0	2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	20
55	4	3	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	2	1	0	17
	4	3	0	1	2	1	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	21
56	4	1	1	0	3	0	2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	16
	4	1	1	1	4	1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	23
57	3	2	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	14
	4	3	1	1	4	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	21
58	4	0	0	0	6	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	16
	4	2	1	0	6	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	2	25
59	3	2	0	0	4	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	2	18
	4	3	1	2	5	2	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	26
60	3	2	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	14
	4	1	1	1	4	0	2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	2	22
Totaal voor	191	100	18	18	242	10	67	10	12	25	16	28	22	37	10	33	26	21	17	45	24	972
Totaal na	219	138	42	48	257	39	76	27	40	40	18	26	28	40	21	45	36	33	14	51	51	1289

Kontrolegroep: Die eerste reël van elke leerdernommer verteenwoordig die resultate van die voortoets.
Die tweede reël van elke leerdernommer wat skuins gedruk is, verteenwoordig die resultate van die natoets.

Geskakeerde selle is die aanduiders dat leerders die antwoord “cannot say” gekies het.

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Totaal
	4	3	1	2	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	
Punte	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	40
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Leer-der																						
1	3	0	1	0	2	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	12
	4	0	1	0	3	0	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	16
2	4	1	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	14
	3	1	1	0	5	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	18
3	4	3	1	0	5	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	3	0	1	25
	4	3	1	1	6	2	2	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	3	1	1	31
4	4	2	1	0	6	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	4	2	1	0	5	1	2	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	20
5	4	0	0	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	14
	4	0	0	0	4	2	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	17
6	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	14
	3	3	0	0	6	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	21
7	3	3	0	0	6	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	19
	3	3	0	0	6	1	2	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	23
8	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	9
	3	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	13
9	4	3	1	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	17
	4	3	1	1	3	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	17
10	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	3	1	1	1	3	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	15
11	2	1	1	1	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	14
	3	2	1	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	16
12	2	3	1	0	6	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	4	1	2	29
	4	2	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	4	1	3	33

13	4	3	0	0	6	2	2	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	2	0	0	25
	4	3	1	1	6	2	2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	3	1	0	31
14	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	8
	1	1	0	0	3	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	12
15	3	0	0	1	2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	12
	3	0	1	1	4	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	15
16	4	3	1	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4	0	0	20
	4	3	1	1	4	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	4	1	0	23
17	3	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	12
	4	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	13
18	3	3	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	20
	3	3	1	0	6	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	2	1	1	24
19	2	2	0	0	1	0	2	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	2	0	0	15
	3	2	0	0	3	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	16
20	0	2	0	0	4	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	11
	1	2	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	10
21	4	3	1	0	6	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	20
	4	3	1	0	6	0	2	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	24
22	2	2	0	0	5	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13
	3	2	0	0	5	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	15
23	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	8
	2	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	9
24	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	10
	2	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	10
25	1	1	1	1	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11
	3	2	1	1	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	16
26	2	3	1	0	5	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	2	0	0	19
	3	3	1	0	5	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2	0	0	22
27	4	3	1	0	3	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	19
	4	3	1	1	4	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	2	23
28	2	0	0	0	4	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	11
	3	0	0	1	5	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	16
29	3	3	1	0	4	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	20
	4	3	1	0	4	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	23
30	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	7
	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	10

31	0	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	1	2	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
32	2	3	0	0	5	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	17
	3	3	0	1	3	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	17
33	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	11
	2	2	0	0	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	13
34	4	3	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	4	3	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
35	4	0	0	0	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	14
	4	2	0	0	5	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	17
36	2	2	0	0	6	0	2	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	18
	2	3	0	0	5	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	18
37	4	0	0	0	6	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	19
	4	1	0	0	6	0	2	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	21
38	4	3	0	0	6	0	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	22
	4	3	0	0	6	1	2	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	25
39	4	3	0	0	3	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	2	0	0	18
	4	3	0	0	6	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	2	1	0	18
40	4	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	12
	4	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	15
41	3	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	13
	3	2	0	1	5	1	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	19
42	3	0	0	0	6	1	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	16
	4	0	0	0	6	0	2	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	17
43	4	3	0	0	6	1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	19
	4	3	1	0	6	0	2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	23
44	3	3	1	0	4	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	16
	3	3	0	0	6	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18
45	4	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	12
	4	1	0	1	2	1	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16
46	4	0	0	0	6	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	3	3	0	0	5	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	17
47	3	0	0	0	5	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	13
	4	1	1	0	4	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	17
48	4	3	0	0	4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	16
	4	3	0	0	5	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	20

49	4	3	0	0	6	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18
	4	3	0	0	0	6	0	2	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	19
50	4	0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	12
	4	1	0	0	0	4	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	17
51	4	3	0	0	5	0	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	21
	4	3	0	0	6	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	22
52	4	3	0	0	3	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	2	0	0	17
	4	3	1	0	3	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	2	0	0	20
53	3	0	0	0	6	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14
	4	0	0	0	6	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	16
54	3	0	0	0	4	1	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	15
	3	3	0	0	5	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	19
55	4	3	0	0	5	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	17
	4	3	1	0	4	0	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	19
56	2	3	1	0	5	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	18
	3	3	0	0	5	1	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	19
57	4	3	1	0	4	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	20
	4	1	1	0	4	1	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	21
58	2	1	0	0	4	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	13
	3	1	0	0	3	1	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0		15
59	3	3	1	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	17
	3	3	0	0	4	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	19
60	4	3	0	0	6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	20
	4	3	0	0	6	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	19
Totaal voor	178	101	17	3	249	14	49	19	30	17	20	28	28	19	10	30	14	23	36	25	12	922
Totaal na	200	121	24	14	267	33	59	30	35	26	23	26	35	24	13	23	20	27	35	35	17	1087

Eksperimentele groep: Opsomming van totale en persentasies van voor- en natoets

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Totaal
Punte	4	3	1	2	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	40
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Moontlike Totaal	240	180	60	120	360	120	120	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	240	60	240	2400
Totaal voor	191	100	18	18	242	10	67	10	12	25	16	28	22	37	10	33	26	21	17	45	24	972
Sukses voor	80	56	30	15	67	8	55	17	20	42	27	47	37	62	17	55	43	35	7	75	10	41
Totaal na	219	138	42	48	257	39	76	27	40	40	18	26	28	40	21	45	36	33	14	51	51	1289
Sukses na	91	77	70	40	71	33	63	45	67	67	30	43	47	67	35	75	60	55	6	85	21	54

Kontrolegroep:

Opsomming van totale en persentasies van voor- en natoets

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Totaal
Punte	4	3	1	2	6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	4	
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Moontlike Totaal	240	180	60	120	360	120	120	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	240	60	240	2400
Totaal voor	178	101	17	3	249	14	49	19	30	17	20	28	28	19	10	30	14	23	36	25	12	922
Sukses voor	74	56	28	3	69	12	41	32	50	28	33	47	47	32	17	50	23	38	15	42	5	38
Totaal na	200	121	24	14	267	33	59	30	35	26	23	26	35	24	13	23	20	27	35	35	17	1087
Sukses na	83	67	40	12	74	28	49	50	58	43	38	43	58	40	21	38	33	45	15	58	7	45

Eksperimentele groep: Tabel vir grafiese voorstelling van die vergelyking tussen die voor- en natoets

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Vrae	80	56	30	15	67	8	56	17	20	42	27	47	37	62	17	55	43	35	7	75	10	41
Sukses voor	91	77	70	40	71	33	63	45	67	67	30	43	47	67	35	75	60	55	6	85	21	54

Kontrolegroep: Tabel vir grafiese voorstelling van die vergelyking tussen die voor- en natoets

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Totaal voor	74.2	56.1	28.3	11.25	69.2	11.7	40.8	31.7	50.0	28.3	33.3	46.7	46.7	31.7	16.7	50.0	23.3	38.3	15.0	41.7	5.0	38.4
Totaal na	83.3	67.2	40.0	11.7	74.2	27.5	49.2	50.0	58.3	43.3	38.3	43.3	58.3	40.0	21.7	38.3	33.3	45.0	14.6	58.3	7.1	45.3

Ekspesimenterale groep: Gegroepeerde vaardighede

	Bewerkings	Gee enkel term	Omskryf term	Insig	Logiese redenasie
Sukses voor	44.5	26.3	40.4	49.2	31.8
Sukses na	63.6	52.1	47.9	67.5	41.8

Kontrolegroep: Gegroepeerde vaardighede

	Bewerkings	Gee enkel term	Omskryf term	Insig	Logiese redenasie
Sukses voor	40.4	47.5	35.4	36.7	25.0
Sukses na	50.4	47.5	40.8	35.8	31.3

Vergelyking van voortoets van eksperimentele groep en kontrolegroep

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Total
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Sukses voor (eks)	79.6	55.6	30.0	15.0	67.2	8.3	55.8	16.7	20.0	41.7	26.7	46.7	36.7	61.7	16.7	55.0	43.3	35.0	7.1	75.0	10.0	40.5
Sukses voor (kon)	74.2	56.1	28.3	2.5	69.2	11.7	40.8	31.7	50.0	28.3	33.3	46.7	46.7	31.7	16.7	50.0	23.3	38.3	15.0	41.7	5.0	38.4

Vergelyking van natoets van eksperimentele groep en kontrolegroep

	AFDELING A (bewerkings)							AFDELING B (gee enkel term)				AFDELING C (omskryf term)				AFDELING D (insig)		AFDELING E (logiese redenasie)				Total
Vrae	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	
Sukses na (eks)	91.3	76.7	70.0	40.0	71.4	32.5	63.3	45.0	66.7	66.7	30.0	43.3	46.7	66.7	35.0	75.0	60.0	55.0	5.8	85.0	21.3	53.7
Sukses na (kon)	83.3	67.2	40.0	11.7	74.2	27.5	49.2	50.0	58.3	43.3	38.3	43.3	58.3	40.0	21.7	38.3	33.3	45.0	14.6	58.3	7.1	45.3

Vergelyking van gegroepeerde vaardighede van die eksperimentele groep en kontrolegroep

	Bewerkings	Gee enkel term	Omskryf term	Insig	Logiese redenasie	Totaal
Sukses voor (eks)	44.5	26.3	40.4	49.2	31.8	40.5
Sukses voor (kon)	40.4	47.5	35.4	36.7	25.0	38.4
Sukses na (eks)	63.6	52.1	47.9	67.5	41.8	53.7
Sukses na (kon)	50.4	47.5	40.8	35.8	31.3	45.3

BYLAE L

Transkripsies van onderhoude met onderwyseresse.

Die aanvanklike onderhoud se antwoorde is in normale skrif aangedui.

Die onderhoud na afloop van die proses is in skuinsdruk gegee.

ONDERWYSER A

1	How do the learners experience mathematics?
	Most had very negative experiences in the past. They see it as a difficult subject.
	<i>The learners are more positive. They still see mathematics as a difficult subject, but one that is not impossible.</i>
2	How would you describe the level of basic skills of the learners?
	Definitely below average.
	<i>Average.</i>
3	On what level is the achievement of the learners in mathematics?
	On average on a level 1 – 2. (level 1: 0 – 30%, level 2: 30 – 39%)
	<i>The achievement of my learners improved. I would say it is now on average level 2 – 3 and even a few higher than level 3.</i>
4	What do you think about the use of mathematical games in the classroom?
	It might work. One will just have to plan very carefully for it.
	<i>Wonderful idea to motivate learners and show them that Maths could be fun. It takes the 'scary' out of maths.</i>
5	What relationship is there between learners who are always late with everything and their achievement in mathematics?
	Those who bring work late usually don't perform very well in mathematics.
	<i>Definitely a direct correlation.</i>
6	Do you involve the learners actively in your class?
	As far as possible, yes.
	<i>Yes. I try by all means to engage each learner actively during each period.</i>
7	Are there regular report-back sessions about the progress of the learners in your class?
	As far as possible, daily to learners, quarterly to parents.
	<i>Yes. It is very important, daily to learners, quarterly to parents. Parents are called in when the need arise.</i>

8	How do the learners usually react when the feedback in class is more negative?
	They sulk or become aggressive.
	<i>Some get aggressive and back-chat a lot, others sulk and some just remain ignorant.</i>
9	Do you believe that if learners believe in themselves more, that they will be able to achieve better in mathematics?
	Yes, if they believe they can, it will go better.
	<i>Definitely, maths is all about self-esteem.</i>

ONDERWYSER B

1	How do the learners experience mathematics?
	Most of the learners are scared because they see mathematics as a very difficult subject.
	<i>Learners are realising that mathematics is a subject that helps them develop a lot of skills.</i>
2	How would you describe the level of basic skills of the learners?
	Not very good.
	<i>Average.</i>
3	On what level is the achievement of the learners in mathematics?
	More below average than average.
	<i>The learners' achievement has increased. They are performing better in mathematics.</i>
4	What do you think about the use of mathematical games in the classroom?
	Maybe, I am thinking of time and control in the class.
	<i>Games help a lot, because they learn while they play and they challenge their minds to think while having fun. Control over the class is not a problem because they are all actively involved. Time is actually used more effectively because they are learning without thinking about it.</i>
5	What relationship is there between learners who are always late with everything and their achievement in mathematics?
	A direct relationship. If they hand in late, they usually don't study or perform.
	<i>It is very disturbing and they are the ones who always achieve low or under the class average.</i>
6	Do you involve the learners actively in your class?
	Yes, if they are busy, there are little problems.
	<i>Yes, because the more they are actively involved, the better their performance.</i>
7	Are there regular report-back sessions about the progress of the learners in your class?
	Daily to learners and quarterly to parents.
	<i>Yes, at the end of each and every term to the parents and on a daily basis as far as possible after every activity.</i>

8	How do the learners usually react when the feedback in class is more negative?
	Some are negative and some just don't care.
	<i>They are reacting more positive because they start to realise that they can learn from their mistakes.</i>
9	Do you believe that if learners believe in themselves more, that they will be able to achieve better in mathematics?
	Yes, they won't be scared and thus perform better.
	<i>Believing in one-self makes one to achieve more and get better results.</i>

BYLAE M

Transkripsies van onderhoude met leerders.

Die aanvanklike onderhoude is in normale skrif.

Die onderhoude aan die einde van die proses, is in skuinsdruk.

DEELNEMER A

1	How do you feel about doing mathematics?
	A little bit afraid sometimes.
	<i>I am feeling good about mathematics.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Yes, it is ok.
	<i>Very exciting.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Most of the time, yes.
	<i>Yes, I want to be involved, because then I learn a lot.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	No, always on time.
	<i>Every time on the date given by my teacher.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	Maybe.
	<i>Yes, I can be successful.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Not too bad.
	<i>I would describe my achievement in mathematics as good.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I don't like to get negative feedback.
	<i>I will do anything to avoid it.</i>

DEELNEMER B

1	How do you feel about doing mathematics?
	More bad than good.
	<i>Sometimes good, but when my marks are low, I feel bad.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Most of the times.
	<i>Yes, because I really enjoy Mathematics more.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Not always.
	<i>More than what it was.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	Usually not.
	<i>No, I always give it the day it must be in.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	I struggle most of the times.
	<i>More now than previously.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Not very good.
	<i>Average.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I feel very bad.
	<i>I feel bad, but I know I must learn from my mistakes.</i>

DEELNEMER C

1	How do you feel about doing mathematics?
	Ok, I am not really scared.
	<i>Excited! Mathematics helps me a lot with other subjects.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Usually, if I had done my homework.
	<i>Every period I want to be part of everything in class.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Sometimes. Other times I am afraid.
	<i>Yes, because I can learn more if I am asking questions.</i>

4	Do you ever give in tasks late or never?
	Never late, always on time.
	<i>I never give my tasks in late.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	Maybe.
	<i>I do believe that if I work hard, I can be successful.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	It can be better.
	<i>I will describe my achievement in mathematics as good, because I also tell myself I can do it no matter what.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I do not like it at all.
	<i>I feel bad, but I still tell myself I can do better.</i>

DEELNEMER D

1	How do you feel about doing mathematics?
	Good, I like mathematics.
	<i>I enjoy mathematics. When it comes to maths it feels that I won the Lotto.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	I try to take part.
	<i>Yes, because I can learn very much from my mistakes.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	If the teacher asks me, I will answer.
	<i>I am taking more part in what is going on in class.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	Yes, sometimes.
	<i>I try not to give tasks in late anymore.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	I don't know.
	<i>Yes, I must just work hard.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Ok.
	<i>Better than before.</i>

7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I really try to do my work everyday.
	<i>I try not to get in such a situation.</i>

DEELNEMER E

1	How do you feel about doing mathematics?
	Ok.
	<i>It is nice. I like mathematics.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Normally, yes.
	<i>Yes, definitely.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	I am busy.
	<i>I do not want to miss out on anything.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	Sometimes I give my tasks a little bit late, but I always give in.
	<i>I don't anymore, you will lose too much.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	Maybe I am a bit lazy.
	<i>I can achieve better.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	It varies.
	<i>Sometimes good, sometimes not so good.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I react totally nervous.
	<i>I am still nervous about it, but I am trying to learn from it.</i>

DEELNEMER F

1	How do you feel about doing mathematics?
	Not good.
	<i>I enjoy it sometimes.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Yes, the teacher is trying to make it exciting.
	<i>Very much with all the games and stuff.</i>

3	Are you actively involved in the mathematics class?
	No, not really.
	<i>Sometimes, when I must give an answer.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	Never.
	<i>Never.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	Yes.
	<i>Yes, I do.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Good.
	<i>Very good.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	Bad.
	<i>It rattles me and I wonder about myself sometimes.</i>

DEELNEMER G

1	How do you feel about doing mathematics?
	I feel very good about doing mathematics.
	<i>Excited. I like doing maths.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	It is ok.
	<i>Sometimes yes, sometimes no.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Some of the times.
	<i>With our teacher, you have to.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	I do sometimes.
	<i>No, it will not be good. You play with your marks.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	My teacher says so.
	<i>Hard work and everyday work will bring success.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Sometimes good, other times bad.
	<i>Can become better if I practise everyday and do my homework everyday.</i>

7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I react very sad and it is painful in my heart.
	<i>I feel sad but my teacher says anyone can make a mistake, you must just learn from it, then it will be better.</i>

DEELNEMER H

1	How do you feel about doing mathematics?
	Nervous.
	<i>Not so much nervous anymore.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Sometimes.
	<i>Sometimes.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Not always.
	<i>Sometimes, depends on if I know or not.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	Yes, always.
	<i>Not as many times as before.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	I am not sure.
	<i>I think so.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Average.
	<i>Average.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I don't really care.
	<i>Normal.</i>

DEELNEMER I

1	How do you feel about doing mathematics?
	I like Mathematics.
	<i>I feel excited because I am learning something new everyday.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Yes, most of the times.
	<i>The teacher is really trying to make it fun.</i>

3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Sometimes.
	<i>Most of the times.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	Only once, but I lost a lot of marks because of it.
	<i>No! I would never play with my marks. I need the marks, so not giving in is stupid.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	My teacher says I must really work.
	<i>I believe so, but I really need to work very hard to be successful in Mathematics.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	The teacher says it can be better.
	<i>Moderate achievement.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I don't like it, but I must keep on trying.
	<i>My reaction is that I know I can do better than that, so I would just do my best until I succeed.</i>

DEELNEMER J

1	How do you feel about doing mathematics?
	Ok. I just sometimes wonder where I will use it.
	<i>Maths inspire me, because Maths is part of the world I live in.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Sometimes, depending on the section.
	<i>The games are fun, some of the other work as well.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Not always.
	<i>When we play games, you have to be actively involved.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	Once.
	<i>Never again. The teacher will be too angry.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	I wonder sometimes.
	<i>I must be, because I want to be a Mathematician.</i>

6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Ok. Bad, average, depending on the part.
	<i>Average to good.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	Not nice, but you must take care.
	<i>Negative feedback doesn't mean the end of the world, it means I must watch out.</i>

DEELNEMER K

1	How do you feel about doing mathematics?
	Nervous, excited, scared. A mixture.
	<i>Mathematics teaches me to use my mind.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	Ok, sometimes.
	<i>Yes, because if you have freedom, you will be excited and interested.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	I always try to answer.
	<i>Yes, definitely.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	I never give in tasks late, but it happened only once and I did not like it.
	<i>I always try to be on time.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	I must believe because Maths is around us.
	<i>Everything that I do involves mathematics, so there is no way that I cannot be successful in Maths.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	Good. I am working hard.
	<i>I am one of the best in the class and I fear no one in class, because I am confident and I know I can.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I become very angry.
	<i>I am very angry, but I tell myself that through failure there is improvement and that helps me going</i>

DEELNEMER L

1	How do you feel about doing mathematics?
	I like Mathematics.
	<i>Mathematics is fun. You must just continue to practise.</i>
2	Is your mathematics class an exiting place to be in?
	The teacher sometimes makes it more interesting.
	<i>My class is an environment where we can work with and understand Mathematics.</i>
3	Are you actively involved in the mathematics class?
	Usually the teacher keeps on asking questions.
	<i>Most of the times, it is better to take part.</i>
4	Do you ever give in tasks late or never?
	No.
	<i>I chose mathematics; therefore I must do my work.</i>
5	Do you believe that you can be successful in mathematics?
	I have to believe that I can, because I want to study further.
	<i>I want to become a doctor; therefore my maths marks must be good.</i>
6	How would you describe your achievement in mathematics?
	I struggle sometimes.
	<i>Ok. It just needs a lot of concentration and determination.</i>
7	How do you react if you are receiving negative feedback about your work in class?
	I struggle to accept that I am wrong.
	<i>I accept that I am wrong and I learn from my mistake and next time I make sure I do it 100% right.</i>

BYLAE N

Projek vir leerders: Ontwikkeling van hul eie wiskundespeletjie

Die projekinligting is in Engels aangesien die deelnemende leerders onderrig ontvang deur medium Engels.

PROJECT

You are required to create a Mathematics game for any age-group. The objective of the game is to teach the children basic concepts/knowledge of Mathematics. So you must choose the Mathematical concept(s) or knowledge that you want to base your game on.

Use recycled material as far as possible in the construction of your game.

Be creative and use your imagination.

With your game, you should include a pamphlet to explain the objective of your game.

In your pamphlet you must also mention the following:

- relevant age-group;
- how many players can play this game;
- content of the game;
- the rules of the game;
- an explanation of all the Mathematics involved in the game;
- and why it will be good to use this game.

Your game will be assessed by the following criteria:

	Criteria	5	4	3	2	1	0
1	Recycled material used	Everything	Nearly everything	Half of the material	More new than recycled	Everything new	
2	Quality of pamphlet			Excellent	Good	Something	Nothing
3	Objective			Logic	Parts logic	Muddled	No attempt
4	Age-group					Indicated	Nothing
5	Number of players					Indicated	Nothing
6	Content of game				Complete	Halfway	Nothing
7	Rules		Complete and making sense		Complete but not always making sense	Muddled, not making sense	Nothing
8	Explanation of Mathematics	Logic and correct	Not always logic	Not everything correct and logic	Bits and pieces correct	Muddled	Nothing
9	Motivation to use the game		Clear and precise		Good idea	Muddled	Nothing
10	Creativity and imagination				Excellent	Average	Nothing

Name(s) of learner(s): _____

Marks allocated: $\frac{\quad}{30} = \quad\%$

BYLAE O

Kommentaar van leerders oor speletjies (verbatim aangehaal)

1. I learnt to be honest and play with courage and to tackle my mathematics with courage.
2. It taught me how easy you can win and just like Maths you have to stay focused in order to get something right.
3. I think that this was mind testing games that helped us to think quicker and better in Maths.
4. I really enjoyed the games and I usually won, so I will also win in Mathematics.
5. I enjoy a lot because I learn how to count and to calculate the sums.
6. I enjoyed the challenges.
7. I learned never to give up and to keep on practising.
8. It was a great enjoyment and it also improved my mathematical skills.

BYLAE O

Skriftelike toestemming:

1. Departementeel
2. Distrik-bestuur
3. Skool: Lere-La-Thuto
4. Skool: Ikanyageng
5. Onderwyser: Lere- La-Thuto
6. Onderwyser: Ikanyageng



Enquiries : Ms. Gaborone MMA
Reference no. : 16/4/1/16-2006

Tel : (051) 404 8658
Fax : (051) 447 7318

2006-06-01

Ms. A.H. Milne
65 Brandwagsingel
Uitsig
BLOEMFONTEIN
9301

Dear Ms. Milne


REGISTRATION OF RESEARCH PROJECT

1. This letter is in reply to your application for the registration of your research project.
2. Research topic: **Die invloed van wiskunde-speletjies op leerderprestasie in wiskunde in die Xhariep Distrik.**
3. Your research project has been registered with the Free State Education Department and you may conduct research in the Free State Department of Education under the following conditions:
 - 3.1 Educators and learners, participate voluntarily in the project.
 - 3.2 The names of all schools, educators, and learners involved remain confidential.
 - 3.3 This letter is shown to all participating persons.
4. You are requested to donate a report on this study to the Free State Department of Education. It will be placed in the Education Library, Bloemfontein. It will be appreciated if you would also bring a summary of the report on a computer disc, so that it may be placed on the website of the Department.
5. Once your project is complete, you may be invited to present your findings to the relevant persons in the FS Department of Education. This will increase the possibility of implementing your findings wherever possible.
6. **You are requested to confirm acceptance of the above conditions in writing to:**

**The Head: Education, for attention:
DIRECTOR : QUALITY ASSURANCE
Room 401, Syfrets Building
Private Bag X20565, BLOEMFONTEIN, 9301**

We wish you every success with your research.

Yours sincerely


FR SELLO
DIRECTOR : QUALITY ASSURANCE

18 May 2006

Dear Sir

PERMISSION FOR RESEARCH

I hereby request permission to conduct the research for my PhD Curriculum studies Mathematics in the following Xhariep schools: Lere-le-Thuto in Zastron and Ikanyegeng in Jacobsdal. The target group is 4 grade 10 classes.

The purpose of my study is to proof that mathematical games can make mathematics more accessible to learners and teachers.

Mathematical games are not only about fun and the building of self-confidence but can assist the learners to

1. understand mathematical concepts,
2. develop mathematical skills,
3. learn mathematical knowledge,
4. learn the technical language and terminology of mathematics and
5. develop cognitive mathematical skills.

I therefore request that one period per week is allocated for the use of mathematical games as an alternative teaching method. Because the games closely correlate with curriculum requirements, no teaching time will be lost.

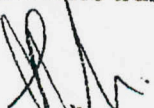
The research will be conducted during the first 2 terms of 2007.

As researcher I need to visit the schools twice a month, while the teachers will be responsible to control the process in the other two weeks. I have discussed this with the teachers involved and they are willing to participate in this venture for their own benefit as well as the benefit of their learners.

This is envisaged as a pilot project that can gradually motivate more learners to choose mathematics as a subject. This is in line with the Minister of Education's focus in her development plan, involving Dinaledi schools, of which Lere-le-Thuto in Zastron is one. This implies that the additional attention is justified. Attention to these schools is justified.

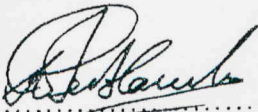
Because only two schools are involved it will have no impact on the normal contact with other schools.

I therefore trust that you will favorably consider this requested.


Annari Milne

Recommended/~~Recommended with adjustments~~/~~Not recommended~~/

This project will help to develop the
maths skills and will develop the children in
cognitive skills.

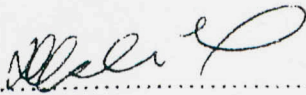


W Terblanche
LFAC FET Xhariep District

19/5/2006
Date

Recommended/~~Recommended with adjustments~~/~~Not recommended~~/

.....
.....
.....



ML Motsetse
District Director
Xhariep District

17.05.2006
Date



Hoërskool **LERE LA THUTO** Secondary School

PO BOX/POSBUS 388, ZASTRON, 9950. TEL/FAX (051) 6731510.
Principal/ Skoolhoof: D.P. Mac Kay

01 June 2007

To Whom It May Concern:

Herewith I give permission that the grade 10 learners of our school can participate in the Mathematical research project.

Yours Sincerely


DP MAC KAY
PRINCIPAL



IKANYEGENG COMBINED SCHOOL

P. O. BOX 40 JACOBSDAL 8710

TEL: (053) 5910112 FAX: (053) 5910660

Email: postmaster@ikanyegeng.fs.school.za

Enquiries : Mr. OR. January
Reference No. :

Monday, March 03, 2008

TO WHOM IT MAY CONCERN

RE: RESEARCH PROJECT

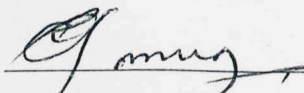
The above-mentioned school wishes to give permission to Mrs. AH. Milne to conduct the stated Mathematics research project at this school.

The learners and the school do benefit a lot out of it and can contribute to the better understanding of Mathematics by our learners here and at other schools.

If you need more information, please contact this school at any appropriate time.

Thank you.

Yours truly


OR. JANUARY (PRINCIPAL)





Hoërskool **LERE LA THUTO** Secondary School

PO BOX/POSBUS 388, ZASTRON, 9950. (051) 6731510.
Principal/ Skoolhoof: D.P. Mac Kay

27 February 2008

THE DIRECTOR
XHARIEP DISTRICT
PRIVATE BAG X20513
BLOEMFONTEIN
9300

ATTENTION: MRS. A. Milne

RE: MATHEMATICS RESEARCH TASK

Dear Madam

I am willing to take part in the Mathematics Research Task. Thank you for asking me, I appreciate it very much.

Greetings

Theena Shasha
Miss T.M. Shasha

Posbus 152
Jacobsdal
8710

Februarie 2007

Heil die Leser

Hiermee stel ek myself saam met my Graad 10 Wiskunde klas beskikbaar om aan die Wiskunde Projek, gebaseer op Wiskunde speletjies in die klaskamer deel te neem.

Ons sien daarna uit om deel van hierdie opwindende projek te wees.


V. Coetzee

