

# **Die effek van die probleemoplossingsbenadering op leerders se prestasie in Wiskundige Geletterdheid**

deur

**Irene Saayman**

Voorgelê ter vervulling van die vereistes vir die Graad

**MAGISTER EDUCATIONIS**

in

Kurrikulumstudies

in die Fakulteit Opvoedkunde

aan die

Universiteit van die Vrystaat

Studieleier: Prof. F.J. Nieuwenhuis

Medestudieleier: Mnr. J. Coetzee

Junie 2020

## VERKLARING VAN OORSPRONKLIKHEID

Ek, Irene Saayman, verklaar hiermee dat hierdie verhandeling getiteld ***Die effek van die probleemoplossingsbenadering op leerders se prestasie in Wiskundige Geletterdheid*** ingedien vir die kwalifikasie Magister Educationis in Kurrikulumstudies aan die Universiteit van die Vrystaat my eie werk is.

Alle bronne wat ek gebruik het, is na my mening korrek aangetoon en erken in die verwysings.

Ek verklaar ook dat hierdie verhandeling aan geen ander universiteit of fakulteit vir enige kwalifikasie voorgelê is nie.



06/07/2020

---

Handtekening

---

Datum

---

# ETIESE KLARING

UNIVERSITY OF THE  
FORTH RIVER  
UNIVERSITEIT VAN OOS-  
KAPPROVINSIE  
UNIVERSITY YA  
RIBOTSIWA



Office of the Vice-Rector: Research and Internationalisation  
Kantoor van die Vice-rector: Navorsing en Internasionalisering

08-Oct-2018

Dear Mrs Saayman

**Ethics Clearance: Die impak van 'n probleemoplossingsbenadering op die leerders se prestasie in Wiskundige Geletterdheid.**

Principal Investigator: Mrs Irene Saayman

Department: School of Education Studies: Department (Bloemfontein Campus)

**SENATE RESEARCH ETHICS COMMITTEE APPEAL: APPLICATION APPROVED**

With reference to your appeal for ethical clearance, the Senate Research Ethics Committee has considered your appeal. I am pleased to inform you on behalf of the Senate Research Ethics Committee that you have been granted ethical clearance for your research.

Your ethical clearance number, to be used in all correspondence is: **UFS-HSD2016/0505/1008**

**This ethical clearance number is valid for research conducted for one year from issuance.** Should you require more time to complete this research, please apply for an extension.

We request that any changes that may take place during the course of your research project be submitted to the ethics office to ensure we are kept up to date with your progress and any ethical implications that may arise.

Thank you for submitting this proposal for ethical clearance and we wish you every success with your research.

Kind Regards

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R.C. Witthuhn'.

**PROF R.C. WITTHUHN  
VICE-RECTOR: RESEARCH & INTERNATIONALISATION  
CHAIR: SENATE RESEARCH ETHICS COMMITTEE**

205 Nelson Mandela Drive/Rylands  
Park West/Parkwest  
Bloemfontein 9201  
South Africa/Suid-Afrika

P.O. Box / Postbus 335  
Bloemfontein 9300  
South Africa / Suid-Afrika  
T: +27(0)51 401 2118  
F: +27(0)51 401 2032  
[www.ufs.ac.za](http://www.ufs.ac.za)



## BEWYS VAN TAALVERSORGING

**EK HAAT**  
**VOUTE**

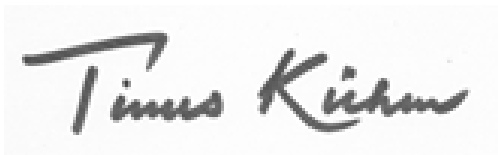
**TK TAALDIENS**  
REDIGERING | PROEFLEES | VERTALING

Prof. Dr. Tinus Kühn  
+27 82 303 5415 | [tinus.kuhn@gmail.com](mailto:tinus.kuhn@gmail.com)

6 Julie 2020

### AAN WIE DIT MAG AANGAAN

Hiermee verklaar ek, die ondergetekende, dat die magisterverhandeling met die titel **Die impak van die probleemoplossingsbenadering op leerders se prestasie in Wiskundige Geletterdheid** deur Irene Sassyman deur my redigeer is. Dit is die kandidaat se verantwoordelikheid om al die regstellings te doen.



Prof. Tinus Kühn

## OPSOMMING / ABSTRAK

Die swak prestasie in Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid in Suid-Afrika het my gemotiveer om navorsing te doen om moontlike oplossings vir die probleem te ondersoek. Die druipsyfer van Wiskunde in 2014 tydens die Graad 12-eindeksamen het tussen 5% en 6% gestyg (Volmink, 2015) en Wiskundige Geletterdheid se druipsyfer het in dieselfde jaar met 20% gestyg tydens die Graad 12-eindeksamen (Volmink, 2015) wat ontstellend is.

Ek het die uitslae van die *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* begin bestudeer en het waargeneem dat lande soos Korea uitstekend in Wiskunde vaar omdat hulle die probleemoplossingsbenadering in die skole toepas en dit het my gemotiveer om te ondersoek of dit nie die moontlike oplossing vir die probleem in Suid-Afrika is nie.

Die hoofdoel met die studie was om vas te stel na watter mate die probleemoplossingsbenadering leerders in staat stel om beter te presteer in Wiskundige Geletterdheid nadat hulle vir ses maande aan die probleemoplossingsbenadering blootgestel is.

Die navorsingsgroep bestaande uit Graad 11-seuns en -dogters, is leerders aan 'n Namakwalandse hoërskool. Die leerders is deur tradisionele metodes onderrig en die punte was uiters swak. In Desember 2016 was die slaagsyfer vir Graad 10 in Wiskundige Geletterdheid 17%. Aangesien ek die Graad 11-klasse onderrig, was die rasionaal om die probleemoplossingsbenadering op hierdie Graad toe te pas en die uitkomst daarna te evalueer.

Die navorsing het uit twee evalueringsfases bestaan. Die leerders het aan die begin van die jaar, sonder enige hulp, 'n opgestelde Wiskundige Geletterdsheidstoets voltooi.

In dié aktiwiteit is Graad 11 -leerders se voorkennis van die vaardighede en kennis wat in Graad 10 hanteer is, getoets. Die punte is op 'n klaslys aangeteken en na ses maande van die leerders se blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering, die veldnotas, klankopnames en die vordering van die leerders, tydens die ekwivalente aktiwiteite wat hulle in klassituasies gedoen het, vergelyk.

Daar is ook klankopnames gemaak van die onderhoude waaraan vyftien vrywillige leerders met die toestemming van hul ouers deelgeneem het. Daar is ook klassikaal onderhoude met 84

vrywillige leerders gevoer. Die vrae van die onderhoude was semi-gestruktureerd. Die leerders se vaardighede en gesindheid teenoor die vak Wiskundige Geletterdheid is eëvalueer.

Na ses maande se blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die leerders ekwivalente aktiwiteite voltooi. Aangesien Wiskundige Geletterdheidsonderwys nie slegs die oplos van probleme behels nie, maar wel ook karakterontwikkeling aanmoedig, was daar ook kriteria wat karakterontwikkeling in die klassituasie evalueer het en waarvan voetnotas geneem is.

Daar is van 'n Gevallestudie gebruik gemaak. Dit is op die navorser self toegepas aangesien dit op die professionele sowel as -vaardigheidsontwikkeling van die onderwysers van toepassing was.

Aksienavorsing is gebruik aangesien van die eienskappe daarvan is om die praktyk en die teorie bymekaar uit te bring, asook die ontwikkeling van almal wat betrokke in die studie is, te bepaal. Die kwalitatiewe data is deur middel van 'n onderhoud ingesamel. Daar is van inferensiële statistiek gebruik gemaak om inligting van die steekproef te verkry. Verskeie vrae is aan geselekteerde, vrywillige leerders gestel. Die ander afdeling van die data-insameling was dat die deelnemers 'n vraestel, wat die Graad 10 kurrikulum dek, geskryf het.

Die kwantitatiewe data wat beskrywend van aard is, word deur middel van grafieke aangetoon. Daar is dus van beskrywend-statistiese metodes gebruik gemaak. Die uitslag van elke vraag van die toets word afsonderlik op verskillende grafieke aangetoon en daarna bespreek. Eerstens is primêre kwalitatiewe data-analise gedoen. Tematiese analise is vir die kategorisering van die kwalitatiewe data gebruik. Daar is van 'n hoofkategorie en subkategorieë gebruik gemaak. Alle ontoepaslike data is eenkant gehou.

Kristallisering is gebruik om die geldigheid en betroubaarheid van die studie te bevestig. Verskillende data-insamelingstegnieke is onder toesig implementeer.

Die studie het aangetoon dat die probleemoplossingsbenadering wel 'n oplossing vir die swak prestasie in Wiskundige Geletterdheid in Suid-Afrika is.

## Summary/Abstract

The poor performance in Mathematics and Mathematical Literacy in South Africa motivated me to do research to investigate possible solutions to the problem. The failing rate of Mathematics in 2014 during the Grade 12 final examination increased between 5% and 6% (Volmink, 2015) and Mathematical Literacy's failure rate increased by 20% in the same year during the Grade 12 final examination (Volmink, 2015) which was disturbing. I started studying the results of the TIMSS and observed that countries such as Korea are doing well in Mathematics because they apply the problem-based learning approach in the schools and this motivated me to investigate whether this is not the possible solution to the problem in South Africa. The main aim of the study was to determine to what extent the problem-based learning approach enables learners to perform better in Mathematical Literacy after being exposed to problem-based learning for six months.

The research group consisted of Grade 11 learners at a Namaqualand high school. The learners were taught through traditional mathematics teaching methods up to grade 10 and their marks had always been weak. In December 2016, their pass rate in Mathematical Literacy for Grade 10 was 17%. As the Grade 11 mathematical literacy teacher, I decided to use the problem-based learning approach as my teaching strategy. I also decided to make use of the opportunity to utilize problem-based learning as the teaching strategy for this study and to evaluate its usefulness as teaching strategy.

An action research design was used as it enabled me to sensibly bring practice and theory together and to study the growth and development of participants involved in the study. Data collection combined quantitative data collection with qualitative data collection. The research consisted of two quantitative evaluation phases and a intervention teaching phase. The learners completed a Mathematical Literacy Test at the beginning of the year, without any assistance. In this activity, their skills and knowledge of the Grade 10 curriculum was assessed. The marks were recorded on a class list and compared to the results of an equivalent test six months later after the learners had exposure to problem-based learning. After six months of exposure to problem-based learning, the learners completed an equivalent knowledge test. The knowledge tests provided descriptive data of learners' progress over the six months intervention period. The result of each question of the test is shown separately on different graphs and subsequently discussed.

Since Mathematical Literacy Education not only involves solving problems, I have also included aspects related to character development in the class situation as part of my research design. For this reason, I conducted interviews with groups of students on their experiences before and after being exposed to problem-based learning in mathematics literacy. Audio recordings were made of the interviews in which fifteen volunteer learners individually participated. Informed consent from the parent was obtained. From the interview data collected and analysed, it emerged that the learners' skills and attitude towards the subject Mathematical Literacy improved over the six month period.

Extensive field notes were kept of the teaching intervention and the examples used in problem-based learning are presented in the study. Each topic assessed in the knowledge test were taught through problem-based learning and evaluated in class. This was aimed at assessing the progress of the learners during the activities they did in class.

The analysis of the various data sources revealed that the problem-based approach to the teaching of Mathematical Literacy does hold the prospect of improved performance in Mathematics Literacy.

## **SLEUTELWOORDE**

Pragmatisme, Probleemoplossingsbenadering, selfregulerende leer, Wiskundige Geletterdheid, realistiese wiskundige geletterheidsonderwys, wiskundige taakraamwerk, wiskundige bevoegdhede.



## **BEDANKINGS**

Met die suksesvolle afhandeling van die studie wil ek graag my opregte dank, asook my waardering teenoor die volgende uitspreek:

- My Hemelse Vader wat my die talent, geduld, deursettingsvermoë en liefde vir die vakke Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid gegee het.
- My studieleier, prof. Jan Nieuwenhuis wat my deur hierdie ervaring gelei en ondersteun het. Baie dankie vir die hulp, geduld, motivering en bystand.
- My medestudieleier, mnr. J. Coetzee vir sy ondersteuning en bydrae waar nodig.
- My liefdevolle eggenoot wat met baie ondersteuning en aanmoediging my bygestaan en gedra het; sonder hom was die avontuur onmoontlik.
- My kinders, Danie en Ilene wat altyd daar was om my te ondersteun en tydsgewys altyd teruggestaan het om my alle geleenthede te bied.
- Prof. Tinus Kühn wat die taalversorging met kundigheid behartig het.
- My vriendinne, Annica van Greunen en Madré van der Westhuizen wat die tegniese versorging waargeneem het.
- Alle vriende en familie wat my altyd aangemoedig het.
- Die skoolhoof vir die toestemming om die leerders vir die studie te gebruik sowel as vir die moderering en monitoring.

# INHOUDSOPGAWE

VERKLARING VAN OORSPRONKLIKHEID .....	II
ETIESE KLARING .....	III
BEWYS VAN TAALVERSORGING .....	IV
OPSOMMING / ABSTRAK .....	V
SUMMARY/ABSTRACT .....	VII
SLEUTELWOORDE .....	VIII
BEDANKINGS .....	IX
LYS VAN FIGURE .....	XV
AKRONIEME .....	XVI
HOOFSTUK 1.....	1
INLEIDENDE ORIËNTERING.....	1
1.1 INLEIDING .....	1
1.2 WISKUNDIGE GELETTERHEID.....	5
1.3 PROBLEEMSTELLING.....	8
1.4 DIE SENTRALE NAVORSINGSVRAAG.....	9
1.4.1 Sub-navorsingsvrae.....	9
1.5 TEORETIESE RAAMWERK VAN DIE STUDIE.....	10
1.6 NAVORSINGSONTWERP .....	14
1.7 DATA-INSAMELING.....	16
1.8 DATA-ANALISE EN -RAPPORTERING.....	16
1.9 BEPERKINGE VAN DIE STUDIE .....	17
1.10 GELDIGHEID EN BETROUBAARHEID .....	17
1.11 ETIESE OORWEGINGS .....	18
1.12 HOOFSTUKKE .....	19
HOOFSTUK 2.....	20
PROBLEEMGEBASEERDE- ONDERRIG EN -LEER IN WISKUNDE .....	20
2.1 INLEIDING .....	20
2.2 DIE DOEL VAN WISKUNDIGE GELETTERDHEID-ONDERRIG EN -LEER.....	22
2.3 WISKUNDIGE GELETTERDHEID EN DIE ONTWIKKELING VAN KOGNITIEWE DENKE.....	25
2.3.1 Herkenning (Vlak 1) .....	25
2.3.2 Heraanbieding (Vlak 2) .....	25
2.3.3 Struktureelafgeleide denkbeelde (Vlak 3).....	25

2.3.4	<i>Strukturele bewustheid (Vlak 4)</i> .....	26
2.4	’n RAAMWERK VAN WISKUNDIGE KENNIS VIR ONDERRIG EN LEER .....	26
2.5	DIE WISKUNDIGE TAAKRAAMWERK .....	28
2.5.1	<i>Die ontwerp van modelle</i> .....	29
2.5.2	<i>Modelmatige aktiwiteite</i> .....	29
2.5.3	<i>Vyf eienskappe van modelmatige aktiwiteite</i> .....	32
2.5.4	<i>Vier dele van modelmatige aktiwiteite</i> .....	33
2.5.5	<i>Goed-beplande aktiwiteitintegrasie met ander vakke</i> .....	36
2.5.6	<i>Kommunikasie</i> .....	37
2.5.7	<i>Realisme</i> .....	37
2.5.8	<i>Die ontwikkeling van metakognisie</i> .....	37
2.5.9	<i>Regverdiging van denke</i> .....	38
2.5.10	<i>Selfevaluering</i> .....	38
2.6	SCHOENFELD SE VIER KENNISKATEGORIEË.....	38
2.6.1	<i>Die vier kenniskategorieë</i> .....	38
2.7	TRADISIONELE BENADERINGS TOT DIE ONDERRIG EN LEER VAN WISKUNDIGE GELETTERDHEID EN DIE PROBLEEMOPLOSSINGS-BENADERING .....	40
2.7.1	<i>Aanleer van Wiskundige Geletterdheidkonsepte en herhaling (indril/ memorisering)</i> .....	42
2.7.2	<i>Nederlandse Realistiese Wiskundige Geletterdheidonderwys (RWO)</i> .....	44
2.7.3	<i>Japan en die probleemoplossingsbenadering in Wiskunde-onderwys</i> .....	48
2.7.4	<i>Die nie-roetine probleemoplossingsbenadering</i> .....	49
2.8	DIE KONSEP PROBLEEMOPLOSSING EN GEPAARDGAANDE BENADERING.....	49
2.8.1	<i>Die doel van probleemoplossing</i> .....	50
2.8.2	<i>Die probleemoplossingsbenadering van Schoenfeld</i> .....	52
2.8.3	<i>Diskoers rakende die probleemoplossingsbenadering</i> .....	53
2.8.4	<i>Kritiese vereistes om probleemoplossing ten volle te laat geskied</i> .....	55
2.9	DIE DRIE ALGEMENE TEMAS VAN DIE PROBLEEMOPLOSSINGS-BENADERING .....	57
2.9.1	<i>Tema 1: Probleemoplossing as ’n konteks</i> .....	57
2.9.2	<i>Tema 2: Probleemoplossing as ’n vaardigheid</i> .....	58
2.9.3	<i>Tema 3: Probleemoplossing as ’n kuns</i> .....	58
2.10.1	<i>Die vier stappe van die probleemoplossingsbenadering</i> .....	59
2.10.2	<i>Schoenfeld se doelstellings met die probleemoplossingsbenadering</i> .....	64
2.10.3	<i>Verskille tussen Polya en Schoenfeld se probleemoplossingsmodelle</i> .....	65
2.11	DIE EVALUERING VAN PROBLEEMOPLOSSING IN WISKUNDIGE GELETTERDHEID .....	66
2.11.1	<i>Die eerste kategorie van evaluering: die probleemoplossingsproses</i> .....	66

2.11.2	<i>Die tweede kategorie van evaluering: die probleemoplossingsproduk</i> .....	67
2.11.3	<i>Die evaluering van die probleemoplossingsproses</i> .....	68
2.11.4	<i>Die Analitiese Skaal van Probleemoplossing van Szetela en Nicol (1992)</i> .....	76
2.12	DIE ROL VAN DIE ONDERWYSER.....	78
2.12.1	<i>Inleiding</i> .....	78
2.12.2	<i>Vereistes en kwaliteite van 'n goeie onderwyser</i> .....	78
2.13	SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING .....	83
	HOOFSTUK 3.....	84
	NAVORSINGSONTWERP .....	84
3.1	INLEIDING .....	84
3.2	AKSIENAVORSING .....	85
3.3	GEVALLESTUDIE.....	92
3.4	NAVORSINGSMETODOLOGIE .....	96
3.4.1	<i>Kwantitatiewe data-insameling</i> .....	97
3.4.2	<i>Kwalitatiewe data-insameling</i> .....	98
3.5	REFLEKSIE .....	104
3.5.1	<i>Tegniese refleksie</i> .....	105
3.5.2	<i>Refleksie-in-aksie / Refleksie-van-aksie</i> .....	105
3.5.3	<i>Doelbewuste refleksie</i> .....	106
3.5.4	<i>Persoonlike refleksie</i> .....	106
3.5.5	<i>Kritiese refleksie</i> .....	107
3.6	ANALISE .....	108
3.6.1	<i>Analise van die kwantitatiewe data</i> .....	110
3.6.2	<i>Analise van die kwalitatiewe data</i> .....	111
3.7	KRISTALLISASIE .....	111
3.8	GELOOFWAARDIGHEID EN BETROUBAARHEID .....	112
3.8.1	<i>Betroubaarheid</i> .....	113
3.9	ETIESE OORWEGINGS .....	114
3.10	BEPERKINGS VAN STUDIE.....	115
3.11	SLOT.....	116
	HOOFSTUK 4.....	117
	DIE AANBIEDING, ONTLEDING EN INTERPRETASIE VAN DIE DATA .....	117
4.1	INLEIDING .....	117
4.2	BASISLYNINLIGTING.....	117
4.3	WISKUNDIGE GELETTERDHEIDTOETSUITSLAE.....	126

4.4	INTERVENSIE .....	133
4.4.1	<i>Intervensie 1: Berekening van area</i> .....	133
4.4.2	<i>Intervensie 2: Die gebruik van vergelykings in probleemoplossing</i> .....	138
4.4.3	<i>Intervensie 3: Gebruik van substitusie in probleme</i> .....	142
4.4.4	<i>Intervensie 3: Berekening van tyd</i> .....	148
4.5	EVALUERING VAN INTERVENSIE .....	156
4.6	REFLEKSIE .....	176
4.6.2	<i>Kritiese vermoë</i> .....	177
4.6.3	<i>Spanning tydens werksessies</i> .....	178
4.6.4	<i>Herhaling van probeerslae</i> .....	178
4.6.5	<i>Taakverrigting</i> .....	179
4.7	GEVOLGTREKKING .....	179
	HOOFSTUK 5.....	180
	GEVOLGTREKKING EN BEVINDINGE .....	180
5.1	INLEIDING .....	180
5.2	PROBLEEMOPLOSSINGSBENADERING.....	182
5.3	BEVINDING RAKENDE DIE SENTRALE NAVORSINGSVRAAG .....	185
5.3.1	<i>Sub-navorsingsvrae</i> .....	186
5.4	BEVINDINGE .....	190
5.5	AANBEVELINGS.....	191
5.6	BYDRAE VAN DIE STUDIE .....	192
5.7	BEPERKINGE VAN STUDIE .....	192
5.8	SELF-REFLEKSIE .....	193
5.9	SLOTOPMERKING .....	194
	VERWYSINGS.....	195
	ADDENDA.....	206

## Lys Van Tabelle

Tabel 1.1 Suid-Afrika se prestasie in TIMSS 1995 - 2015 .....	2
Tabel 2. 1 Instrument vir assessering van die leerders se formuleringsvaardighede .....	68
Tabel 2. 2 Beplanningsvaardighede-assessering .....	70
Tabel 2. 3 Die ontwerpvaardighede-assessering .....	71
Tabel 2. 4 Die effektiwiteitassessering.....	73
Tabel 2. 5 Betroubaarheidassessering . .....	74
Tabel 2. 6 Leesbaarheidassessering. ....	74
Tabel 2. 7 Korrektheidassessering . .....	75
Tabel 2. 8 Die Analitiese Skaal van Probleemoplossing.....	76
Tabel 2. 9 Nasientabel vir Graad 12 vir Wiskundige Geletterdheid deur die Departement van Onderwys van Noord-Kaap voorsien .....	77
Tabel 4. 1 Tydbepenningsrooster (Opgestel vir die studie deur onderwyseres)	130
Tabel 4. 2 Riglyn vir die identifisering van die aantal reghoeke .....	135
Tabel 4. 3 Pryse van verskillende maatskappye.....	145

## LYS VAN FIGURE

Figuur 1. 1 'n Voorstelling van Schoenfeld se didaktiese driehoek.....	11
Figuur 2. 1 Dimensies van wiskundige kennis vir onderrig en leer(Hill, Ball en Schilling, 26	
Figuur 2. 2 Verskillende stadia van 'n taak .....	28
Figuur 2. 3 Die verskillende fasette waaruit die doel van probleemoplossing bestaan .....	51
Figuur 2. 4 'n Skematiese voorstelling van Polya se vier stappe OPEPP, .....	59
Figuur 2. 5 Die proses van probleemoplossing van Schoenfeld .....	65
Figuur 3. 1 Aksienavorsingsiklus .	87
Figuur 3. 2 'n Inleiding tot Aksienavorsing, Stigting vir interaktiewe Ontwerp.....	89
Figuur 3.3 Refleksiemodel van Borton (1970), deur Rolfe en kollegas gepubliseer.....	108
Figuur 3. 4 Kristallasie-ontwerp van Luaran .....	111
Figuur 4. 1 Grafiekdata: Prestasieverbetering in uitkomste volgens die vraelys	119
Figuur 4. 2 Persentasieverbetering: Januarie 2017 tot Junie 2017.....	122
Figuur 4. 3 Bepaling van area.....	134
Figuur 4. 4 Duvetbinneverpakking .....	137
Figuur 4. 5 Selfoonopsies .....	139
Figuur 4. 6 Komponente van vergelykings.....	140
Figuur 4. 7 Voorbeeld van 'n analooghorlosie.....	149
Figuur 4. 8 Digitale horlosie: Artphone C1 GSM Big Button Mobile Phone.....	149
Figuur 4. 9 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 1.....	157
Figuur 4. 10 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 2.....	158
Figuur 4. 11 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 3.....	159
Figuur 4. 12 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 4.....	160
Figuur 4. 13 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 5.....	161
Figuur 4. 14 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 6.....	162
Figuur 4. 16 Die gemiddelde persentasieverbetering per Vraag 6 tot 11 .....	171

## AKRONIEME

ANA	Nasionale Assessering ( <i>Annual National Assessment</i> )
IOWO	Institute for Development of Mathematics Education
KABV	Kurrikulum en Asseseringbeleidsverklaring
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
NKV	Nasionale Kurrikulumverklaring
PIK	Pedagogiese inhoudskennis
Pisa	Die Program vir Internasionale Studente-assessering ( <i>Programme for International Student Assessment</i> )
RWO	Realistiese Wiskunde Onderwys
TIMSS	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>
UGO	Uitkoms-gebaseerde Onderwys
WEF	Wêreldekonomiese Forum
WIK	Wiskundige Inhoudskennis
WTR	Wiskundige Taakraamwerk (Mathematical Task Framework MTF).
WVK	Wiskundige Vakkennis
VVO	Verdere Onderwys- en Opleiding



# HOOFSTUK 1

## INLEIDENDE ORIËTERING

### 1.1 INLEIDING

Die agteruitgang in die prestasie van leerders in die vak Wiskunde is kommerwekkend aangesien dit nie slegs in Suid-Afrika sigbaar is nie, maar ook in lande suid van die Sahara. Volmink (2015) bevestig dat die druipeyfer in Wiskundige Geletterdheid van 2013 tot 2014 van 20% tot 48% gestyg het. Die Wiskundegemiddeld het tussen 5% en 6% gestyg.

Daar is 'n algemene ooreenkoms dat die lande suid van die Sahara, Suid-Afrika ingesluit op die tradisionele onderrig staatmaak wat volgens die lande nie aan die vereistes vir suksesvolle Wiskunde-onderrig voldoen nie. Die leerders leer om logaritmes te memoriseer, asook dat Wiskunde 'n geslote vak is. 'n Geslote vak beteken dat die leerders nie dit wat hulle in die Wiskundeklaskamer aanleer korreleer met die ander vakke wat in die skool aangebied word nie, ook nie met die leefwêreld buite die klaskamer nie (Fuson, Kalchman & Bransford 2005; Nag et al., 2014; Unesco, 2012).

Suid-Afrika het aan twee internasionale geletterdheidstudies deelgeneem wat met gereelde intervale gedoen is. TIMSS (2011) evalueer spesifiek die leerders se syfervaardighede. TIMSS word elke vier jaar gedoen.

In 2015 het 57 lande aan TIMSS deelgeneem waarin Suid-Afrika tweede laaste vir Graad 4 Wiskunde en tweede laaste vir Graad 8 Wiskunde geplaas is (Du Plessis, 2017). Net Ghana het swakker as Suid-Afrika gevaar. Die uitslae van die 2015 TIMSS bevestig die swak Wiskundeprestasie in Suid-Afrika. Van 1995 tot 2015 was daar wel 'n geringe verbetering in Wiskunde van baie laag tot laag. Suid-Afrika is nog steeds een van die swakste presteerders in TIMSS. Wanneer daar na 1995 teruggekyk word toe TIMSS vir die eerste keer gedoen is, is dit duidelik dat dit toe reeds sleg met Suid-Afrika se leerders gegaan het (Du Plessis: 2017).

Die inligting word in Tabel 1.1 aangetoon.

Tabel 1.1 Suid-Afrika se prestasie in TIMSS 1995 - 2015

Jaar	Wiskunderangorde
1995	Laaste
1999	Laaste
2003	Laaste
2007	Nie deelgeneem
2011	Tweede laaste
2015	Tweede laaste

Die posisie van Suid-Afrika op die ranglys weerspieël nie 'n verbetering in prestasie vanaf 2003 nie. Die TIMSS-assessering is volgens internasionale standaard, maar is deur Suid-Afrika se onderwysstelsel as te moeilik beskou. Die Graad 5-leerders het as gevolg hiervan die toets vir die Graad 4-leerders geskryf en die Graad 9-leerders het die Graad 8-toets geskryf. Die posisie van Suid-Afrika bied dus nie 'n ware beeld van die verbetering in Wiskunde nie.

Vervolgens het die Department van Onderwys (2014) se verslag oor die Jaarlikse Nasionale Assessering (*Annual National Assessment*) (ANA) (Graad 9) aangedui dat slegs 10,8% van die Graad 9-leerders in Suid-Afrika Wiskunde geslaag het. Die leerders is nie weer aan ANA blootgestel nie. Volmink (2015) bevestig dat die driuipsyfer in Wiskundige Geletterdheid van 2013 tot 2014 van 20% tot 48% gestyg het. Die Wiskundegemiddeld het tussen 5% en 6% gestyg. Mullis (2015) het in die 2015 TIMSS bevestig dat Graad 9-leerders in Suid-Afrika weereens swak gevaar het. Slegs 1% van die leerders het die heel boonste vlak behaal, 3% die tweede hoogste vlak, 10% die gemiddelde vlak, en 21% die lae vlak. Agt-en-twintig persent (28%) van die leerders se prestasie is as swak geklassifiseer, en 33% kon glad nie die internasionale Wiskunde-uitkomst behaal nie.

Ontstellend is die navorsingsbevinding van Taylor (2009) wat aandui dat net 12% van die Graad 4- en Graad 5-onderwysers in Suid-Afrika wat Wiskunde aanbied, die assesseringsvrae kon beantwoord.

In 2015 het die Wêreld Ekonomiese Forum (WEF) die 2014 bevinding van TIMSS, naamlik dat die onderrigleer van Wiskunde in Suid-Afrika die swakste ter wêreld is, bevestig. Een moontlike uitkoms van die swak prestasie van leerders is die afname in Wiskundeleerdergetalle in die Verdere Onderwys- en Opleidingsbaan (VOO-fase) met die negatiewe gevolg dat skaars beroepe soos ingenieurs, dokters, vlieëniers en aptekers meer ontoeganklik vir leerders geword het.

In die KABV word aangeteken en ek haal aan: "Alle leerders wat deur VOO-fase gaan, word toegerus met 'n werkende kennis van Wiskunde wat hulle in staat stel om sin te maak van die samelewing. Dit verseker toegang tot uitgebreide studie van Wiskundige wetenskappe en 'n verskeidenheid loopbane. In die VOO-baan behoort leerders blootgestel te word aan wiskundige ervarings wat hulle baie geleenthede bied om hulle wiskundige redenasie en vindingryke vaardighede te ontwikkel. Dit sal hulle voorberei vir meer abstrakte Wiskunde in Hoër/Tersiëre Onderwysinrigting".

Die alternatief vir diegene wat nie Wiskunde kan bemeester nie, is die vak Wiskundige Geletterdheid wat van Graad 10 as keusevak beskikbaar is. Wanneer ek na die omgewing kyk waar ek skoolhou, kan 'n soortgelyke tendens bespeur word ten aansien van leerders se swak prestasie in Wiskunde .

Die opsie om leerders van Wiskunde na Wiskundige Geletterdheid te kanaliseer, is egter geen blywende oplossing nie aangesien dit nie die vraag na leerders met Wiskunde as vak aanspreek nie. Die basis of fondament van Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid wat dieselfde konsepte bevat, moet in die laerskool vasgelê word.

Human (2009) stel dit dat dit nodig is dat onderwysers hul tradisionele onderrigbenadering moet verander om groter leerderoutonomieit in die klas aan te moedig. Dit is nodig dat onderwysers weg beweeg van 'n onderwysergerigte onderwyspraktyk na 'n stelsel wat leerderoutonomieit bevorder. My uitgangspunt in die studie is dat 'n probleemoplossingsbenadering in Wiskundige

Geletterheid leerdergesentreerde onderrig moontlik maak en prestasie in Wiskundige Geletterdheid mag bevorder.

As gevolg van die swak prestasies wat gelewer word deur tradisionele onderrig (dit wil sê metodes soos mededeling, demonstrasie en inoefening) het die probleemoplossingsbenadering na vore getree as alternatief vir proseduregerigte onderrig (Schoenfeld 1985). Mededeling is die gebruik waar die onderwyser probleemoplossingsmetodes aan leerders voorskryf; demonstrasie behels die oplos van die probleme op die skryfbord deur die onderwyser, waarna die leerders dit nadoen; inoefening toon ooreenkoms met demonstrasie waar slegs herhaling plaasvind, maar geen uitdaging aan die leerders gebied word nie. Volgens Human (2009) word daar egter weinig vordering met effektiewe probleemoplossing in Suid-Afrika se Wiskundige Geletterdheidklaskamers gemaak omdat tradisionele onderrig en leer nog, soos in die res van die wêreld, steeds baie prominent is.

Piper, Ralaingita, Akach en King (2016) meld dat daar drie areas van bekwaamheid of vaardigheid van die leerders verwag word om suksesvol in Wiskunde te wees, naamlik prosedurele vaardigheid, gepaardgaande met konsepsuele begrip en die vermoë om die regte probleemoplossing-strategieë toe te pas. Hierdie drie aspekte is verwant aan wat in die probleemoplossingsbenadering verwag word.

Die rol van die onderwyser in die probleemoplossingsbenadering is essensieel. Swak leerderprestasie in Wiskundige Geletterdheid stel geweldige uitdagings aan die onderwyser. Die onderwyser se onderrigbenadering moet verander sodat die klaskamerpraktyk kan verander. Dié hele siening van hoe om Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer te hanteer, is 'n oortuigings-aangeleentheid (Stigler & Hiebert, 1998). Die verandering moet intrinsiek geskied aangesien die onderwyser se onderrig-leermetodes benadering 'n uitvloeisel is van die onderrig wat die persoon tydens skool en verdere opleiding (Bishop, 1996) ontvang het.

Burkhardt sowel as Schoenfeldt (soos aangehaal deur Human, 2009:307) omskryf die konsep *probleemoplossing* soos volg: "The essence of problem solving is that the solver faces an unfamiliar task – one for which they could not reasonably be expected to know immediately a path to the solution".

Murray, Olivier en Human (1988) het 'n studie oor jong leerders se begrip van konsepte voor, terwyl en na die onderrigleerpraktyk gedoen. Hulle het die volgende bevind:

*Learning occurs when students grapple with problems for which they have no routine methods. Problems therefor come before the teaching of the solution method. The teacher should not interfere with the students while they are trying to solve the problem, but students are encouraged to compare their methods with each other, discuss the problem, etc. (Murray et al., 1998).*

Alhoewel die probleemoplossingsbenadering in onderrig en leer reeds etlike dekades bestaan, geniet dit steeds weinig steun in die onderrig van Wiskundige Geletterdheid. Binne die konteks van die studie ontstaan die vraag of so 'n benadering in die onderrig van Wiskundige Geletterdheid moontlikhede bied tot die verbetering van leerder prestasie.

## **1.2 WISKUNDIGE GELETTERHEID**

Die Witskrif oor Onderwys en Opleiding (1995) het ten doel gehad om die kurrikulum van die vorige Apartheidera te vervang sodat alle landsburgers in Suid-Afrika 'n gelyke kans op onderwys het. Witskrif 1 (1995) het die volgende doelwitte gestel:

- 1 Om die verdeling wat apartheidonderwysstelsel veroorsaak het, te herstel na 'n volle demokratiese bestel wat waardes, sosiale regverdigheid en menseregte voorop staan.
- 2 Om die kwaliteit van onderwys vir al die landsburgers te verbeter en die potensiaal van elke persoon te ontwikkel.
- 3 Op die onderwysstelsel te herkonstrueer en te omvorm om die waades in die Grondwet te realiseer
- 4 Om die apartheidkurrikulum te vervang met 'n nuwe geïntegreerde en relevant kurrikulum wat die kwaliteit van onderwys sal verbeter.

In 1997 is Uitkoms-gebaseerde Onderwys ingefaseer, maar dit is in 2000 hersien. In 2005 is verskeie vakke in die kurrikulum ingesluit. Wiskundige Geletterdheid was een van die vakke wat in 2006 ingefaseer is. Dit het gelei na die Hersiene Nasionale Kurrikulum (2008). Daar was verskeie hersieningspogings wat later gelei het na die Nasionale Kurrikulumverklaring (NKV) in

2012. Die NKV verteenwoordig onderrig en leer in Suid-Afrika. Hierdie dokument keur alle vakke wat in hierdie dokument vervat is, goed.

Motshekga (2011) beskou die doel met Wiskundige Geletterheid soos volg:

*Die bevoegdhele wat ontwikkel word deur Wiskundige Geletterdheid laat individue toe om sin te maak van, deel te neem in en by te dra tot die wêreld van die een-en-twintigste eeu – 'n wêreld wat gekenmerk word deur getalle, argumente gebaseer op getalle en data wat voorgestel en verdraai is op verskillende maniere.*

Schoenfeld (1992) dui aan dat hierdie bevoegdhele die vermoë insluit om te kan redeneer, besluite te neem, probleme op te los, onderwysmedia te bestuur, informasie te interpreteer, lyste van gebeurtenisse te maak en tegnologie te gebruik en toe te pas. Leerlinge moet aan beide wiskundige inhoud en 'n lewensgetroue konteks blootgestel word om hierdie bevoegdhele te ontwikkel. Wiskundige inhoud is nodig om van 'n lewensgetroue konteks sin te maak; aan die ander kant bepaal konteks die inhoud wat nodig is (California State Department of Education, 2018).

Die vak Wiskundige Geletterdheid moet die leerder in staat stel om 'n selfbeheersde persoon te word, 'n bydraende werker en 'n deelnemende burger in 'n ontwikkelende demokrasie. Die onderwyser en leerder van Wiskundige Geletterdheid moet met ander woorde geleentheid skep om probleme te analiseer en maniere bedink om wiskundig te werk te gaan in die oplos van sulke probleme. Geleentheid om Wiskundige Geletterdheid op hierdie manier te bespreek, sal die leerlinge help om slim verbruikers te word van die Wiskundige Geletterdheid wat in die media gereflekteer word.

Volgens die Kurrikulum- en Assesseringsbeleidsverklaring (KABV) is daar vyf sleutel-elemente van Wiskundige Geletterdheid:

- “Wiskundige Geletterdheid sluit die gebruik van *elementêre* wiskundige inhoud in.
- Wiskundige Geletterdheid sluit 'n *oorspronklike* lewensgetroue konteks in.
- Wiskundige Geletterdheid sluit die oplossing van bekende en onbekende probleme in.
- Wiskundige Geletterdheid sluit besluitneming en kommunikasie in.
- Wiskundige Geletterdheid sluit die gebruik van geïntegreerde inhoud en/of vaardighede om probleme op te los, in” (KABV, 2014:10-11).

Wiskundige Geletterdheid is in 2006 in Graad 10 ingefaseer sodat alle leerders die geleentheid kon hê om in 'n ontwikkelende land syfervaardigheid te kan bemeester. Nieteenstaande die aanvaarding van die beginsel van Uitkoms-gebaseerde Onderwys, het die onderrigleerbenadering tot Wiskundige Geletterdheid nie verander nie. Suid-Afrika, soos Kenia, is vasgevang in 'n siening van onderwysers wat glo dat Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid 'n reeks prosedures is wat leerders moet memoriseer. Werk word vergemaklik deur dit in kleiner hoeveelhede in te deel. Die take word direk na afgehandelde werk in die klas voltooi. Visuele onderwysmedia word tydens aanbiedinge op 'n onoordeelkundige manier gebruik. Baie min tyd word aan diepteleer geskenk (Maaß, 2006).

In teenstelling hiermee gebruik Japan lesstudie. Dit is 'n deurlopende, samewerkende en professionele ontwikkelingsproses (Burghes & Robinson, 2009). In Japan word daar sterk klem op die probleemoplossingsbenadering gelê en leerders presteer uitstekend (Hiebert & Stigler, 1998). Visuele onderwysmedia word slegs vir rekordhouding van gedane aktiwiteite en hul uitkomst gebruik. Wiskunde word as 'n reeks verwantskappe tussen konsepte, feite en prosedures beskou. Dit is vir hulle aanvaarbaar dat die leerders soms tydens aktiwiteite intensief moet dink om oplossings vir probleme te genereer. Diepteleer word op hierdie wyse ontwikkel (Burkhardt, 1985).

Hill (2008) noem dat effektiewe onderwysers leerders se wiskundige denke en idees verstaan waar Shulman (1986) meer waarde aan die Wiskunde-onderwyser se vakkennis heg, asook aan pedagogiese inhoudkennis waarvan die kennis, leer en denke van die leerders 'n primêre element is. In aansluiting hierby noem Linder (2011) dat onderwysers oor vyf eienskappe of vaardighede moet beskik om effektiewe leer te bevorder. Hierdie eienskappe is geloofwaardigheid, ondersteuningsvermoë, motiveringsvermoë, deelnemende klaskamerbestuur en 'n meelewende persoonlikheid.

Voorts stel Simon en Blume (1996) dit dat die onderwyser vir die volgende vyf belangrike veranderinge in die klaskamer verantwoordelik is sodat die probleemoplossingsbenadering kan plaasvind:

- Die klaskamer vorm 'n wiskundige groep en bestaan nie net uit individue nie.
- Die logiese, wiskundige denke van leerders moet ontwikkel word.
- Wiskundige beredenering moet ontwikkel.

- Veronderstellings, nuwe uitvindings en probleemoplossing moet aandag geniet.
- Verbanne en konneksies tussen wiskundige konsepte moet aangeleer word.

Hiebert en Stigler (1998) maak die stelling dat die leerders deur die onderwyser toegelaat moet word om met die probleem te worstel indien hulle individueel sowel as in groepverband vashaak. Frustrasie en onsekerheid by die leerders is deel van die probleemoplossingsproses (Henningsen & Stein, 1997). Die onderwyser moet die leiding neem en verseker dat die luistervermoë van leerders ontwikkel deur die voor- en nadele van sekere metodes te kommunikeer. Tweedens moet leerders begelei word om die verbanne tussen die konsepte en die metodes uit te ken. Daar moet egter genoeg tyd aan die leerders toegestaan word om die probleem op te los (Linder, 2011). Hierby sluit die analise en evaluering van onderrig en leer aan. Leergeleentheidbeplanning moet alle leerders insluit alhoewel die vlakke van uitkomst moontlik mag verskil (Van Hiele, 1993).

Ball (2001) noem dat daar 'n groot gaping tussen die onderwyser se vakkennis en die oordrag daarvan aan die leerders in die klas is. Volgens Franke (2004) is die bestudering van leerders se werk deur onderwysers een van die belangrike hoekstene van professionele ontwikkeling (Schifter, Bastable & Russel, 1999).

### **1.3 PROBLEEMSTELLING**

Soos reeds aangetoon, presteer leerders oor die algemeen swak in Wiskunde sowel as in Wiskundige Geletterdheid. Een van die moontlike redes vir die verskynsel is dat die tradisionele onderrigmetodes wat onderwysers gebruik, minder geskik is vir effektiewe Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer.

Oor die afgelope aantal jare het ek 'n probleemoplossingsbenadering gevolg by die skool waar ek werksaam is. Die skool is op die platteland met leerders wat uit swak sosiale omstandighede kom. Die onderwysers is ondergekwalfiseerd en gebruik nie die middele tot hul beskikking om die nodige kwalifikasies te bekom nie, ten koste van die leerders. Die klasse is groot en dissipline kan probleme verskaf indien jy nie die leerders skolasties betrokke in die klaskamer maak nie. Ek het opgemerk dat waar onderwysers probleemoplossing as die primêre onderrigleerbenadering gebruik, leerders in Wiskundige Geletterdheid beter resultate behaal in die eksamens as leerders wat volgens tradisionele onderrigbenaderings onderrig word.



Hierdie is bloot 'n toevallige waarneming, maar dit het my belangstelling geprikkel en ek het besluit om meer inligting te bekom oor die onderrigleerbenadering in Japan en Korea, juis omdat hul leerders so goed in Wiskunde presteer. Ek het raakpunte tussen die probleemoplossingsbenadering van my en die onderrigleerpraktyk van Japanese en Koreaanse onderwysers, geïdentifiseer. Dit het my gemotiveer om hierdie studie te onderneem in 'n poging om empiries-verifieerbare data te bekom om te bepaal of die probleemoplossingsbenadering ook suksesvol in Suid-Afrikaanse skole, spesifiek in die onderrigleer van Wiskundige Geletterdheid toegepas kan word.

Voorts blyk dit dat leerders dikwels getipeer word as ongeïnteresseerd in Wiskundige Geletterdheid omdat hulle dikwels gedwing word om die vak te neem (Ndlovu, 2018). Dit sou min waarde hê om bloot te bepaal of 'n bepaalde onderrigleermetode 'n verskil in prestasie maak, sonder om te bepaal of die gesindheid van leerders nie ook aangespreek moet word nie. Ndlovu (2018) verwys na navorsing waarvolgens daar 'n positiewe verband tussen leerders se gesindheid teenoor die vak en hul prestasie is.

#### **1.4 DIE SENTRALE NAVORSINGSVRAAG**

Watter invloed kan die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in die onderrig van Wiskundige Geletterdheid op leerders se resultate hê?

##### **1.4.1 Sub-navorsingsvrae**

- Wat is leerders se gesindheid teenoor Wiskundige Geletterdheid voor blootstelling aan 'n probleemoplossingsbenadering en verander so 'n onderrigbenadering hul ingesteldheid?
- Watter probleemoplossingsvaardighede, indien enige, toon die leerders ná blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering?
- In watter mate bestaan daar 'n verband tussen die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid en die leerderprestasie in die vak oor die tydperk waarin die probleemoplossingsbenadering toegepas is?

## 1.4.2 Algemene doelstellings

Soos reeds aangetoon, presteer leerders oor die algemeen swak in Wiskundige Geletterdheid. Een van die moontlike redes vir die verskynsel is dat onderwysers se onderrigmetodes minder geskik vir effektiewe Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer is. Waar die probleemoplossingsbenadering selde in skole in Suid-Afrika gebruik word, poog hierdie studie om vas te stel wat die effek van die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in die onderrigleer van Wiskundige Geletterdheid op leerders se resultate is.

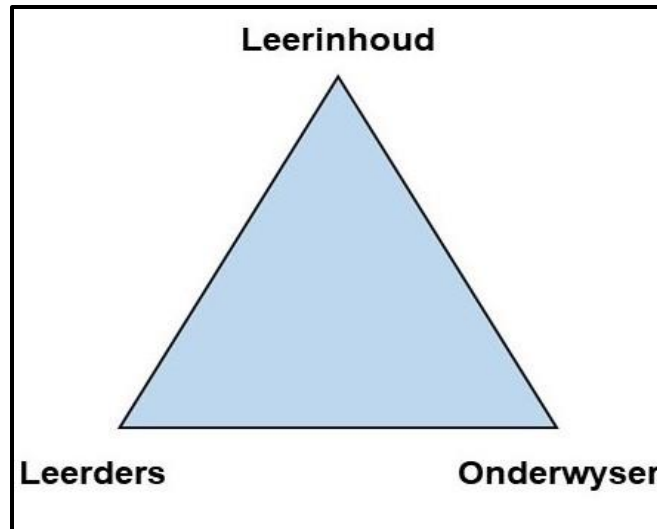
Die studie gee nie voor dat daar 'n liniêre verband tussen 'n persoon se probleemoplossingsbenadering en Wiskundige Geletterdheidpresentasie bestaan nie; dit ondersoek nietemin die mate waarin 'n probleemoplossingsbenadering in die onderrig van Wiskundige Geletterdheid die leerders se resultate en probleemoplossingsvaardighede kan verbeter. Teen hierdie agtergrond gesien het die studie die besondere doelwitte soos hieronder gelys, gestel.

### 1.4.2.1 Doelwitte

- Om te bepaal of leerders probleemoplossingsvaardighede aangeleer het wat hulle in die toekoms kan gebruik
- Om te bepaal of leerders se ingesteldheid teenoor Wiskundige Geletterdheid verander indien hulle probleemoplossingsvaardighede aanleer.
- Om te bepaal of daar 'n verband tussen die gebruik van die probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid en die prestasie van leerders bestaan.

## 1.5 TEORETIESE RAAMWERK VAN DIE STUDIE

Die probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid wat deur Schoenfeld (1992) daargestel is, dien as teoretiese raamwerk vir die studie. Binne hierdie raamwerk speel drie elemente elk 'n primêre rol. Die drie elemente is die leerder, die leerinhoud en die onderwyser wat aanleiding gee tot Schoenfeld (1992) se didaktiese driehoek soos in Figuur 1.1 aangedui.



Figuur 1. 1 'n Voorstelling van Schoenfeld (1992) se didaktiese driehoek

Die studieveld is die gebruik van die probleemoplossingsbenadering in die onderrigleer van Wiskundige Geletterdheid in Suid-Afrika. Ongeag die feit dat hierdie studie op Wiskundige Geletterdheid in plaas van Wiskunde fokus, is Schoenfeld se teorie steeds toepaslik omdat die leerder, onderwyser en die leerinhoud 'n rol tydens probleemoplossing in die Wiskundige Geletterdheidvakgebied speel.

Ten opsigte van probleemoplossing verwys die literatuur eerstens na Polya (1945; 1957) en dan na die belangrike bydrae van Schoenfeld (1985). Schoenfeld het Polya se teorie uitgebrei tot meer stappe wat gevolg moet word om die probleemoplossingsbenadering suksesvol te laat geskied. Schoenfeld se stappe vir probleemoplossing word breedvoerig in Hoofstuk 2 verduidelik.

Polya (1945; 1957) formuleer in sy model vier stappe vir die probleemoplossingsbenadering: verstaan die probleem; maak 'n plan; voer die plan uit, en reflekteer. In die gebruik van die probleemoplossingsbenadering tydens die onderrigleer van Wiskundige Geletterdheid begin die onderrigleerpraktyk dienooreenkomstig met uitdagende, sinvolle en nie-roetine aktiwiteite (probleme) wat deur die onderwyser opgestel word en dan dieselfde vierpuntplan volg:

Stap 1: Die identifisering, definiëring en begrip van die probleem.

Stap 2: Verskeie strategieë vir die oplos van die probleem word deur die leerders oorweeg en 'n aksieplan word saamgestel – individueel sowel as in groepverband.

Stap 3: Die leerders pas die aksieplan toe om die probleem op te los.

Stap 4: 'n Proses van refleksie word gevolg. 'n Ondersoek na en bewys van die oplossings en die geldigheid van die besluite is hier ter sprake. Wiskundige kennis word deur refleksie verbeter.

Schoenfeld (1992) het die vier stappe van Polya se model verder uitgebrei om probleemoplossing vir leerders makliker te maak:

- Identifiseer die probleem.
- Hou 'n dinksentrum oor moontlike opsies.
- Evalueer elke oplossingstrategie.
- Kies die beste oplossingstrategie.
- Implementeer die oplossingstrategie.
- Bepaal of die probleem opgelos is.
- Indien jou antwoord bevestigend is het jy knap gedaan!
- Indien jou antwoord ontkennend is begin jy weer by Stap 2.

Schoenfeld se doelstellings met die probleemoplossingsbenadering was om leerders krities en kreatief te leer dink, om hulle die vermoë te gee om aan enige Wiskundekompetisie deel te neem, om onderwysers op te lei, om vir leerders standaardtegnieke deur middel van modellering aan te leer en om vir leerders en onderwysers 'n nuwe benadering tot die oplos van Wiskunde sowel hedendaags ook Wiskundige Geletterdheidprobleme aan te leer (Schoenfeld, 1985).

Die onderwyser neem die leiding tydens die probleemoplossingstappe deur sekere onderrigeienskappe en -vaardighede in die klas toe te pas. 'n Groot bron van kommer is dat Taylor (2009) egter bevind het dat talle Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid-onderwysers nie oor hiërdie kwaliteite en vaardighede beskik nie.

As respons op die swak Wiskundeprestasie wat in Suid-Afrika deur tradisionele onderrig in die vorm van mededeling, demonstrasie en inoefening bereik word, het die probleemoplossingsbenadering na vore getree as 'n alternatief vir proseduregerigte onderrig (Human, 2009). Tans word weinig vordering met probleemoplossing in Suid-Afrikaanse Wiskunde en gemaak en is tradisionele onderrig steeds baie prominent (Human, 2009).

Die swak prestasie van leerders in Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid stel geweldige uitdagings aan onderwysers. Slegs as onderrigbenaderings verander, sal klaskamerpraktyke dienoooreenkomstig kan verander (Murray et al., 1998). Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer is 'n innerlike oortuigings-aangeleentheid (Bishop, 1996).

Die probleemoplossingsbenadering kan in Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid 'n belangrike rol speel. Taylor (2009) se navorsing noem dat daar verskeie uitdagings is, onder andere dat verskeie onderwysers nie opgewasse is om Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheid aan te bied nie en dat daar in Suid-Afrika grotendeels geglo word dat Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid 'n reeks prosedures is wat leerders moet memoriseer (Lewis, 2013). Die vereenvoudiging van die inhoud deur dit in kleiner hoeveelhede op te deel, is algemene praktyk en take word meestal direk na afhandeling in die klas voltooi. Visuele onderwysmedia word tydens aanbiedinge gebruik, maar baie min tyd word aan diepteleer geskenk (Tripathi, 2009).

Uitdagings volgens Taylor (2009), soos dat onderwysers nie opgewasse is om Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheid aan te bied nie, dat visuele onderwysmedia (hulpmiddels) vir rekordhouding van afgehandelde aktiwiteite en hul uitkomste gebruik moet word, en die feit dat Wiskunde vir die Japanse 'n reeks verwantskappe tussen konsepte, feite en prosedures is, word deur die Japanse lesstudie geakkommodeer. Omdat leerders in lesstudie tydens aktiwiteite moet dink om oplossings vir probleme te genereer, word diepteleer ontwikkel (Burghes et al., 2009). Hierby sluit Vygotsky (1987) se sone van proksimale ontwikkeling wat 'n hoeksteen van konstruktivisme is, aan. Die sone van proksimale ontwikkeling beskryf die leerders se vlakke van ontwikkeling. Dit impliseer die leerders se huidige vermoë wat ontwikkel word tot hoër vlakke van ontwikkeling, met die hulp van kundige onderwysers.

Die twee uitgangspunte van Realistiese Wiskunde Onderwys (RWO), soos in Nederland toegepas, is dat Wiskunde 'n menslike aktiwiteit is, en dat die beoefening van Wiskunde aktiwiteite aan die daaglikse werklikheid van die leerders gekoppel kan word (Freudenthal, 1997). Hierdie is die twee belangrikste kenmerke van die probleemoplossingsbenadering. Dié benadering is daarop ingestel om leerderbelangstelling in Wiskunde te bevorder sowel as wiskundige begrip te verbeter (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000). Wanneer daar na die Nederlandse uitslae in die twee internasionale opnames gekyk word, naamlik TIMSS en Die

Program vir Internasionale Studente-assessering (PISA) vind ons dat Nederland die 19de plek op die prestasieranglys (TIMSS, 2015) en die tiende plek op die PISA-ranglys in 2015 ingeneem het. Die probleemoplossingsbenadering het in Nederland dus wel vrugte afgewerp.

Hill (2008) noem dat effektiewe onderwysers leerders se wiskundige denke en idees verstaan. Shulman (1986) heg waarde aan die Wiskunde-onderwyser se Wiskunde-inhoudkennis (WIK) en pedagogiese inhoudkennis (PIK). Kennis van leerders se wiskundige inhoudkennis (WIK) is 'n primêre element van onderwysers se pedagogiese inhoudkennis (Shulman 1986). Die onderwyser speel 'n essensiële rol in die sukses van die probleemoplossingsbenadering in die klaskamer. Die leerders moet geborge en veilig voel; in dié verband noem Linder (2011) dat onderwysers oor die vyf eienskappe wat vroeër genoem is, moet beskik om effektiewe leer te bevorder.

Volgens Linder (2011) hang die sukses van die probleemoplossingsbenadering af van hoe die onderwyser die leergebeure in die klaskamer interpreteer en hanteer. Positiewe gesindhede in beide die leerder en die onderwyser, en harde werk kan moontlik die probleemoplossingsbenadering laat realiseer en hopelik 'n bydrae tot die verbetering van Suid-Afrikaanse leerders se Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheidprestasie lewer .

Die sukses van die probleemoplossingsbenadering hang af van hoe die onderwyser die leergebeure in die klaskamer hanteer. Die Wiskunde- en Wiskundige Geletterdheid-onderwyser speel die belangrikste rol in hierdie groot uitdaging (Murray et al., 1998).

## **1.6 NAVORSINGSONTWERP**

Aangesien die studie ten doel het om te bepaal wat die invloed van die aanleer van probleemoplossingsbenaderings op leerders se prestasie op Wiskundige Geletterdheid het, is van 'n aangepaste aksienavorsingsbenadering gebruik gemaak wat uit kwalitatiewe en kwantitatiewe elemente bestaan. Daar is in dié studie van empiriese navorsing gebruik gemaak. Empiriese navorsing behels kwalitatiewe strategieë waar daar van woorde gebruik gemaak word om die uitkomst te beskryf (Merriam,1998) en kwantitatiewe strategieë waar statistieke gebruik word om die uitkomst te beskryf en grafies voor te stel (Merriman,1998).

'n Aangepaste aksienavorsingsbenadering is in hierdie studie gebruik waar intensief aandag aan die ontwikkeling van die onderwyserses sowel as die leerders gegee was. Daar word van

kwantitatiewe data, waar 'n verhouding tussen die versamelde data bepaal word (Merriam, 1998) en kwalitatiewe data waar daar gepoog word om die persepsies van individue ten opsigte van die wêreld waarin hulle hulself bevind, beter te verstaan (Merriman, 1998) gebruik. Die kwantitatiewe data is in die vorm van 'n toets ingesamel en na ses maande is ekwivalente aktiwiteite aan die leerders tydens klassituasies voorgehou is. Die kwalitatiewe data is deur middel van onderhoude en veldnotas ingesamel. Die doel van die onderhoude was om te bepaal of die verbetering in die leerders se prestasies die kwalitatiewe onderhoude ondersteun. Interpretatiewe kwalitatiewe data is ingesamel aangesien die navorser wou uitvind hoe die leerders oor die probleemoplossingsonderrig- en leerbenadering en die vak Wiskundige Geletterdheid voel (Merriam, 1998). Die veldnotas is tydens klassituasies neergeskryf terwyl die leerders aan die ekwivalente aktiwiteite gewerk het.

Pragmatisme staan as paradigma primêr in die studie omdat dit ondersteunend tot die gebruik van die aksienavorsingsmetodologie is. Die studie is op die werklikheid of realiteit gebaseer: Die leerders se reaksie op die onderhoude sowel as die werklike weergawe van die toetse onderskryf die pragmatiese aard daarvan (Rorty, 2007).

Die studie is op 'n enkele Gevallestudie gebaseer. Yin (2014:13) definieer 'n Gevallestudie "as an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real-life context; when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident; and in which multiple sources of evidence are used". Die onderhewige studie voldoen aan dié vereiste aangesien dit fokus op 'n onderwyseres en die leerders in die klaskamer, hul ingesteldheid teenoor die vak en hoe die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering kan bydra al dan nie tot hul prestasie in die vak. Volgens die kwalitatiewe benadering (Harding, 1987) is daar drie maniere om data in te win, naamlik deur waarneming, deur te luister, en deur die proses histories na te gaan en daarop te bou. In hierdie studie is klankopnames gemaak om die leerders se gesindhede jeens en belangstelling in die vak te bepaal. Die navorser het die leerders aan die begin van die jaar 'n toets oor die kurrikulum van Graad 10 laat skryf om te bepaal wat die leerders se vaardighede en vakkennis van Wiskundige Geletterdheid is. Volgens Merriman (1998) is die interaksie van die individu met sy of haar sosiale wêreld op 'n sekere moment en in 'n sekere konteks vir die navorser van belang.

Kristallisering word beskryf as die proses waardeur die studie se geloofwaardigheid verbeter word deur gebruik te maak van verskeie metodes, navorsingsuitkomst en perspektiewe (Patton, 2002). 'n Beskrywing van hoe daar in hierdie studie gekristalliseer is, word in die metodologie-afdeling breedvoerig aangespreek.

## **1.7 DATA-INSAMELING**

Verskeie tegnieke is gebruik om die kwalitatiewe data in te samel. Daar is onder andere van onderhoude, geskrewe notas, toetsing en waarneming gebruik gemaak (Maree & Pietersen, 2012). Onderhoude is met vrywillige leerders gevoer. Die onderhoude wat in hierdie studie gebruik is, was semi-gestruktureerd. Hierdie tegniek is gebruik om vaagheid en die onbewuste wegbeweeg van die doel met die navorsing te vermy en om diepte, geldigheid en duidelikheid te verkry deur toepaslike vrae aan die deelnemers te vra.

Die leerders se gesindhede, belangstellings, onderwysmedia, vakkennis, probleemoplossingstrategieë, kontrole-tegnieke en refleksietegnieke is bepaal (Schoenfeld 1985). Notas is gebruik om die beste praktyke van die onderwyseres met die uitkomst van die leerders te vergelyk. Die uitkomst word deeglik bespreek en grafies voorgestel in Hoofstuk 4.

Kwantitatiewe data word gekenmerk deur statistieke, persentasies en enige wiskundige en grafiese voorstellings. Die klasgroepprestasies van Graad 11 leerders (n = 84) (Januarie 2017 tot Junie 2017) is gemonitor. Die resultate is grafies voorgestel, en is geanaliseer en geïnterpreteer (Raadpleeg Hoofstuk 3 en 4). 'n Maandlikke verandering in prestasie is deur die evaluering van die leerders se gebruik van verskillende probleemoplossingstrategieë bepaal.

## **1.8 DATA-ANALISE EN -RAPPORTERING**

Soos vroeër gestel, is daar van 'n aangepaste aksienavorsingsbenadering (kwalitatief-kwantitatief) gebruik gemaak om die data in te samel en te analiseer. Die kwalitatiewe data is deur middel van 'n onderhoud ingesamel. Daar is van inferensiële statistiek gebruik gemaak om inligting van die steekproef te verkry. Verskeie vrae is aan geselekteerde, vrywillige leerders gestel. Die ander afdeling van die data-insameling was dat die deelnemers 'n vraestel, wat die Graad 10 kurrikulum dek, geskryf het. Die data, dus die punte van die leerders is later alfabeties op 'n klaslys gekryf om later met die uitkomst van die onderhoude en die veldnotas te vergelyk.



Daar is ook waarneming tydens leergeleenthede gedoen en gedokumenteer. Die name van leerders is van die alfabetiese lys verwyder nadat die data geprosesseer is.

Die kwantitatiewe data wat beskrywend van aard is, word deur middel van grafieke aangetoon. Daar is dus van beskrywend-statistiese metodes gebruik gemaak. Die uitslag van elke vraag van die toets word afsonderlik op verskillende grafieke aangetoon en daarna bespreek.

Pratt (2006) noem dat Berger (1966:34) argumenteer: "Social life is complex in its range and variability and operates at different levels. It has many layers of meaning", asook dat Blumer (1976:15) wys daarop dat "the researcher has to 'lift veils' to discover the innermost meanings". In hierdie verband het die kwantitatiewe bevindinge die kwalitatiewe bevindinge ondersteun. Nadat alle data ingesamel is, is die vergelykende metode vir analise gebruik (Glazer, 2008).

Eerstens is primêre kwalitatiewe data-analise gedoen. Tematiese analise is vir die kategorisering van die kwalitatiewe data gebruik. Daar is van 'n hoofkategorie en subkategorieë gebruik gemaak. Alle ontoepaslike data is eenkant gehou.

## **1.9 BEPERKINGE VAN DIE STUDIE**

Die studie was 'n enkel Gevallestudie en daarom kan die bevindinge nie veralgemeen word nie. Daar kan ook verskeie ander oorsake vir die leerders se prestasie wees. Omdat die leerders uit swak ekonomiese en sosiale omstandighede kom en moontlik swak onderrig in hul vroeë skooljare ontvang het, moes die navorser uiters versigtig wees dat empatie nie die data-analise beïnvloed het nie.

Tweedens is die studie met 'n enkele klasgroep onderneem. Die analise van die data was problematies omdat die respondente die navorser se leerders was. Twee strategieë is gebruik om asimmetriese spreiding van die data te beperk. Eerstens is 'n moderator gebruik vir die toetsing en nasien van die vraestelle; tweedens is die analise van die kwalitatiewe data deur die studieleier geverifieer. Objektiviteit en integriteit was dus hoog op die navorser se prioriteitsleer.

## **1.10 GELDIGHEID EN BETROUBAARHEID**

Die geldigheid van navorsing is onderworpe aan sekere vereistes, naamlik dat die navorsing oorspronklik moet wees en dat dit wel ondersoek wat dit beoog om te ondersoek. Die titel is

deur die Universiteit se Komitee vir Titelregistrasie goedgekeur en is dus oorspronklik. Alle gevallestudies moet vir ander navorsers met ander benaderings toeganklik wees en die bevindinge moet die fenomeen eerlik beskryf. Die navorser glo dat dit die geval is, aangesien stappe geneem is om die geldigheid van die studie te verseker.

Alle vorme van dokumentasie en transkribering van verskillende tipes data is nougeset, noukeurig en akkuraat hanteer. Die vrae wat tydens die onderhoud gebruik is, is met die vorige jaar se swak Wiskundige Geletterdheid leerderresultate in gedagte geformuleer. Die navorser wou die leerders se gesindhede teenoor die vak, probleemoplossing-strategieë, onderwysmedia, kontrole- en refleksievaardighede bepaal en moes baie verduidelikend in die voorlegging oorkom sodat die respondente die doel met die studie kon verstaan (Murphy, 2012).

Betroubaarheid volgens Lincoln en Guba (1985) bestaan uit die volgende sleutelkriteria: geloofwaardigheid, toepaslikheid, betroubaarheid en bevestigbaarheid. Geloofwaardigheid is gewaarborg deur die teenwoordigheid van die skoolhoof of 'n kollega tydens die onderhoud, die beantwoording van die vraestelle, asook tydens die moderering van die nagesiene vraestelle om die betroubaarheid van die uitslae te monitor. Die insluiting van hierdie kriteria verseker betroubaarheid van die navorsing.

### **1.11 ETIESE OORWEGINGS**

Die studie is deur die Etiese Komitee van die Universiteit goedgekeur. Die Etiese Klaringsnommer is **UFS-HSD2016/0505/1008**. Amptelike toestemming van alle belanghebbendes is amptelike verkry. Die respondente is deeglik oorweeg en die navorsing is met hulle bespreek. Hulle het vrywillig aan die navorsing deelgeneem nadat hul ouers 'n getekende toestemmingsbrief aan die skool besorg het. Daar was waarborge vir privaatheid sodat die deelnemers nie nodig gehad het om selfbewus te wees terwyl vrae beantwoord is nie.

Indien die leerders nie hul weg oop gesien het om verder aan die navorsing deel te neem nie, kon hul onttrek sonder enige nagevolge. Om die leerders te beskerm teen enige vorm van benadeling is alle inligting vertroulik hanteer en geen inligting is aan buitestaanders verskaf nie. Die identiteit van die respondente sowel as van ander betrokkenes is as vertroulik beskou; gevolglik verskyn daar geen leerdername op die puntestate of vraelyste nie. Die vertroulikheid

van die inligting is gewaarborg deurdat die data totaal ontoeganklik vir ander gemaak is; slegs die navorser het daarmee gewerk. Die antwoordskrifte waarvan die respondente se name verwyder is, is slegs deur die moderator gesien. Data word vir vyf jaar in 'n kluis bewaar sodat daar dadelik op enige navrae gereageer kan word. Die voorwaardes vir etiese klaring is gevolg en die studie voldoen aan die etiese kriteria van die Universiteit van die Vrystaat.

## **1.12 HOOFSTUKKE**

Hoofstuk 1: Die agtergrond van en die regverdiging vir die studie sowel as die doelstellings en doelwitte is verskaf. Definisies, die struktuur van die studie en strategieë is uiteengesit.

Hoofstuk 2: Literatuuroorsig

Literatuur oor die gebruik van die probleemoplossingsbenadering in die onderrig en leer van Wiskundige Geletterdheid word bespreek.

Hoofstuk 3: Navorsingsontwerp en -metodologie

'n Breedvoerige bespreking van die metodologie van die studie word verskaf.

Hoofstuk 4: Bevindinge en bespreking

Die data word ontleed en bespreek en die bevindinge aangebied.

Hoofstuk 5: Gevolgtrekkings en implikasies.

Die gevolgtrekkings van die studie word gemaak en aanbevelings na aanleiding van die bevindinge word gedoen.

## HOOFSTUK 2

### PROBLEEMGEBASEERDE- ONDERRIG EN -LEER IN WISKUNDE

#### 2.1 INLEIDING

Vroeg in my loopbaan as Wiskundige Geletterdheid-onderwyseres het ek insiggewende ervarings in verband met Wiskundige Geletterdheid en die verbetering van leerders se Wiskundige Geletterdheidpunte gehad. Deur die jare het ek sekere benaderings tot onderrig en leer getoets en dikwels baie suksesse behaal, maar daar was steeds onsekerhede en baie vrae waarmee ek as onderwyseres geworstel het.

Aangesien daar sterk negatieweiteit onder die leerders teenoor die vak Wiskundige Geletterdheid bestaan, het daar by my 'n behoefte ontstaan om tersaaklike kwessies oor die leerder, asook myself as onderwyseres te ondersoek. Vrae wat ek aan myself gestel het, was onder meer *Waarom hou die meeste leerders nie van Wiskundige Geletterdheid nie? Wat gebeur met die leerders in die klaskamer? Wat ontmoedig die leerders? Is die onderrig op standaard? Is die onderwyseres-leerderverhouding in die klaskamer gesond? Is die fasilitering van kennis suksesvol? Word Wiskundige Geletterdheidkonsepte so aangebied dat die leerders die konsep begryp en ook buite die klaskamer in hul leefwêreld kan toepas? Word die leerders se denkwyses verstaan? Ken die onderwysers die verskillende leerstyle waarby alle leerders kan baat?*

Die ontwikkeling van positiewe gesindhede teenoor die vak Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid, asook erkenning van die noodsaaklikheid daarvan vir die uitsoekberoepe word nie verwerklik nie.

Die werksetiek van leerders sowel as onderwysers word ook bevraagteken. Leerders word ook nie bewus gemaak dat Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheid 'n menslike aktiwiteit en deel van hul daaglikse leefwêreld is nie, aldus Freudenthal (1997). Dikwels word verskonings deur die onderwysers vir swak Wiskunde- en Wiskundige Geletterdheidprestasie aangebied, soos dat leerders nie die manier van vraagstelling in die eksamen verstaan nie. My ervaring is dat daar nie tyd bestee word om strategieë uit te redeneer om oplossings te ontdek nie. Hierdie oplossings kan dan as voorbeeld – voorkennis – gebruik word om soortgelyke probleme op te los. Met refleksie kan soortgelyke probleme in vraestelle deur die leerders herken word. Indien

die leerder se diepteleer ontwikkel word, sal die onsekerheid oor enige Wiskunde en Wiskundige Geletterdheidsprobleem verminder. Bogenoemde vrae en onduidelikhede het my na maniere laat soek om die leerders se gesindheid teenoor die vak te verbeter en om hul potensiaal in Wiskundige Geletterdheid ten volle te ontwikkel.

Ek het navorsing oor sekere Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leerbenaderings gedoen en nadat ek die uitslae van TIMSS van 2011 en PISA van 2012 bestudeer het, het ek besef dat Oosterse lande wat heel bo-aan die prestasielys lê, die probleemoplossingsbenadering toepas. Aangesien weinig navorsing in Suid-Afrika oor dié benadering gedoen is, het ek besluit om die moontlikheid daarvan te ondersoek. In hierdie hoofstuk word internasionale literatuur oor dié benadering onder die loep geneem en word na die teoretiese onderbou en die onderrigleerpraktyk wat daarmee in verband staan, gekyk. Daar is verskeie begrippe wat eers verstaan moet word voordat daar oorgegaan kan word na 'n bespreking van die konsep *probleemoplossing*.

Die eerste begrip is *kennis*. Wanneer ons van kennis praat, moet ons eers weet wat die woord *kennis* beteken. Kennis is die samevoeging van feite wat iemand begryp. Hauk, Jackson, Toney, Nair, & Tsay (2014) noem dat daar drie elemente van kennis is: 'n mens aanvaar dit, 'n mens het genoeg bewyse dat dit waar is en dit kan aan ander oorgedra word (Hauk et al., 2014).

Die volgende konsep is *begrip*. Skemp (1976:21) sê "understanding is a relational dynamic of knowing and purpose, knowing both what to do and why" (Hauk et al., 2014). Die woord *dink* beteken organisasie, vanaf die impuls wat jy waarneem tot die rangskikking van denke in die brein nadat jy kennis opgedoen het (Hauk et al., 2014). Wanneer daar van die konsep "dink" gepraat word moet daar in ag geneem word dat die inhoud, oortuigingsvermoë, kultuur en waardes in pedagogiese inhoudkennis belangrik is vir en in die dinkproses. Dit sluit die onderwyseres sowel as die leerders se denkwyses in.

Hauk, Jackson, Toney, Nair, & Tsay (2014) noem dat [Anderson & Smith, 1987; Magnusson, Krajcik & Borko, 1999] beweer dat oriëntasie al vir 'n geruime tyd 'n komponent van pedagogiese inhoudskennis, dus die onderwyser se kennis, is. Oriëntasie in Wiskundige Geletterdheid bepaal hoe die onderwyser die vak gaan benader en aanbied, dus hoe die onderwyser oor die vak dink. Oriëntasie word gekenmerk deur twee eienskappe, naamlik die doelstellings en

strategieë van Wiskundige Geletterdheid. Dit bevestig dat die onderwyser se oortuigingsvermoë oor onderrig en leer, en hoe om Wiskundige Geletterdheid te fasiliteer, sy vakkennis, sy eie raamwerk van wat belang in die vak is nodig is om suksesvol te wees in onderrig en leer (Hauk et al, 2014).

Die didaktiese driehoek van Schoenfeld (1992) wat uit drie komponente bestaan is as basis vir die studie gebruik naamlik die leerinhoud, leerders en die onderwyseres. Die leerinhoud behels die vereistes van die kurrikulum vir die toepaslike graadgroep, die leerders word deur die steekproef verteenwoordig en die onderwyseres wat by die leerders betrokke is.

## **2.2 DIE DOEL VAN WISKUNDIGE GELETTERDHEID-ONDERRIG EN -LEER**

Die volgende definisie spruit uit die Hongkongse Kurrikulum vir Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer:

*Mathematics is essential in the school curriculum as it is a crucial mode of thinking that helps students acquire the ability to explore, conjecture and reason logically, a powerful means of communication, a foundation for the study of other disciplines, and an intellectual endeavor. Mathematics therefor plays an important role in helping students develop necessary skills for lifelong learning* (The Education Bureau, HKSARG, 2017: iii).

In die 21ste eeu wat 'n inligtingseeu is, word daar baie tegnologiese vereistes aan die leerder sowel as die onderwyser gestel. Aangesien die verandering in die klaskamer plaasvind, word daar van die onderwyser verwag om 'n paradigmaskuif ten opsigte van onderrig en leer te maak. Hierdie verandering moet in die klaskamer realiseer sodat die leerders 'n vol lewe in die gemeenskap kan lei (Kim, Hsin, & Snow, 2018).

Daar word baie wiskundige kennis en vaardighede van die leerders verwag omdat Wiskundige Geletterdheid in alle aspekte van die lewe noodsaaklik is. Daar word onder andere van die leerders verwag om kennis te konstrueer, hoe om daardie kennis te koppel en om kennis te skep (Kim et al., 2018). Nog 'n ander vaardigheid is kommunikasie.

Kommunikasievaardighede word bevorder deur die samewerking in groepverband in die klaskamer sowel as tydens die gesprekke tussen die onderwyseres en die leerders.

Internasionale doelstellings fokus op kreatiewe- en kritiese denke van die leerders wat net deur onderrig en leer verkry kan word.

Wiskunde is 'n belangrike vak in Hong Kong. Met alle besluitneming van ontwikkelings op sosiale- en industriële vlak speel Wiskunde 'n groot rol. Die vak Wiskunde word ook vooropgestel wanneer beleide opgestel en beplanning vir enige ontwikkeling beplan word. In Hongkongse skole is Wiskunde om die volgende redes belangrik:

- Dit bied goeie kommunikasie.
- Dit is 'n instrument om ander dissiplines aan te leer.
- Dit is 'n strewe na intellektuele ontwikkeling en die aanleer van denkprosesse.
- Dit is 'n rytuig waardeur die leerders die skoonheid van die natuur kan waardeur en logies leer dink sodat hulle regverdigde oordele kan vel.

Wiskundige Geletterdheid is waardevol aangesien vaardighede wat ook die beginsel van lewenslange leer bevorder, aangeleer word. Die manier hoe daar tydens die onderrig en leer van Wiskundige Geletterdheid te werk gegaan word, is essensieël. Die leerders moet eerstens inligtingstegnologie verstaan. Met die koms en die gebruik van die rekenaar het die hele omgewing wat Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer betref, verander.

Die aanleer van vaardighede en die grondlegging van kennis is baie belangrik vir die leerders; in dié verband figurer onder meer verskillende leerstyle, die aanleer van logiese denke, die ontwikkeling van kritiese sowel as kreatiewe denke om probleme te kan analiseer en op te los, en om regverdiging te kry vir die oplossings en goed met ander leerders te kommunikeer. Daar moet gepoog word om die selfvertroue en die positiewe gesindhede van die leerders jeens die aanleer van Wiskundige Geletterdheid te bevorder. Die leerders moet die waarde van Wiskundige Geletterdheid kan insien en verstaan (Kim et al., 2018).

Die verdere doel van Wiskundige Geletterdheidonderrig en -leer is om leerders se individuele vermoë om veronderstellings te maak, te ontdek, logies te redeneer, verskeie leerstrategieë te bemeester en dit toe te pas (Stacey, 2018). Kollasche (2018) noem dat vooropgestelde reëls soos logaritmes en formules nie op hierdie stadium aandag moet geniet nie aangesien daar gepoog word dat die leerders, met behulp van die korrekte aktiwiteite, hul selfdenke moet ontwikkel, om self oplossings vir probleme te soek en hul oplossings te herdink.

Die twee konsepte, naamlik kreatiwiteit en karakteropvoeding, word met Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer bevorder en berei leerders voor op internasionale mededinging. In hierdie studie word met die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering in die klaskamer gepoog om kreatiwiteit in Wiskundige Geletterdheid te kweek, maar karakteropvoeding is wat die leerders voorberei om 'n staanplek in die internasionale wêreld te kan inneem. Dié opvoeding sluit moraliteit, respek, verantwoordelikheid, en deernis vir familie en gemeenskap in (Kim et al., 2019).

Wanneer ons na die Hongkongse kurrikulum kyk, is dit duidelik dat die vereistes vir die onderwyseres met die ideaal van die navorser korreleer. Hierdie bogenoemde vereistes van die Hong Kongse Kurrikulum bevat baie van die doelstellings van die probleemoplossingsbenadering, waar die navorser poog om te bepaal wat die effek van die probleemoplossingsbenadering op die prestasie van die leerders in Wiskundige Geletterdheid gaan wees al dan nie. Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid se grondslag wat in die laerskool gelê word is dieselfde, daarom kan die doelstellings van Wiskunde ook vir Wiskundige Geletterdheid aangewend word.

Die onderwyseres sowel as die leerders se geloof, met ander woorde die waardes waarmee hulle grootword, speel ook 'n rol. Sosiale orde, met ander woorde die verantwoordbare kultuur van die gemeenskappe moet bestaan, aangesien daarsonder sal geweld, en anargie hoogty vier. Om hierdie sosiale orde te handhaaf word vrywillige kommunikasie met ander woorde om met mekaar te praat, vereis om te verstaan hoe mense oor sekere kwessies voel (Kolloosche, 2018).

Samevattend kan dit gestel word dat die doel van Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer nie net die aanleer van strategieë of formules vir probleemoplossing is nie, maar dat dit 'n baie groter doel dien in die opvoeding van die leerder. Dit is waarneembaar dat die leerders wie Graad 12 Wiskundige Geletterdheid, wie deel van die navorsing was, geslaag het diegene is wat grootliks op die platelandse dorp, in die sakesektor opgeneem is. Daar kan dus genoem word dat die leerders se sosiale omstandighede verbeter heen dus 'n positiewe impak op die gemeenskap het. Vervolgens kom enkele van hierdie breë doelwitte nou na vore.



## **2.3 WISKUNDIGE GELETTERDHEID EN DIE ONTWIKKELING VAN KOGNITIEWE DENKE**

Erickson (1999) noem dat die probleemoplossingsbenadering impliseer dat die leerders Wiskundige Geletterdheidprobleme moet oplos of sin van wiskundige situasies moet maak sonder dat daar definitiewe roetines of vasgestelde prosedures aan hulle voorgehou word. Ronda (2013) sluit by Erickson (1999) aan en brei uit deur die stelling te maak dat daar vier vlakke van probleemoplossing by leerders bestaan, naamlik herkenning, heraanbieding, struktureel-afgeleide denkbeelde en strukturele bewustheid. Dit sluit by die ontwikkeling van kognitiewe denke aan. Die vier begrippe word vervolgens kortliks verduidelik.

### **2.3.1 Herkenning (Vlak 1)**

Eienskappe van voorheen opgeloste probleme, wat min of meer dieselfde lyk as in die huidige situasie, moet herken word en die probleem min of meer op dieselfde manier opgelos word. Die leerders op hierdie vlak kan nie antisipeer nie en is onseker oor die uitkomst van spesifieke probleme en sal dus nie met verskillende oplossings vorendag kom nie. Indien wel, sal hulle onseker wees of dit bruikbaar is of nie; daarom is die leerders meestal vlak 1 leerders (Erickson, 1999).

### **2.3.2 Heraanbieding (Vlak 2)**

Leerders op hierdie vlak kan verskillende oplossings antisipeer. Ooreenkomste sowel as die verskille in probleme kan waargeneem word. Leerders kan ook waarneem dat oplossings van vorige probleme nie presies op dieselfde manier in die huidige situasie aangewend kan word nie. Daar is meer buigbaarheid en akkommodasie in hul denke. Antisipering en selfs uitkenning is waarneembaar, maar sekerheid en selfvertroue in die proses om oplossings te vind, ontbreek (Erickson, 1999).

### **2.3.3 Struktureelafgeleide denkbeelde (Vlak 3)**

Hierdie meer gevorderde denke figureer in die kognitief sterker leerders wat vorige oplossings kan gebruik en nuwe oplossings kan soek en toepas. Verskeie konsepte wat nodig is om die probleem op te los, moet onderskei word. Evaluering van oplossings word vergelyk met die

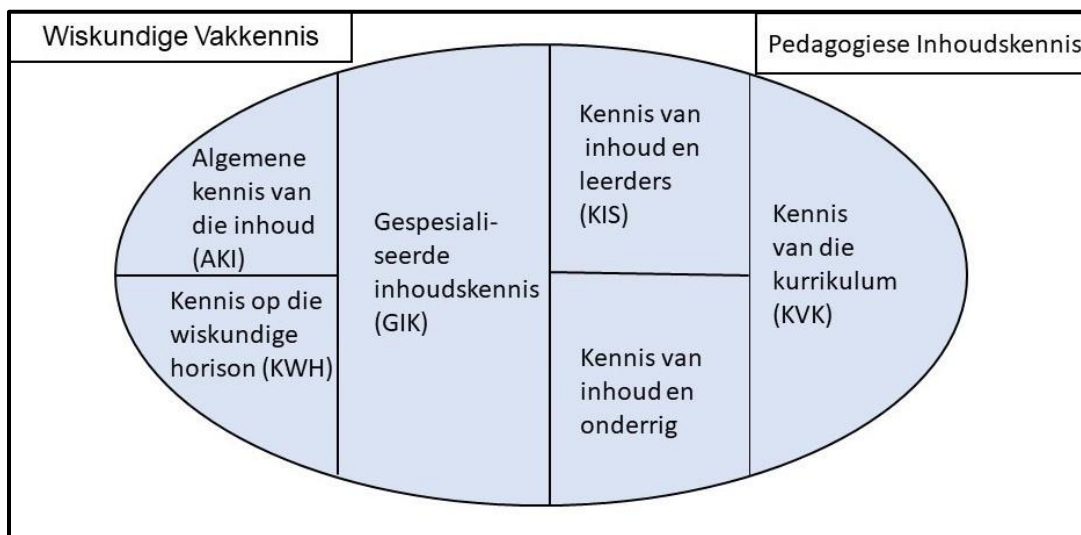
konsepte wat verwerf is. Hierdie leerders is meer gevorderd in hul denke as Vlak 2 leerders (Erickson, 1999).

### 2.3.4 Strukturele bewustheid (Vlak 4)

Dié leerders is so gevorderd in hul denke dat hulle afleidings, sonder om alle oplossings in ag te neem, kan maak en ook kan antisipeer wat die uitkomst van die probleem gaan wees. Hierdie leerders is begaafd (Erickson, 1999). Die waarnemings en afleidings na aanleiding van die beskrywing van bogenoemde vier vlakke is dat hoe hoër die leerders se vlak van probleemoplossing is, hoe groter is die buigbaarheid van die leerders se denkwyse. Die kognitief-sterk leerders hanteer probleemoplossing vinniger en meer doeltreffend.

## 2.4 'n RAAMWERK VAN WISKUNDIGE KENNIS VIR ONDERRIG EN LEER

Die onderstaande Figuur 2.1 weerspieël die kaart van wiskundige kennis vir onderrig en leer. Wiskundige kennis vir onderrig impliseer die kennis van die onderwyseres wat in die klaskamer gebruik word om onderrigleer en groei te bevorder (Hill, 2008).



Figuur 2. 1 Dimensies van wiskundige kennis vir onderrig en leer (Hill, Ball en Schilling, 2008:377)

Figuur 2.1 toon aan dat wiskundige vakkennis (WVK) in drie afdelings gegroepeer kan word wat die onderwyseres bemagtig om Wiskundige Geletterdheid suksesvol te fasiliteer.

1. Die eerste afdeling, algemene kennis van die inhoud (AKI), weerspieël die onderwyseres se breë kennis en begrip van die vak Wiskundige Geletterdheid.
2. Die tweede afdeling weerspieël die vaardighede en die kennis (KWH) wat die onderwyseres in 'n spesifieke Graad benodig om Wiskundige Geletterdheid suksesvol te fasiliteer. Hierdie twee afdelings is ook op ander vakke wat in die skool aangebied word van toepassing (Hurrel, 2013).
3. Die derde afdeling is vakgerigte kennis, GIK (Gespesialiseerde Inhoudkennis). Dié vakkennis en vaardighede word slegs vir die fassilitering van Wiskundige Geletterdheid benodig (Hill, Ball & Schilling, 2008).

Die regterkantse afdeling van Figuur 2.1 verteenwoordig pedagogiese inhoudkennis (PIK). PIK word ingedeel in drie verskillende dele:

1. Vakinhoudkennis, asook spesifieke kennis van die leerders, soos byvoorbeeld verskillende leerstyle.
2. Vakkennis, asook hoe die inhoud tydens onderrigleer fasiliteer word.
3. Inhoudkennis van die kurrikulum wat bepaal of die onderwyseres weet wat van hom in die Wiskundige Geletterdheidsklas verwag word.

Alhoewel daar ook drie afdelings onder PIK ressorteer, is daar nog byvoegings soos oortuigingsvermoë, die persepsie van Wiskundige Geletterdheidsfasilitering, asook die doel met die gebruik van onderwysmedia. Pedagogiese inhoudkennis vermeerder sodra die onderwyseres meer wiskundige kennis opdoen en die vaardigheid bemeester om dié kennis met ander te deel (Hauk et al., 2014). Kennis van inhoud en leerders kombineer Wiskundige Geletterdheidsvakkennis en kennis van die leerders (Hurrel, 2013).

Die onderste finale afdelings, naamlik die KWH (Horisontale Wiskundige Kennis) en kennis van die kurrikulum word deur Hill et al. (2008) voorlopig in die diagram geplaas. Daar moet nog baie verfyning aan hierdie spesifieke afdelings wat te veel van die ander komponente se eienskappe bevat, gedoen word (Ball, Thames & Phelps, 2008 soos bespreek deur Hauk et al., 2014).

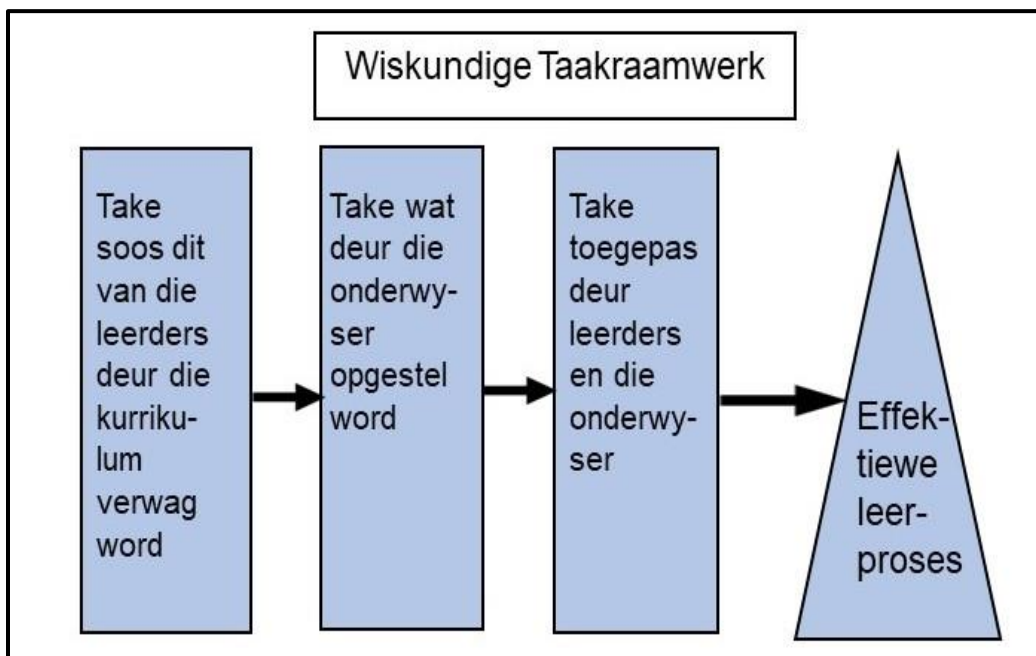
Ball, Hill en Bass (2005:45) maak die volgende opmerking:

*'Until and unless we, as educators, are willing to claim that there is professional knowledge that matters for the quality of instruction and can back that claim with*

*evidence, we will continue to be no more than one voice among many competing to assert what teachers should know and how they might learn that, and why'.*

## 2.5 DIE WISKUNDIGE TAAKRAAMWERK

Stein en ander (Henningsen & Stein, 1997; Stein, Grover & Henningsen, 1996; Stein, Henningsen & Silver, 2000) bied 'n goeie analise van die Wiskundige Taakraamwerk (WTR). Die doel van die WTR is die beklemtoning van wiskundige take in die onderrigleer konteks. Soos die leergeleentheid vorder, ontwikkel die leergeleentheid. Die WTR beskryf en skets die verskillende stadia waardeur 'n wiskundige taak gaan, naamlik die vereistes van die kurrikulum, die opstelling van die taak deur die betrokke onderwyseres, die interaksie tussen die leerders en tussen die leerders en die onderwyseres, en laastens die leerproses.



Figuur 2. 2 Verskillende stadia van 'n taak (Stein & Smith, 1998:40)

Die WTR beklemtoon die invloed wat die gebruik van take op die leerders se leerproses het. Die belangrikste kwessie is dat leerders se kognitiewe vermoëns uitgedaag word en dat hulle hopelik positief daarop sal reageer. Sonder kognitiewe uitdagings in die taak ontwikkel die leerders nie. Dié raamwerk is opgestel om te bepaal of die onderwyseres die taak so kan opstel dat die verskillende kognitiewe vlakke altyd teenwoordig en volhoubaar is (Stein et al., 1997).

Die verdere doel van die WTR sluit in dat die onderwyseres die leerders se werk moet monitor en leiding neem, maar versigtig moet optree om nie te veel ondersteuning te bied nie, aangesien die probleemoplossingsbenadering dan nie sy doel bereik nie. Te veel hulpverlening veroorsaak min of geen interaksie met ander leerders in groepverband en die geleentheid vir leerders se eie denke word van hul ontnem (Stein et al., 1997).

Die WTR beklemtoon die noodsaaklikheid van take in die klaskamer wat leerders se leer verbeter. Sodra leer verbeter, word verdere kognitiewe uitdagings aan die leerders gestel en kognitiewe ontwikkeling vind plaas. Dit is derhalwe noodsaaklik dat modelmatige aktiwiteite (Model-Eliciting Activities) ontwerp en geïnisieer word. Hierdie raamwerk het nuttig te pas gekom aangesien dit uit alle fasette bestaan wat benodig word om aanvaarbare en bruikbare take op te stel.

### **2.5.1 Die ontwerp van modelle**

Indien sukses behaal wil word, moet die eerste beginsel van modelmatige leer toegepas word wat die ontwerp van 'n goeie model behels. Die aktiwiteit moet interessant wees en moet diepte leer by die leerders bevorder (Chamberlain, 2005; Lesh, Hoover, Hole, Kelly & Post, 2000).

Modelmatige aktiwiteite is 'n sisteem wat uit verskeie elemente bestaan. By die bestudering van oppervlaktes, volume en omtrek kan byvoorbeeld van leerders verwag word om 'n boks te ontwerp. Die boks bestaan uit ses onafhanklike sye wat as eenheid beskou word. Die oppervlakte van die verskillende sye sowel as van die hele boks kan bereken word. Daar is dus onderlinge verbande wat gelê moet word.

### **2.5.2 Modelmatige aktiwiteite**

Modelmatige aktiwiteite het baie bygedra tot die nuwe benadering in Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer, te wete die probleemoplossingsbenadering. Hierdie konsep is in die sewentigerjare deur Wiskunde-onderwysers geskep (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

Stein, Grover en Henningsen (1996) stel dat die grootste uitdaging die ontwerp van geskikte en uitdagende take is. Die vlak van die taak moet bokant die leerders se vermoë wees sodat daar nie dadelik 'n strategie vir die oplossing sigbaar is nie. Verskeie navorsers beveel drie

elemente vir 'n effektiewe taak aan: verskillende oplossingstrategieë, meervoudige of veelseortige voorstellings en wiskundige kommunikasie wat regverdiging sowel as verduidelikings vir die oplossing insluit (Stein et al., 1996).

McIntosh en Jarrett (2000) se vereistes sluit by bogenoemde elemente vir toepaslike take aan: take moet oop wees, d.w.s. daar moet verskillende strategieë en vaardighede aangewend kan word om die probleem op te los, asook besef word dat die uitkoms belangrik is, maar dat die pad, die proses, na die verkryging van die antwoord belangriker is. Met oop take waarin verskeie belangrike wiskundige konsepte voorkom, word begrip optimaal geakkommodeer omdat die leerders gedwing word om hul voorkennis en bevoegdheidsvlak te optimaliseer (McIntosh & Jarrett, 2000).

McIntosh en Jarrette (2000) sluit by Erickson (1999) aan en noem nog 'n paar vereistes: take moet 'n redelike moeilikheidsgraad hê aangesien die leerders uitgedaag moet word om oplossings te vind en nie ontmoedig moet word nie; sukses lei tot meer sukses. Take moet nuwe Wiskundige-insigte aan die leerders voorhou; dit moet met oorleg gekies word sodat die leerders wel die kapasiteit het om die nuwe konsepte te implementeer en toe te pas nadat redelike kommunikasie tussen leerders en leerders en onderwyseres plaasgevind het. Die leerders moet toegelaat word om veronderstellings te maak en dit daarna te regverdig. Alle take moet waardevol en realisties wees, sodat die leerders hul redenasievermoë versterk (National Council of Teachers of Mathematics (NTCM), 2000).

Henningsen en Stein (1997) beklemtoon die volgende eienskappe van effektiewe take, naamlik: Die skooldoelwitte moet in die realistiese probleme weerspieël word; die take moet die leerders uitdaag en in hul ervaringsveld en belangstellingsveld val; die belangstellingsveld beteken dat die take boeiend en interessant moet wees en geleentheid vir verskillende oplossings bied; die leerders se ontwikkelingsvlak en voorkennis, asook die moeilikheidsgraad moet in ag geneem word; die take moet swakker leerders nie ontmoedig of sterker leerders hul fokus ontnem nie, maar moet geleentheid vir wiskundige kommunikasie aan alle leerders in die klas verskaf.

Die formulering van die opdragte is van die uiterste belang, aangesien die vaardighede om die opdragte uit te voer, sowel as die vakinhoud binne die konteks van probleemoplossing geïntegreer moet word. Daar is min nie-roetine aktiwiteite in handboeke soos *Suksesvolle*

*Wiskundige Geletterdheid* deur Ladewig, Potgieter en Pretorius (2016) aangesien die navorser die spesifieke handboek in die klassituasie aanwend. Die grootste uitdaging is dat die taak aan die leerders se leefwêreld gekoppel moet word. Daar word van die onderwysers verwag om verskillende handboeke te gebruik, maar dikwels het die onderwysers nie die selfvertroue of genoegsame kennis om 'n wye spektrum handboeke te raadpleeg nie (McIntosh, 2000).

Die vaardigheid om ondersteuning aan leerders te bied, skep volgens McIntosh (2000) baie verwarring by onderwysers. Hulle moet die regte oomblik om hulp aan te bied, bepaal en besluit of dit die beste is om die leerders toe te laat om ander oplossingstrategieë te beproef, of om aanbevelings te maak om die leerders in die regte rigting te begelei. Die leerders het 'n reg tot begeleiding, maar moet nog steeds in beheer van hul oplossingstrategieë wees (McIntosh, 2000).

Die onderwyser kan soms in die moeilike posisie wees om nie die kennis te besit om probleme op te los nie (McIntosh, 2000). Met die tradisionele onderrigbenadering het die onderwyser al die oplossings op die skryfbord geskryf en die leerders het dit inge oefen. Die suksesvolle onderwyser moet hierdie onderrigbenadering eers afskud voor die probleemoplossingsbenadering suksesvol geïmplimenter kan word. Die onderwyser neem die leiding, maar die leerders soek die oplossings, individueel of in groepverband. Onderwysers moet dus baie ervaring en selfvertroue hê, en bewus wees van wat daar van hulle in die Wiskunde- sowel as Wiskundige Geletterdheidsklas verwag word (McIntosh, 2000).

Die nie-roetine probleme is vir die leerders 'n groot uitdaging en hulle weet dikwels nie waar en hoe om te begin nie. Baie onderwysers raak bekommerd as die leerders spartel en kan in die versoeking kom om te vinnig hulp te verleen. Die leerders moet eienaarskap van hul leer aanvaar en self oplossings vind al is daar baie frustrasies. Daar moet 'n fyn balans tussen die hoeveelheid hulp en wanneer die hulp aangebied word, bestaan. Dit kan alleenlik verkry word deur ervaring en die pedagogiese kennis van die leerders (McIntosh, 2000). Verskeie onderwysers vind dit uiters moeilik om die groot hoeveelhede voorgeskrewe werk met 'n probleemoplossingsbenadering in die betrokke jaar af te handel.

### **2.5.3 Vyf eienskappe van modelmatige aktiwiteite**

Chamberlain en Moon (2005) identifiseer vyf eienskappe van modelmatige aktiwiteite wat ook in die NKV (2011) voorkom.

#### **2.5.3.1 *Konseptuele begrip***

Die Departement van Basiese Onderwys (2018) het 'n raamwerk, Mathematics Teaching and Learning Framework for South Africa: Teaching Mathematics for Understanding, Draft 6 opgestel. Daarin word die vyf eienskappe van konsepsuele begrip in detail bespreek. Wiskundige Geletterdheid-onderwys en leer behoort leerders so te ontwikkel dat hulle die verworwe kennis en vaardighede kan gebruik, nie slegs vir probleemoplossing nie, maar ook as 'n grondslag vir die leer van nuwe vaardighede en kennis (Die Departement van Basiese Onderwys, 2018). Die gebruik van wiskundige prosedures, redenering en die toepassing van die leerders se eie strategieë bou konsepsuele begrip. Konsepsuele begrip impliseer die begrip van wiskundige konsepte, verhoudings en patrone. Hierdie leerders kan vergelykings tref, die onderlinge verbande waarneem en sinvolle afleidings maak. Dié leerders is hoë-orde denkers in die klas wat dit juis moontlik maak om onderlinge verbande tussen die verskillende konsepte in die klaskamer te lê (Kaput, 2018).

#### **2.5.3.2 *Buigsaamheid in handelwyse***

Konsepsuele begrip en buigsaamheid in handelwyse loop hand-aan-hand. Konsepsuele begrip is die belangrikste faktor aangesien dit die leerders se denkwysse en insig onderskryf; waar konsepsuele begrip die lê van die onderlinge verbande tussen wiskundige konsepte moontlik maak, volg buigsaamheid van handeling om die oplossings te vind.

Buigsaamheid van handeling impliseer die strategieë en volgorde wat die leerders gebruik om die probleem op te los. Hierdie twee soorte kennis is opeenvolgend. Konsepsuele begrip is die kennis en begrip van die probleem, maar daarna volg die vaardighede van die leerders om die probleem doeltreffend, akkuraat en toepaslik op te los (Kaput, 2018). Die ervare onderwyser laat konsepsuele begrip eers by die leerders ontwikkel voordat daar oorgegaan word na die buigsaamheid van handeling.



### **2.5.3.3    *Strategiese vermoë***

Die leerders moet vaardighede aanleer om probleme op te los en moet beseef dat daar verskeie oplossings vir die meeste probleme is. Die vaardighede wat aangeleer moet word, is hoe om die probleem te formuleer, die heraanbieding van die probleem, die keuse van die regte strategie en die uitvoering daarvan. Die groot struikelblok vir die leerders is om die korrekte strategie te kies. Die aanbieding van die oplossings in die klassituasie verbreed die leerders se vaardighede en denkwyse; daarom is groepwerk so belangrik in Wiskundige Geletterdheid (Kaput, 2018).

### **2.5.3.4    *Redeneervermoë***

Die sukses van die probleemoplossingsbenadering berus op die ontwikkeling van sekere vaardighede by die leerders. In die tradisionele onderrigbenadering dink baie leerders sowel as verskeie onderwysers dat Wiskunde en dus Wiskundige Geletterdheid uit prosedures en logaritmes bestaan. Daar is ook 'n wanpersepsie dat elke probleem net een korrekte antwoord het. Daar moet wegbeweeg word van die sogenaamde korrekte antwoord en meer aandag geskenk word aan die proses wat lei tot die oplossing van die probleem. Oplossings verg logiese denke, refleksie, verduidelikings en aanbiedings sowel as regverdiging van die oplossing (Kaput, 2018).

### **2.5.3.5    *Leerdersgesentreerde klaskamers***

Die onderwyseres speel die belangrikste rol om 'n leerdersgesentreerde klaskamer vir effektiewe leer daar te stel. Die onderwyseres stel effektiewe aktiwiteite op om sekere doelwitte te bereik. Daar kan van enige strategieë vir enige leersituasie gebruik gemaak word. Die interaksie tussen die leerders in groepe sowel as die interaksie met die onderwyseres is van kardinale belang (Kaput, 2018).

## **2.5.4    Vier dele van modelmatige aktiwiteite**

Chamberlain (2005) noem dat 'n modelmatige aktiwiteit uit vier dele bestaan. Die eerste twee dele handel oor die opstel en die variasiewydte – die hoeveelheid werk wat gedek kan word – van die probleem. Die probleem word saamgevat in 'n leesstuk wat binne die leerders se ervarings- en belangstellingsveld val sodat hul nuuskierigheid geprikkel word. Daarna word

vrae oor die leesstuk gevra. Die eerste vrae is relatief maklike vrae, sodat die leerders sukses ervaar en selfvertroue ontwikkel. Daarna volg meer uitdagende vrae sodat meer gevorderde, kognitiewe denke vir beantwoording vereis word. Die laaste groep vrae is interpretasievrae. Dié vrae behels, onder andere, die interpretasie van grafieke waarna die data geanaliseer word. Die doel van die eerste twee dele is om seker te maak dat die leerders die nodige agtergrondkennis het om die probleem op te los.

Die derde deel handel spesifiek oor die data. Hierdie deel is 'n bindende en oorbruggende faktor tussen die eerste twee dele waar die leerders gereed gemaak word vir die taak en vir die vierde deel waar die probleem saamgevat word. In die vierde deel word die vrae van deel een en twee herhaal en daarna volg die probleemoplossingsaktiwiteit (Chamberlain, 2005).

#### **2.5.4.1 Ses grondbeginsels vir die opstel van modelmatige vrae**

Daar is ses grondbeginsels wat onderwysers by die ontwerp en opstel van modelmatige vrae in gedagte moet hou (Chamberlain, 2005):

**Beginsel 1:** Die ontwerp van die model moet sekere eienskappe soos duidelikheid verreken. Die aktiwiteit moet sekere elemente bevat wat in verhouding tot mekaar staan en daar moet patrone en reëls wees wat die verhouding tussen die elemente bestuur. Die aktiwiteit moet interessant wees, kreatiwiteit verg en die hoër denkvlakke van die leerders bevorder (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

**Beginsel 2:** Die werklikheidsbeginsel moet toegepas word; die scenario wat geskep word, moet eie aan die leerders se leefwêreld wees. Dit kan deur die onderwyser vermag word deur sekere voorbereidende vrae wat navorsing van die leerders verg aan die leerders te stel. Die onderwyser kan die scenario meer realisties voorstel deur die leerders in te lig wie baat by die oplossing kan vind. Die doel waarvoor die oplossing gesoek word, moet aan die leerders kommunikeer word. Die leerders behoort dadelik geïnteresseerd te wees, aangesien daar van die bekende na die onbekende beweeg word. Navorsing toon dat daar verskeie oplossings verkry word indien die scenario bekend of redelik bekend aan die leerders is (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

**Beginsel 3:** Die leerders moet hul oplossings self evalueer en ondersoek instel of die oplossing toepaslik en bruikbaar is sonder die onderwyser se insette. Hulle moet kan

insien dat daar 'n spesifieke doel vir die ontwerp is en dat die doel selfontwikkeling onderskryf. Nuwe kennis moet op die daaropvolgende aktiwiteite toegepas word. Weereens weerspieël hierdie beginsel die ontwikkeling van kreatiwiteit, aangesien die leerders die selfevalueringsvaardigheid moet aanleer en toepas (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

**Beginnel 4:** Die vierde beginsel is die insluiting van “*thought revealing activities*” (Lesh et al., 2000:224). Die leerder moet sy of haar eie denke verduidelik en neerskryf, naamlik hoe hy of sy besluit het om die probleem op te los. Dié beginsel gaan hand-aan-hand met die self-assesseringsbeginsel. Die formulering van die oplossing verg tegniese skryfwerk waarvan die uitkoms hoër kognitiewe denke en metakognisie is. Dit is hierdie beginsel wat die hoop laat ontstaan dat modelmatige leeraktiwiteite begaafde Wiskunde en later ook Wiskundige Geletterdheidleerders identifiseer en ontwikkel (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

**Beginnel 5:** Dié beginsel is deelbaarheid en hergebruik van die model vir probleemoplossing. Die oplossing moet in sekere parallelle situasies gebruik kan word. Indien die spesifieke model vir verdere scenarios gebruik kan word, is die model suksesvol (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

**Beginnel 6:** Die effektiewe prototipebeginsel impliseer dat dit maklik deur die meeste leerders geïnterpreteer word aangesien dit baie simplisties is. Dié beginsel verskil ietwat van die vorige een aangesien dit in min of meer dieselfde situasies gebruik word, maar die vorige beginsel kan net in parallelle situasies gebruik word (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

#### **2.5.4.2 Die voordele van modelmatige aktiwiteite**

Onderwysers kan leerders se denke en denkpatrone ondersoek (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000). Deur hul denke en denkwyse te evalueer en hul vaardighede en kognitiewe vermoëns te bepaal, kan die kurrikulum aangepas word om die begaafde leerders te bevoordeel en hul sodoende te begelei na kreatiewe denke (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000). Modelmatige aktiwiteite bied die geleentheid om meer duidelikheid oor die leerders se denkprosesse te verkry (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000). Nadat geloofwaardige inligting

oor hoe die leerder redeneer om oplossings te vind, ingewin is, kan die onderwyser besluit op herhaling van werk, of om by die vereistes van die kurrikulum te bly of om die leerders na 'n hoër vlak of graad van begrip te neem. Indien die onderwyser op die hoër vlak van begrip besluit, word verryking met die begaafde leerders gedoen. Wanneer meer uitdagende aktiwiteite gedoen word, impliseer dit verryking (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

Selfassessering is noodsaaklik en inspireer en motiveer leerders tot kreatiewe denke (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000). Leerders neem eienaarskap van hul leer; dus skep hulle hul eie modelle vir probleemoplossing (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000). Leerders leer deur ontdekking, dit wil sê strategieë word gesoek om probleme op te los. Sodra hul suksesvol is, is die gevolg dat die leerders meer vrymoedigheid het om hul oplossings met die klas te deel (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000). Wanneer leerders meer sukses in die soeke na oplossings behaal, is hulle meer gemotiveerd om Wiskunde en helaas Wiskundige Geletterdheid te beoefen (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

#### **2.5.4.3 Die doelwitte van die modelmatige aktiwiteite**

Die drie doelwitte van modelmatige aktiwiteite word kortliks bespreek (Chamberlain & Moon, 2005:). Die eerste doelwit is die ontdekking en skep van modelle om komplekse probleme op te los. Die kern van modelmatige aktiwiteite is kreatiwiteit. Die leerders word die geleentheid gebied om kreatief te dink, asook om hul wiskundige denke toe te pas. Leerders word reeds in Graad 3 begelei om verskillend te dink. Modelmatige aktiwiteite behoort aktiwiteite met uitdagende inligting aan leerders voor te hou sodat daar deur die metakognisie verskeie oplossings vir een probleem gevind kan word (Chamberlain & Moon, 2005). Die tweede doelwit is om die leerders se wiskundige denke te evalueer terwyl hulle besig is om die bepaalde take uit te voer. Die derde doelwit is die identifisering en ontwikkeling van leerders wat begaafd in Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheid is (Chamberlain & Moon, 2005).

#### **2.5.5 Goed-beplande aktiwiteitintegrasie met ander vakke**

'n Goed-beplande aktiwiteit impliseer dat alle inligting wat benodig word om 'n oplossing te kry, in die aktiwiteit voorkom. Serin (2018) bevestig dat alle take wat opgestel word die intellektuele denke van leerders moet ontwikkel. Na die toepassing van die bogenoemde ses beginsels deur goed-opgeleide onderwysers, kan meeste van die doelstellings en doelwitte deur die leerders

bereik word. Die uitkomst van die beginsels moet in die veld deur onderhoude getoets word, sodat daar sekerheid is of die aktiwiteit suksesvol was al dan nie (Chamberlain, 2005).

### **2.5.6 Kommunikasie**

Serin (2018) noem dat kommunikasie wat deur groepbesprekings om oplossings te vind, gegeneer word, belangrik is. Leerders kommunikeer eers mondeling oor die probleem en die moontlike oplossings; daarna word die strategieë om die oplossing te bereik, aangeteken. Die verduideliking van die oplossing deur die leerders aan die onderwyseres en hul eweknieë is van kardinale belang. Hierdie vaardighede integreer weer met vakke soos Besigheidstudie en Toerisme, waar leerders hul woord moet kan doen. Die leerders gebruik die addisionele skoolvakke om die oplossings, wat min of meer dieselfde strekking het, toe te pas. Indien die leerder byvoorbeeld saamgestelde rente in Wiskundige Geletterdheid bemeester het, kan hy of sy dit in Besigheidstudie ook toepas. In die proses van konsepherkenning deur refleksie word diepteleer gewaarborg. Die gebruik van hoër kognitiewe denke lei weer tot 'n verskeidenheid oplossingstrategieë vir 'n probleem (Chamberlain, 2005).

### **2.5.7 Realisme**

Die aktiwiteite sluit probleme uit die leerder se leefwêreld in (Chamberlain, 2005) en die leerders moet bekend met die konsepte wat in die take gebruik word, wees.

### **2.5.8 Die ontwikkeling van metakognisie**

Die ontwikkeling van kognisie impliseer dat die leerders gelei moet word om hul denke te rig; dit beteken hulle moet leer om vir hulself te dink. Leerders leer om hulle gedagtes te orden. Die onderwyser verskaf geen antwoorde nie, maar wend vraagstelling aan waardeur die leerders tot oplossings begelei word. Die ontwikkeling van metakognisie bevorder kreatiewe denke wat baie belangrik vir die probleemoplossingsbenadering is (Chamberlain, 2005).

## **2.5.9 Regverdiging van denke**

Lesh et al. (2000:224) tipeer dié beginsel as “thought revealing activities”. Die leerder moet sy of haar eie denke verduidelik en neerskryf, en aandui hoe hy of sy geredeneer het om die probleem op te los. Dié beginsel gaan hand-aan-hand met die selfevalueringsbeginsel.

Die formulering van die oplossing verg tegniese skryfwerk waarvan die uitkoms hoër kognitiewe denke en metakognisie is. Dit is hierdie beginsel wat die hoop laat ontstaan dat modelmatige leeraktiwiteite begaafde Wiskunde en Wiskundige Geletterdheidsleerders identifiseer en ontwikkel (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

## **2.5.10 Selfevaluering**

Die leerders moet self hul oplossings evalueer en ondersoek instel of die oplossing toepaslik en bruikbaar is, sonder die onderwyser se insette. Nuwe inligting moet op die daaropvolgende aktiwiteite toegepas word. Weereens weerspieël hierdie beginsel die ontwikkeling van kreatiwiteit, aangesien die leerders die selfevalueringsvaardigheid moet aanleer en toepas (Chamberlain, 2005; Lesh et al., 2000).

## **2.6 SCHOENFELD SE VIER KENNISKATEGORIEË**

### **2.6.1 Die vier kenniskategorieë**

Schoenfeld (2015) noem dat kennis in vier kategorieë wat die sukses en die kwaliteit van probleemoplossing ondersteun, ingedeel word: vakkennis (basis van kennis); probleemoplossing-strategieë; metakognisie (selfregulerende leer); eie oortuiging en waar die persoon se oortuiging vandaan kom.

#### **Kategorie 1: Vakkennis en denkwyse van leerders**

Die onderwyser moet die leerders se vakkennis bepaal en hul denkwyses begryp. Intuïsie en informele kennis in verband met die vakgebied, feite, algoritmes, roetine-prosedures, asook die vakgebiedreëls is onderafdelings van onderwysmedia, die eerste soort kennis (Roh, 2003). 'n Goeie onderwyser laat die leerders eers self probeer om 'n probleem op te los en sodra daar waargeneem word dat die leerders die pad byster raak,

begelei die onderwyser die leerders tot die verkryging van 'n oplossing. 'n Goeie onderwyser weet waar en hoe om ondersteuning toe te pas (Schoenfeld, 1992).

### **Kategorie 2: Verskillende probleemoplossing-strategieë**

Daar is verskeie strategieë wat aangewend kan word om die probleemoplossingsbenadering te laat slaag. Volgens Malouff (2015) kan die volgende strategieë gebruik word: kry helderheid oor die probleem; soek sleutelwoorde in die vraag sodat daar verstaan word wat van jou verwag word; visualiseer die probleem – teken 'n toepaslike prentjie in jou kop, teken kolomme en tabelle, maak 'n model om die probleem 'n werklikheid te maak; ondersoek 'n spesifieke, reeds afgehandelde probleem en vergelyk dit met die probleem wat opgelos moet word; soek na ooreenkomste; verander jou perspektief en bekijk die probleem uit 'n ander se oogpunt en werk terugwaarts.

Alle strategieë word nie elke keer in elke voorbeeld gebruik nie. Die leerders moet selektief te werk gaan om die regte en nodige strategieë vir die gevraagde voorbeeld te kies; hulle moet dus metakognisie gebruik en toepas. Volgens Schoenfeld kan hierdie strategieë aangeleer word (Schoenfeld, 1992).

### **Kategorie 3: Metakognisie**

Metakognisie is 'n baie belangrike aspek vir effektiewe leer. Karatas en Baki (2013) noem dat metakognisie en selfmonitering nodig is om die oplossing vir probleme te kry. Karatas en Baki (2013) noem dat metakognisie die leerders se bewustheid van selektering, sifting, asook toetsing van hul eie werk is. Dit beteken dat die leerders hul eie vermoëns moet ken, dit kan beheer en moniteer. Die vakkennis waarvoor leerders beskik is belangrik, maar hoe en waar om dit toe te pas, is belangriker. Sommige leerders lees te vinnig en verstaan die probleem nie werklik nie. Daarna sit hulle ure en probeer om die probleem op te los, maar is onsuksesvol omdat hulle nie eintlik weet waarna hulle soek nie.

Dié leerders het nie tyd om aan beplanning, implementering, analisering en oplossings probeer spandeer nie (Schoenfeld, 1992). Schoenfeld beveel aan om die leerders in die klas aan aktiwiteite waarin hulle hul metakognisie kan ontwikkel, bloot te stel. Terwyl die

leerder besig is met die aktiwiteit moet vrae soos, “Wat doen ek nou?”, “Hoekom doen ek dit?”, “Dink ek dit gaan die oplossing van die probleem wees?” gevra word (Schoenfeld 1992). Sodra die leerders hierdie tipe vrae kan beantwoord, word dit bevestig dat die hulle metakognisie gebruik.

#### **Kategorie 4: Oortuigings**

Die laaste stap van kennis is die leerders se oortuigings (Schoenfeld 1992) en waar-dit vandaan kom. Selfkennis, omgewingskennis, kennis van die onderwerp, en Wiskundige Geletterdheidskennis vorm deel van die leerders se oortuigingsisteme. In baie gevalle word die leerders aan sekere oortuigings blootgestel wat nie altyd positief vir hul selfbeeld en selfvertroue is nie. Die leerders neem aan dat indien hul ouers nie Wiskunde kon doen nie, hulle ook onsuksesvol in Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheid sal wees (Schoenfeld 1985). Dis 'n verkeerde oortuiging waaraan die leerder in sy ouerhuis blootgestel is.

Die volgende voorbeeld weerspieël 'n negatiewe oortuigingsstelsel. Die leerders moet die volgende probleem oplos: Die saalvloer, waarvan die grootte  $385\text{m}^2$  is, word geteël. Elke boksie teëls kan 'n oppervlakte van  $12\text{m}^2$  dek. Hoeveel boksies teëls word benodig? Sodra die leerders die antwoord, 32 res 1 verskaf, beteken dit dat die leerder geleer het dat dit 'n deelsom is en geen verdere analise hoef gedoen te word nie (Schoenfeld 1992). Die korrekte antwoord is 33. Die realiteit is dat die res 1 beteken daar is  $1\text{m}^2$  saalvloeroppervlakte wat nog geteël moet word oor. Die kaal oppervlakte kan nie so bly nie – dus moet daar nog 'n boks teëls gekoop word om die oppervlakte volledig te teël.

## **2.7 TRADISIONELE BENADERINGS TOT DIE ONDERRIG EN LEER VAN WISKUNDIGE GELETTERDHEID EN DIE PROBLEEMOPLOSSINGS-BENADERING**

Stacey (2018) beweer dat die oordrag van groot hoeveelhede Wiskundige Geletterdheids-data aan die leerders in die afgelope jare die algemene onderrigmetode was. Stacey (2018) het met die tradisionele benadering die leerders onderrig om die probleem in fragmente op te deel en die verskillende fragmente te bestudeer en die oplossing te soek. Die leerders het die kennis



as diskrete en aparte kennis beskou. Met die nuwe benadering word dit van die leerders verwag om die inligting van die probleem in konteks te plaas en die bevindinge te gebruik om sin van hul leefwêreld te maak. Die fokus het dus verskuif vanaf die verkryging van die oplossing van kleiner fragmente van die probleem na die verkryging van oplossings wanneer die probleem geheel en al in konteks bestudeer word.

Die redenasie in *A Nation at Risk* (National Commission on Excellence in Education, 1983) en *Educating Americans for the Twenty-First Century* (National Science Board Commission on Pre-College Education in Mathematics, Science and and Technology, 1983) is dat leerders nie opgewasse vir die produktiewe arbeidsmark is nie. Hierdie gevolgtrekking is al in 1983 gemaak.

Karatas en Baki (2013) noem dat daar in die alledaagse lewe probleemoplossingsvaardighede benodig word. Aangesien die probleemoplossingsbenadering in *Wiskundige Geletterdheid* so min in Suid-Afrikaanse klasse figureer kan ons die aanname maak dat die onderwyspraktyk nog steeds dieselfde is as in 1983. Die leerders word nie begelei om goeie probleemoplossers te wees nie (Serin, 2018).

Die Suid-Afrikaanse oplossing vir die probleem was die Uitkoms-gebaseerde Onderwysmodel (Froneman, Vorster & Fourie, 2000). Saam met dié model het geweldige uitdagings gekom. Die standaard van die meeste skoolverlaters wat *Wiskundige Geletterdheid* as vak aanbied, veral in provinsiale skole, is meestal gemiddeld en onder-gemiddeld. Adler (2009) noem dat die prestasie in *Wiskundige Geletterdheid* so laag is dat die leerders nie beroepe soos ingenieurswese en medies kan gaan studeer nie. Die leerders is nog minder gereed vir die naskoolse direkte arbeidsmark, aangesien hulle nie die aanvraag na skaars beroepe kan vul nie (Adler, 2009). Gevolglik is 'n verandering in *Wiskundige Geletterdheid*-onderrig en -leer in Suid-Afrika gebiedend noodsaaklik. As gevolg van die swak prestasie in *Wiskunde* wêreldwyd is daar op 'n nuwe *Wiskunde*-onderrig en -leerbeweging, die probleemoplossingsbenadering, besluit wat ook van toepassing op *Wiskundige Geletterdheid* is. Verskeie lande het dadelik begin deelneem.

### 2.7.1 Aanleer van Wiskundige Geletterdheidkonsepte en herhaling (indril/memorisering)

Die swak Wiskunde en Wiskundige Geletterdheidprestatie van die meeste leerders in die wêreld sowel as in Suid-Afrika word voor die deur van tradisionele onderrig gelê (Human, 2009). Die eienskappe van tradisionele onderrig is mededeling, demonstrasie en inoefening. Die konsep *mededeling* word beskou as die proses waar die onderwyser sy metodes op die leerders afdwing. Daar is meriete in dié onderrigproses, aangesien die basiese konsepte en strategieë vasgelê moet word vir latere gebruik. Vir die probleemoplossingsbenadering moet die leerders die nodige bewerkings en vaardighede bemeester, maar dit moet 'n deurlopende proses wees. Met die probleemoplossingsbenadering kan die begrip *mededeling* verkeerdelik met *onderrig vir probleemoplossing* vergelyk word. Met die aanvang van die klas word die Wiskundige Geletterdheidkonsepte en strategieë deur die onderwyser aan die leerders voorgedra, waarna inoefening plaasvind. Soortgelyke oefeninge sonder enige insette deur die leerders volg en vaslegging, soos geglo word, vind sodoende plaas. Die leerders is passief en geen wisselwerking of samewerking vind plaas nie (Human, 2009).

Die konsep *demonstrasie* impliseer dat die onderwyser die probleem op die skryfbord demonstreer en die leerders die oplossing slaafs navolg. Die daaropvolgende oefeninge het dieselfde strekking en bied dus geen uitdaging aan die leerders nie. Die begrip *vaslegging* word met inoefening verwar. Inoefening geskied direk na die voorbeeld op die skryfbord gedoen is, waarna die leerders gedwing word om al die voorbeelde net soos die voorbeeld gedemonstreer, te doen. Dit word onder die dekmantel van vaslegging gedoen, maar is slegs inoefening. Tradisionele Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid-onderrig is nog baie prominent in Suid-Afrika (Human, 2009).

Taylor (2009) wat vir die Gauteng Onderwysdepartement navorsing gedoen het se bevindinge is opgeteken in die National School Effectiveness Study (NSES, 2009). Daar is genoem dat bepaalde Graad 4 en 5 Wiskunde probleme aan onderwysers van dié grade gegee en bevind is dat slegs 53% van Graad 4 onderwysers en 54% van Graad 5 onderwysers die korrekte antwoord verskaf het. Oor die konsep *tyd* het slegs 53% van Graad 4 onderwysers en 54% van Graad 5 onderwysers die korrekte antwoord verskaf. In die vraag oor die omtrek van 'n reghoek kon die onderwysers onderskeidelik slegs 31% (Graad 4) en 30% (Graad 5) behaal. In die optel

van breuke was die Graad 4 en Graad 5 onderwysersuitslag 53% en 72% onderskeidelik. Vraag 4 het patrone getoets. Albei grade se onderwysers het 51% behaal. Die laaste vraag het skatting evalueer met 64% Graad 4 onderwysers en 68% Graad 5 onderwysers wat dit kon beantwoord. Om hierby aan te sluit, moet vasgestel word hoe die leerders in die hoër grade presteer.

Labuschagne (2013) het die eerstejaar ingenieurstudente se bevoegdheidsvlak in Wiskunde bepaal sowel as die invloed wat hul bevoegdheidsvlak op hul eerstejaarsvakke se prestasies wat wiskundige bevoegdheid vereis, gehad het. Daar is ook aandag aan die ontwikkelingsprosesse van leer, en die kognitiewe ontwikkeling van die studente gegee. Die gaping tussen die skoolomgewing se wiskundige vaardighede en die wiskundige vaardighede wat vir die toetredende tot tersiêre instellings vereis word, is ook ondersoek.

Labuschagne (2013) stel dat Benade (2012) beweer dat die oorgang van sekondêre na tersiêre Wiskunde noodsaak dat studente 'n oorgang van elementêre tot gevorderde wiskundige denke moet maak (Labuschagne, 2013). Labuschagne (2013) stel ook dat Benade (2012:105) noem ook dat "elementêre wiskundige denke op konkrete objekte [fokus] om verwante konsepte en prosesse te veralgemeen, terwyl gevorderde wiskundige denke verwys na die vlak waarop die student met abstrakte konsepte en deduktiewe of herleidingsbewyse moet werk". Van der Walt, Maree & Ellis (2006) sluit by Labuschagne (2013) aan dat leerders nie genoeg aan deduktiewe redenering op skool blootgestel word nie en dus nie gereed is om die oorgang vanaf elementêre- tot gevorderde wiskundige denke kan hanteer nie.

Wanneer daar na bogenoemde bevindinge gekyk word, maak ek die gevolgtrekking dat talle onderwysers nie oor die nodige voorkennis, vaardighede of vakkennis beskik om Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leer te fasiliteer nie. Daarom is dit noodsaaklik om die onderwysers te bemagtig deur middel van opleiding deur kundige en ervare onderwysers en vakkundiges, sodat hulle opgewasse vir hul taak kan wees. Nadat die onderwysers opgelei is en meer bevoegd vir die werk in die klaskamer is, kan daarna alternatiewe onderrigleermetodes oorweeg word, naamlik die probleemoplossingsbenadering.

### **2.7.2 Nederlandse Realistiese Wiskundige Geletterdheidonderwys (RWO)**

Die afgelope 30 jaar is die mees algemene idees van die tradisionele onderrigbenadering van die laaste helfte van die vorige eeu verfynd, en dit het gelei tot Realistiese Wiskunde-onderwys (RWO). In Nederland is die RWO-benadering aanvaar wat sekere nuwer sienings in verband met die vak Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid reflekteer, naamlik hoe die leerders Wiskundige Geletterdheid leer en hoe Wiskundige Geletterdheid aan die leerders onderrig moet word (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000).

Verskeie lande soos Israel, Argentinië, Duitsland en Suid-Afrika het ook die RWO-benadering geïmplementeer, maar die interpretasie van RWO is verskillend in verskillende lande. As gevolg van die verskillende benaderings is daar veranderinge aan die sleutelpunte van RWO aangebring (Van den Heuvel-Panhuizen, 2019).

Van die tekortkominge was dat swak-presterende leerders in Wiskunde en dus ook Wiskundige Geletterdheid nie in ag geneem is nie. Die swak leerder het dus nie baie ondersteuning gekry nie. Die didaktiese ondersteuning aan die swak presterende leerders is daarna as oorweging by die eienskappe van die RWO bygevoeg. Die ondersteuning aan die begaafde leerders is ook aangepas. Daar is ook veranderinge aan die onderrigleerbenadering aangebring as gevolg van die rekenaar wat as werktuig in die Wiskundige Geletterdheidsklas ingefaseer is (Van den Heuvel-Panhuizen, 2019).

Verdere vernuwing was die vermenigvuldiging van onderwysmedia. Baie onderwysers en vakadviseurs was betrokke by die ontwikkeling daarvan. Die Nederlanders het na ander lande uitgereik en hul beste praktyk met al die ander deelnemende lande gedeel. Die ander lande se insette het tot verandering van die Wiskundige Geletterdheid-onderrig en leerpraktyk gelei (Van den Heuvel-Panhuizen, 2019).

Die basis van RWO is dat Wiskundige Geletterdheid 'n menslike aktiwiteit is en dat daar geen voltooiing van die teorie in sig is nie, aangesien RWO as lopende werksaamheid (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000) gesien word.

Tien jaar gelede het die Manchester Metropolitan Universitygroep Nederland besoek. Hulle het spesifiek die voordele van RWO ondersoek. Die leerders word sensories geprikkel deur die leefwêreld waarin hulle beweeg en gebruik dan hul kennis om die probleem op te los. Die leerders se selfvertroue het verbeter en daarom ook hul gesindheid en houding teenoor die vak

Wiskunde en later ook teenoor Wiskundige Geletterdheid (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000). Die leerders se algemene kennis, verbeelding en wil om te leer het ontwikkel en die potensiaal van elke leerder is verreken. Die leerders se verskeidenheid oplossingsvoorstelle was indrukwekkend. RWO berei die leerders vir die leewêreld waar kreatiwiteit 'n groot rol speel, voor. Die leerders se ontwikkeling d.m.v. Wiskunde-onderrig en leer in RWO het jeugontwikkeling en jeugbemaagtiging ten doel wat ook op Wiskundige Geletterdheid van toepassing is (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000).

Wanneer die beginsels van die huidige RWO oorweeg word, is dit duidelik dat die insette van Polya se probleemoplossingsbenadering sterk teenwoordig is. Huidige RWO is in 1977 deur die beginsels van Freudenthal (1997) beïnvloed. RWO-uitgangspunte, te wete dat Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid 'n menslike aktiwiteit is en dat die beoefening van dié aktiwiteite aan die leewêreld van die leerders gekoppel moet word, is weer bevestig (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000).

Volgens Freudenthal (1997) moet Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid nie as 'n losstaande vak beskou word nie, maar gebruikwaarde hê. Nederland volg hierdie Wiskunde-onderrigleerbenadering, naamlik die probleemoplossingsbenadering, wat daarop ingestel is om leerderbelangstelling in Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid en wiskundige begrip te verbeter (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000).

RWO het 'n sekere visie vir Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid as vak. Die manier hoe leerders Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid bemeester en hoe Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid-onderrig word, is baie belangrike kwessies (Van den Heuvel-Panhuizen, 2000). Die filosofiese onderbou van RWO word in ses beginsels vervat wat vervolgens aan die orde gestel word.

### ***2.7.2.1 Treffers (1987) se ses beginsels vir Realistiese Wiskunde-Onderwys***

Die realisering van die visie van RWO berus op die volgende ses beginsels van Treffers (1987) wat die probleemoplossingsbenadering onderskryf soos deur van den Heuvel-Panhuizen (2000) aangeteken is. Hierdie ses beginsels kan ook dus op Wiskundige Geletterdheid toegepas word. Aangesien Wiskundige Geletterdheid eers in 2006 ingefaseer is, was al die

kennis wat ingewin is, op Wiskunde gemik. Wiskundige Geletterdheid en Wiskunde het dieselfde grondslag daarom kan dit ook op Wiskundige Geletterdheid toegepas word.

**Beginnel 1:** Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid is 'n aktiwiteit en die leerders kan dit volgens Freudenthal (1968) alleenlik deur oefening bemeester. Dus moet die leerders aktief by die probleem betrokke wees deur self te probeer om die probleem op te los (van den Heuvel-Panhuizen, 2000).

**Beginnel 2:** Die tweede beginsel van RWO is die realiteitbeginsel, wat beteken dat die leerders die verworwe Wiskunde- en Wiskundige Geletterdheidskennis in die werklike lewe toepas, dus “mathematics so as to be useful” (Freudenthal, 1968). Leerders moet die Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid in hul leefwêreld toepas deur verbande tussen die werk in die klas en die wêreld buite die klaskamer te lê. Wanneer Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid in 'n geïsoleerde omgewing soos die klaskamer aangebied word, ontnem dit die leerders van hul eie ervaring. Die gevolg is dat hulle nie nuwe kennis kan toepas nie (Karatas & Baki, 2013).

**Beginnel 3:** Die bemeestering van Wiskundige Geletterdheid behels sekere kognitiewe stadiums waardeur die leerders verplig is om te beweeg. Stadium 1 is 'n informele, inhoudgebonde aktiwiteit waar leerders kortpaaie volg en verskeie oplossings oorweeg en verbande tussen konsepte lê. In stadium 2 word refleksie op verskillende maniere, byvoorbeeld deur interaksie met groeplede sowel as die onderwyseres, gedoen (Karatas & Baki, 2013). Die leerders ontwikkel eers strategieë wat direk aan die inhoud van die spesifieke Wiskundige Geletterdheidsprobleem gekoppel is, waarna die veralgemenings volg. In dié stadium verkry hierdie veralgemening die eienskappe van 'n model wat gebruik word om soortgelyke probleme op te los. Wiskundige modelle word doeltreffend gebruik met die oorgang van informele, inhoudgebonde Wiskundige Geletterdheid na formele Wiskundige Geletterdheid. Indien die leerders nie hierdie beginsel kan toepas nie, het die leerders nie die vlak van wiskundige kennis en vaardighede bereik wat hulle in die globale wêreld benodig nie (Zorica, Cindrić & Destović, 2012).

Streefland het in 1985 die belangrikheid in die verskuiwing van die “model van 'n spesifieke probleem” na die “model vir soortgelyke probleme” van Treffers bevestig. Volgens hom is dit uiters belangrik vir die ontwikkeling van begripsvorming. Daar word

vanaf konkrete modelle na abstrakte modelle beweeg en sodoende word begripvorming vergroot en metakognisie word bevorder.

**Beginsel 4:** Van den Heuvel-Panhuizen (2000) noem dat Wiskunde nie in verskillende dele ingedeel moet word nie; dit is 'n aaneenlopende proses. In ag genome die Suid-Afrikaanse konteks, stem ek nie heeltemal met hierdie beginsel saam nie. Baie leerders se leesvaardighede is nie op standaard nie. Ek deel dus die vraagstelling van die probleem in verskillende dele op sodat Polya se eerste stap van probleemoplossing, naamlik “verstaan die probleem” kan realiseer. Die probleem word daarna deur 'n verskeidenheid bewerkings en vaardighede wat aaneenlopend ontwikkel is, opgelos. Dit gaan byvoorbeeld oor die bepaling van die grootte van die klaskamer. Toepaslik is meting, skatting, die verhouding tussen sye, vereenvoudiging van verhoudings, oppervlakte sowel as die omtrek van die figuur. Dit alles is 'n deurlopende proses. Die vaardighede moet volgens vlakke van kognisie aangeleer word aangesien daar 'n gaping kan intree. Indien daar so 'n gaping ontstaan, sal die leerders nie met die oplossings van soortgelyke probleme bemagtig word nie.

**Beginsel 5:** Wiskundige Geletterdheid is 'n sosiale aktiwiteit. Die leerders deel hul idees en strategieë met hul groeplede. Alle leerders is uniek en pas dus hul eie idees toe. In groepverband leer hulle mekaar en van mekaar alhoewel die vlak van ontwikkeling verskil omdat elke leerder individueel verskil en volgens sy of haar eie pas ontwikkel. Die grootste uitdaging vir die onderwyseres is om 'n aktiwiteit so op te stel dat alle leerders in die klas gemotiveer en geprikkel word dat hulle hul eie, volle potensiaal, volgens hul eie kognitiewe vermoë kan ontwikkel (Zorica, Cindrić & Destović, 2012).

**Beginsel 6:** In 'n leeromgewing wat die proses van selfontwikkeling bevorder, begelei die onderwyseres die leerders tot oplossings sonder enige formules of antwoorde wat verskaf word. Die vaardigheidsantisipering is noodsaaklik om te bepaal waar probleme moontlik gaan opduik. Die onderwyseres moet die aktiwiteit só begryp dat begripvlak en die vaardighede wat die leerders vir die oplossing daarvan benodig deur die onderwyseres verreken word. Lewenslange leer wat deurlopend is, word deur die doelwitte en doelstellings wat die onderwyseres stel, bepaal (Zorica, Cindrić & Destović, 2012).

Wanneer die Nederlandse Wiskunde Onderwys beskou word, is dit duidelik dat RWO 'n groot anker in Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid-onderwys is. Die doelstellings na jare is nog bykans dieselfde; leerders speel steeds 'n aktiewe rol en kan self oplossings probeer vind; die sosiale konteks speel 'n kardinale rol en die leerders se ontdekkingsvermoë en hul vaardighede in Wiskundige Geletterdheid (Zorica, Cindrić & Destović, 2012).

Volgens die Program vir Internasionale Studente-assessering (*Programme for International Student Assessment*) het Nederland die 19de plek op die prestasie-ranglys (TIMSS, 2015) en tiende plek op die PISA-ranglys in 2015 behaal. Die probleemoplossingsbenadering in Nederland het dus vrugte afgewerp.

### **2.7.3 Japan en die probleemoplossingsbenadering in Wiskunde-onderwys**

Japan is een van die lande wat ook die probleemoplossingsbenadering geïmplementeer het, en hul leerders presteer goed. Volgens PISA 2015 was Japan een van die toppresterders. Die Oosterse lande, waarvan Japan een is, het weer die boonste plekke in TIMSS 2016 behaal. Die voordeel in Japan is dat leerders vanaf hul beginjare aan hierdie benadering blootgestel word en baie gedissiplineerd is. Die professionele onderwyskorps bestaan uit meestal goed gekwalifiseerde persone.

Japan volg die lesstudiemetode wat op die professionele ontwikkeling van die onderwyser ingestel is. Onderwysers vergader en identifiseer probleme wat in hul onderskeie klasse ervaar word en soek na oplossings (Burghes et al., 2009). Die verskillende probleme met die oplossings word in groepverband bepaal. Kundiges van buite word vir leiding en ondersteuning genader en daarna volg beplanning waarna een van die onderwysers die leergeleentheid aanbied en die ander onderwysers waarneem. Dikwels woon onderwysers van ander skole dit ook by wat dan *openbare navorsingsleergeleentheid* genoem word. Die leerders se begrip en hoe hulle op die probleem reageer, word waargeneem terwyl die leerders die aktiwiteite uitvoer. Ondersteuning vind plaas en die onderwysers begelei leerders na antwoorde met gepaste vrae, maar verskaf geen direkte antwoorde nie. Die uitkomst wat die leerders bereik, word bespreek. Die doel hiermee is om die probleme aan te spreek en die onderwysers in die regte rigting te lei. Die leerders herhaal die aktiwiteit.



Wiskunde is vir die Japanese 'n reeks verbande tussen konsepte, feite en prosedures waarmee die leerders tydens aktiwiteite poog om oplossings vir die probleem te genereer. Die leerders ontwikkel diepteleer deur die probleemoplossingsbenadering te volg (Burghes et al., 2009). Wanneer die beginsels van RWO van Nederland beskou word, is dit duidelik dat die insette van Polya se probleemoplossing sterk teenwoordig is. Voordat die probleemoplossingsbenadering formeel in Suid-Afrikaanse skole ingefaseer kan word, is daar kritieke aspekte wat eers in plek moet wees. Dié aspekte word vervolgens in detail bespreek.

#### **2.7.4 Die nie-roetine probleemoplossingsbenadering**

Die begrip *nie-roetine probleemoplossingsbenadering* beteken kreatiewe probleemoplossing waar geen roetine of stappe bestaan waarvolgens die leerder te werk moet gaan nie. Die stappe van Polya (1945) word wel gevolg, maar saam met die leerder se eie inisiatief om die verskillende strategieë toe te pas volgens die uitdagings van die probleem waarmee hy of sy gekonfronteer word. Nie-roetine probleemoplossing moet gefasiliteer word. Die doel van hierdie benadering is om die leerders te leer om met kreatiwiteit en logika die realistiese probleme waarmee hulle te kampe het, op te los. Die ander voordeel van hierdie benadering is die vryheid om die probleem na goeddunke op te los; niemand skryf voor watter strategieë om te gebruik nie; hierdie vryheid dra tot die ontwikkeling van hul selfvertroue by (Marra, Jonassen, Palmer & Luft, 2014). Die leerders leer ook deursettingsvermoë aan omdat hulle hul moet inspan om die oplossings te vind.

Die nie-roetine probleemoplossingsbenadering stel hoë uitdagings en verwagtinge aan die onderwysers sowel as aan die leerders. Die onderwyser se pedagogiese, wiskundige en persoonlike kennis van die leerders is onontbeerlik volgens Marra et al. (2014).

Schoenfeld (1992) maak ook die stelling dat die onderwyser die leerders se verskillende benaderings van probleme moet waarneem en verstaan. Daar moet besluit word of die leerders se benadering suksesvol is, al dan nie; indien nie, moet die onderwyser hulp aanbied.

### **2.8 DIE KONSEP PROBLEEMOPLOSSING EN GEPAARDGAANDE BENADERING**

Daar is verskeie opvattinge rondom die konsep *probleemoplossing*: leerders moet baie probleme oplos (herhaling) sodat hul probleemoplossingsvaardighede kan verbeter; probleemoplossing ontwikkel stadig oor 'n lang tydperk; die onderwyser se positiewe

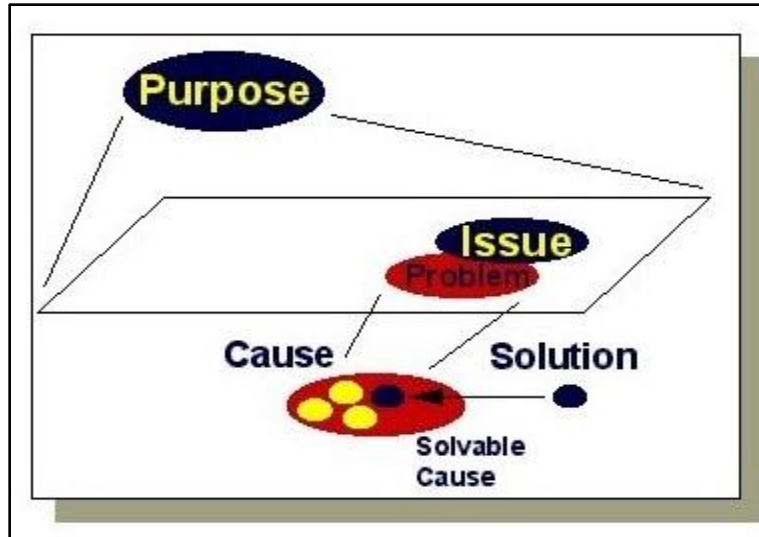
ingesteldheid teenoor probleemoplossing moet motiverend wees; daar moet sistematiese, beplande opdragte aan die leerders gegee word (Roh, 2003). Die probleemoplossingsteorie gaan egter nie die leerders probleemoplossers maak nie, maar wel die oefening van probleemoplossing (Lester, Masingila, Mau, Lambdin, Dos Santon, & Raymond, 1994).

Wat die probleemoplossingsbenadering betref, is daar verskeie menings. Sowder (1985:141) beskryf probleemoplossing soos volg: “What it is you do when you don’t know what to do”. Hierdie definisie pas uitstekend by oop probleme, want dit beskryf die heel eenvoudigste vorm van begrip; die leerder se vordering word gemonitor en dit bevorder die ontwikkeling van kognitiewe denke terwyl die leerders hul inspan om oplossings te kry (Cifarelli & Cai, 2005). Konsepsuele vordering word ook met dié oop probleemsituasie gemonitor. Die aaneenlopende wiskundige betrokkenheid van die leerders tydens oop probleemoplossingsituasies, noem Cifarelli et al. (2005:303) “wiskundige ondersoek” (navorsing). In probleemsituasies leer die leerders om die vraagstelling te herformuleer indien dit nodig is om die probleem op te los (Cifarelli, & Cai, 2005). Die intellektuele vryheid om strategieë te gebruik wat die leerders verkies, dra tot kognitiewe ontwikkeling by. Verskeie navorsers, onder andere Human (2009), is van mening dat die probleemoplossingsbenadering die oplossing vir die huidige kommerwekkende Wiskunde- en Wiskundige Geletterdheidprestasie in Suid-Afrika is.

### **2.8.1 Die doel van probleemoplossing**

Die doel van probleemoplossing bestaan uit verskillende fasette soos aangedui op die onderstaande Figuur 2.3, naamlik die probleem, oorsaak, is daar oplossings, en hoe gaan die oplossing toegepas word? Shibata (1998) noem dat probleemoplossing baie belangrik is, maar baie mense verstaan dit verkeerd, selfs onderwysers wat dit aan die leerders moet voorhou. Vervolgens word die definisie van ‘n probleem, die terminologie van probleemoplossing en die bruikbare patrone van probleemoplossing omskryf sodat die doel van die probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid meer sin maak.

Die onderstaande Figuur 2.3 toon dat Shibata (1998) se diagram gebruik word om die terminologie soos gekoppel aan die probleemoplossingsbenadering van Schoenfeld (1992) aan te toon.



Figuur 2. 3 Die verskillende fasette waaruit die doel van probleemoplossing bestaan (Shibata, 1998)

Shibata (1998) se diagram word gebruik, en die terminologie word aan die probleemoplossingsbenadering van Schoenfeld (1992) gekoppel. Die eerste stap is om te bepaal wat die probleem is en in watter konteks die probleem voorkom. Indien die probleem in die leefwêreld van die leerders voorkom, is die kwessie geskik. Die volgende stap is om te bepaal wat die leerders moet doen om die probleem op te los. Serin (2018) noem dat die oplossingstrategieë om die probleem op te los, asook die regverdiging vir die oplossing volg.

Die doel van probleemoplossing is om met die gebruik van geskikte benaderings en werkwyses 'n probleem op te los. Indien 'n persoon nie 'n duidelike begrip van die probleem en nie 'n beweegrede om dit op te los het nie, sal geen probleem opgelos word nie. Daar moet tussen oplosbare en onoplosbare probleme onderskei word. Kosbare tyd word vermors met onoplosbare probleme; daarom moet dit uitgeskakel word. 'n Verdere doelwit van probleemoplossing is dat elke leerder die probleem of situasie volgens sy of haar voorkeur hanteer (Adler, 2009). Opsommend kan gestel word dat die doel van die probleemoplossingsbenadering is om die leerders nie slegs wiskundige probleemoplossers nie, maar ook oplossers van alledaagse uitdagings te maak. Deur Wiskundige Geletterdheid word ons bemagtig om die magdom kennis wat die globale wêreld aan ons bied, te verstaan en te hanteer (Adler, 2009).

## 2.8.2 Die probleemoplossingsbenadering van Schoenfeld

Volgens Schoenfeld (1992) is probleemoplossing 'n proses wat deurloop word om 'n oplossing vir 'n nie-roetine probleem te vind. Dit is 'n situasie waarin die leerder met 'n probleem gekonfronteer word sonder dat daar 'n onmiddellike antwoord gereed is; daarom is dit nie net oefeninge wat met bepaalde prosedures voltooi kan word nie.

Daar is verskeie navorsers soos Taplin (2017) wat oor die eienskappe van die probleemoplossingsbenadering skryf. Eienskappe van die probleemoplossingsbenadering sluit die volgende in: interaksie (kommunikasie) tussen leerder en leerder, of tussen onderwyser en leerder (Serin, 2018); wiskundige dialoog wat behels dat die leerders saamwerk om die oplossings te ondersoek, asook die instemming of verskil van oplossings deur die leerders aangebied (Serin, 2018). Onderwysers verskaf net genoeg agtergrond van die probleem sodat leerders hul eie oplossings kan soek (Serin, 2018) of aanvaar foutiewe of korrekte oplossings sonder kritiek (Marra, Jonassen, Palmer & Luft, 2014).

Probleemoplossing fokus op die proses (Becker & Shimada, 1997) en nie uitsluitlik op die antwoord nie (Serin, 2018). Onderwysers begelei, onderrig, vra begripsvrae en werk saam met die leerders aan die proses van probleemoplossing (Serin, 2018); hulle moet antisipeer wanneer om ondersteuning toe te bied en wanneer om die leerders op hul eie te laat werk tot 'n oplossing bereik word (Lester et al., 1994). Leerders moet ook besef dat die probleemoplossingsbenadering hulle motiveer om veralgemenings te maak in verband met reëls en konsepte (Serin, 2018).

Serin (2018) noem dat oop probleme 'n verskeidenheid oplossings het. Die fokus is nie die antwoord nie, maar wel die metodiek wat gevolg is om die oplossings te verkry. Die geskikste probleme is dié waarvan die moeilikheidsgraad net bo die kognitiewe vlak van die leerders lê, sodat die leerders nie dadelik die oplossingstrategie kan sien nie en dit dus 'n uitdaging aan hulle bied (Serin, 2018).

Onderwysers het verskeie idees oor probleemoplossing en die eienskappe van die probleemoplossingsbenadering. Die probleem moet relevant vir kognitiewe doelwitte wees; kognisie moet uitgedaag word; die probleem moet betekenis hê en 'n doel vir die leerders dien; dit moet realisties wees; leerders moet toegelaat word om oplossings te soek; leerders moet

hulle inspan en uitgedaag voel; daar moet genoeg wiskundige agtergrondkennis beskikbaar wees; voorkennis is noodsaaklik, en laastens is daar verskeie oplossings vir een probleem (Kollasche, 2018).

Erickson (1999) bevestig wat Becker en Shimada (1997) sê, naamlik dat die probleemoplossingsbenadering impliseer dat die leerders Wiskundige Geletterdheidsprobleme moet oplos of sin van wiskundige situasies maak sonder dat daar definitiewe roetines of vasgestelde prosedures bestaan. Die probleme moet in die alledaagse leefwêreld voorkom en die aktiwiteite moet die leerders op wiskundige konsepte, veralgemenings en prosesse laat fokus en ook die kurrikulum dien (Erickson, 1999). In alle aspekte van die vak Wiskundige Geletterdheid is probleemoplossing 'n integrale deel.

Navorsers stem saam dat die probleemoplossingsbenadering 'n sosiale aktiwiteit is en kommunikasie tussen die onderwyser en leerders sowel as tussen leerders onder mekaar in die groepwerksituasie waarborg (Van Zoest, Jones, Thorton, 1994; Cobb, Wood, Yackel, Nicholls, Wheatley, Trigatti & Perlwitz, 1991; Evan & Lappin, 1994). Becker en Shimada (1997) noem dat oop probleme verskillende oplossings vir onbekende probleme bied.

Navorsers is dit eens dat die leerders op hul eie moet werk, sonder vaste prosedures en formules om die realistiese probleme op te los. Erickson (1999) en Becker en Shimada (1997) stem saam met die vereiste dat die leerders se aktiwiteite realisties van aard moet wees en opgelos moet word sonder vaste prosedures en formules.

### **2.8.3 Diskoers rakende die probleemoplossingsbenadering**

Volgens Karatas en Baki (2013) is die probleemoplossingsbenadering 'n lang proses. Schoenfeld (1992) noem dat die inspanning om oplossings te kry merendeels aan die leerders oorgelaat moet word sodat verantwoordelikheid vir hul werk ontwikkel. Indien die leerders nie die benadering suksesvol toepas nie, moet die onderwyser dadelik ondersteuning aanbied.

McIntosh en Jarrett (2000) se doelwitte van die probleemoplossingsbenadering korreleer met dié van Schoenfeld: om die leerder se ontdekkingsvermoë (kritiese sowel as kreatiewe denke) te verbeter; om verbande tussen verskillende konsepte te lê; om logies te redeneer en te kommunikeer; om verskillende en verskeie strategieë te gebruik om nie-roetine-probleme op te los, en om die leerders die geleentheid te bied om hul voorkennis te gebruik. Baie uitdagings

word aan die onderwyser sowel as die leerder gestel. Die probleemoplossingsbenadering verwag van die leerder om baie besluite te neem terwyl die onderwyser deurentyd ondersteuning moet bied. Met die tradisionele benadering word hierdie funksie via handboeke en die onderwyser behartig.

Nie alle onderwysers is bereid om 'n probleemoplossingsbenadering te volg nie. Ho en Hedberg (2005) se siening is dat onderwysers nie opgewasse vir die oplos van nie-roetine probleme is nie. Dit is as gevolg van 'n tekort aan wiskundige vaardighede, asook 'n gevoel van ontoereikendheid om die vele strategieë suksesvol aan te bied. Die konsep *probleemoplossing* is ook problematies, aangesien die onderwysers nie baie kennis van die benadering dra of hoeveel tyd om daaraan te bestee nie. Die meeste onderwysers wat wel die verandering wil maak, weet nie hoe om die probleemoplossingsbenadering in die klas te laat realiseer nie (McIntosh & Jarett, 2000).

Ten einde die probleemoplossingsbenadering te laat slaag, moet die onderwyser die vereistes van die kurrikulum verstaan (Serin, 2018). Die doelstellinge en doelwitte van die kurrikulum moet eers self deur die onderwyser begryp en ervaar word. Indien nie, word foutiewe begrippe deur die leerders aangeleer en moeilik afgeleer. Die onderwyser is die een wat die verandering en verbetering van die vak Wiskundige Geletterdheid in die klas laat gebeur. Roh (2003) noem dat dié transformasie slegs kan plaasvind indien daar verandering in kurrikulêre inhoud en fasiliteringstyl intree.

Navorsing deur Lester et al. (1994) bevestig dat die stand van die probleemoplossingsbenadering in die praktyk nie rooskleurig lyk nie. Die National Council of Teachers of Mathematics NTCM (2000) meld dat probleemoplossing die fokus in Wiskunde-onderrig en leer moet wees, maar dui nie aan hoé dit in die klaskamer implementeer moet word nie. Lester et al. (1994) noem dat die konsep *probleemoplossing* seker die meeste oor gepraat word, maar die minste in die Wiskunde-kurrikulum verstaan word. Dit wil voorkom of Suid-Afrika hom in die dieselfde bootjie bevind.

Daar word gevra waarom leerders met probleemoplossing sukkel. Lester et al. (1994) noem dat leerders nie die vier klasse van veranderlikes – die inhoud; die struktuur-veranderlike; woordvoeging- of sintaktiese veranderlikes, en heuristiese of ontdekkende veranderlikes verstaan nie. Die aannames verskil van hedendaagse onderwyspraktyk, waar die fokus die

probleemoplosser, naamlik die leerder, is. Die leerders se tekortkominge is gewoonlik ruimtelike oriëntasie, strukturele probleme, oortuigingsisteme, gesindhede en 'n onvermoë om verskillende tipes probleme uit te ken (Lester et al., 1994).

Die NKV (2011) vereis dat redevoering die middelpunt in die vorming van wiskundige begrip en wiskundige bekwaamheid in die klaskamer moet wees. Die leerders moet as 'n wiskundige gemeenskap beskou word, nie as individue nie. Die groepbesprekings het talle positiewe uitkomstes, naamlik groepintelligensie, effektiewe leer, samehorigheid, leerverenootskappe sowel as sosiale ontwikkeling en welvaart (Olivier, 2013).

#### **2.8.4 Kritiese vereistes om probleemoplossing ten volle te laat geskied**

Probleemoplossing is 'n belangrike lewensvaardigheid wat 'n reeks prosesse soos redenering, interpretasie, voorspelling, evaluering en reflektoring insluit (Karatas & Baki, 2013). Daar is dus verskeie vereistes om leerders in probleemoplossers te laat ontwikkel. In die bespreking tot dusver het verskeie kwessies na vore getree wat vervolgens aangespreek word.

Karatas en Baki (2013) noem dat die probleemoplossingsbenadering uit wiskundige sowel as sosiale prosesse bestaan. Eerstens moet die onderwyser die wiskundige prosesse verstaan en Wiskundige Geletterdheidsfasiliteringsvaardighede bemeester. Daar word dikwels beweer dat die onderwysers baie hard werk om inhoud aan leerders te ontsluit, maar dat die leerders dieselfde inhoud wat in 'n eksamen voorkom, nie kan herken en verstaan nie. Die leerders begryp nie die inhoud nie en daarom kan hulle nie die verband tussen die voorbeelde in die klas en die vrae in die eksamen lê nie. Die goeie onderwyser is die persoon wat nie self slegs Wiskundige Geletterdheid magtig is nie, maar wat Wiskundige Geletterdheid-onderrig en leer in die klaskamer kan laat realiseer (Labuschagne, 2013).

Die onderwyser moet die leerders se sosiale omstandighede ken en verstaan. Omstandighede kan nie as verskoning aangebied word nie, maar wel gebruik word om die leerder beter te verstaan en dus die ondersteuning en die intervensie daarby aan te pas. Die volgende konsepte is deur Kolloosche (2018) waargeneem en word later in detail beskryf: klaskamerkultuur; interaksie tussen leerders; leerderaktiwiteite; probleemstrukture; lewenslange leer; beantwoording van die probleem; vakadviseurondersteuning; bevoegdheid van onderwysers; samewerking met kollegas en die nut van kommunikasie met die breë gemeenskap.

Vir die daarstelling van 'n realistiese wiskundige onderrigleervisie vir beide onderwyser en leerder, moet die onderwyser die volgende vrae kan beantwoord, aldus Bishop (1996): Het Wiskundige Geletterdheid 'n eiesoortige taal? Is Wiskundige Geletterdheid-onderrig en leer 'n samevatting van al die sensoriese prikkels? Is Wiskundige Geletterdheid 'n sosiale aangeleentheid? Bied Wiskundige Geletterdheid bruikbare gereedskap? Bied Wiskundige Geletterdheid ekonomiese vooruitgang? Is Wiskundige Geletterdheid 'n objektiewe realiteit? Die beantwoording van hierdie vrae en die feit dat Wiskundige Geletterdheid-onderrig en leer 'n oortuigings-aangeleentheid is, speel 'n groot rol in die onderwyser se Wiskundige Geletterdheid-onderrig (Stigler & Hiebert, 1998).

Ervaring van slegs die bekende omgewing laat 'n mens net die bekende waarneem. Dit is 'n problematiese kwessie, aangesien die hele onderrigbenadering van die Suid-Afrikaanse onderwyser op 'n sekere wyse aangeleer is, en sal moet verander. Die verandering moet intrinsiek geskied (Stigler & Hiebert, 1998), wat 'n verdere uitdaging is, aangesien die onderwyser se onderrigleermetodes 'n uitvloeisel is van die onderrig wat tydens skool- en verdere opleiding ervaar is, aldus Bishop (1996). Bishop (1996) noem dat Paul Ernst (1996) beweer dat daar 'n geweldige leemte in die verhouding tussen die kennis wat die Wiskunde sowel as Wiskundige Geletterdheid-onderrig besit en die kennis wat die onderwyser in die Wiskunde en Wiskundige Geletterdheidsklas onderrig (Bishop, 1996).

Tans is daar nie 'n korrelasie tussen die getal werksinwinkels en opleidingssessies oor Wiskundige Geletterdheid-onderrig en leer wat tans aangebied word en die verbetering van prestasie in Wiskundige Geletterdheid nie. Die afleiding is dat onderwysers nie ten volle toegerus word om die nuut-verworwe kennis te onderrig nie. Die onderwyser moet die nuwe onderrigleerbenadering eers in diepte ondersoek en internaliseer, en die Wiskundige Geletterdheidskonsepte onder die knie kry voor dit suksesvol in die onderrigleerpraktyk verreken kan word. Daarná kan probleemoplossing met vrug in die klaskamer aangewend word.

Zorica, Cindrić en Destović (2012) noem dat die leerders se diepteleer so ontwikkel moet word dat die leerders bemagtig word om na nuwe situasies te kyk en dit te verstaan, asook om refleksie toe te pas. Die leerders moet die konsepte, idees en prosedures wat hulle in situasies buite die klaskamer bemeester het, kan toepas. Dit verg deurdagte verbandlegging tussen konsepte om uit 'n verskeidenheid hoeke na die probleem te kyk en om verskillende oplossings



vir die probleem aan te bied. Die ondervinding in die Wiskundige Geletterdheidsklas lei tot die ontwikkeling van leerders se vermoë om situasies in die leefwêreld aan te pak en sodoende kognitiewe denke te ontwikkel. Die verbandlegging tussen konsepte en prosedures sowel as die ontwikkeling van nuwe idees is fundamentele kenmerke van probleemoplossing. Schoenfeld se siening van probleemoplossing is dat dit met 'n probleem sonder onmiddellike oplossing en bestaande formules begin (Schoenfeld 1992). Die leerders moet die probleem aandagtig deurlees, dit analiseer, hul voorkennis toepas en dan strategieë vir die oplossing daarvan vind. Die proses dwing die leerder om bestaande kennis toe te pas, hul denke uit te daag en te ontwikkel (Roh, 2003).

Soos reeds aangetoon, is daar twee spesifieke lande, naamlik Nederland en Japan wat die belangrike aspekte van die probleemoplossingsbenadering in hul Wiskunde-onderrig en leer verreken. Waar Nederland fokus op Realistiese Wiskunde-onderwys wat beteken dat die leerders die werk wat hulle in die klas gedoen het, aan die leefwêreld moet kan koppel, val die fokus in Japan op die professionele ontwikkeling van die onderwysers.

## **2.9 DIE DRIE ALGEMENE TEMAS VAN DIE PROBLEEMOPLOSSINGS-BENADERING**

McIntosh en Jarrett (2000) noem dat die probleemoplossingsbenadering in drie algemene temas ingedeel word: probleemoplossing as 'n konteks, probleemoplossing as 'n vaardigheid en probleemoplossing as 'n kuns. Hierdie drie temas word vervolgens kortliks bespreek.

### **2.9.1 Tema 1: Probleemoplossing as 'n konteks**

Probleemoplossing as 'n konteks impliseer dat daar gepoog moet word om die waarde van Wiskundige Geletterdheid as vak in te skerp sodat leerders gemotiveerd en geïnteresseerd in sekere wiskundige onderwerpe sal wees. Die uitdaging om hierdie doelwitte, motivering en belangstelling te bereik, is om die toepaslike aktiwiteite so op te stel dat dit met die leerder se alledaagse probleme buite die klaskamer korreleer. Verder impliseer dit dat daar regverdiging vir dit wat in die klas ontdek is, gegee moet word. Dit behels dat probleme as 'n middel tot 'n doel aangewend word om ook ander vakke se doelwitte en doelstellings in die kurrikulum te bereik. Daarom identifiseer McIntosh en Jarrett (2000) vyf rolle wat die probleemstelling in die probleemoplossingsbenadering speel. Dié rolle is koppeling aan die leerders se werklikheid;

Wiskundige Geletterdheid is genotvol en die bruikbaarheid van Wiskundige Geletterdheid word aangeleer; klasbesprekings bemagtig leerders met Wiskundige Geletterdheidvaardighede; leerders kry die geleentheid om hul aangeleerde vaardighede ten toon te stel deur verskillende probleme op te los.

### **2.9.2 Tema 2: Probleemoplossing as 'n vaardigheid**

Probleemoplossingsvaardighede is nie 'n aparte afdeling van die kurrikulum nie, maar 'n deurlopende ontwikkeling van die konseptuele begrip en vaardighede van die leerders. Daar moet gewaak word dat probleemoplossing nie as net 'n versameling vaardighede beskou word nie, maar dat daar tog die verwagting is dat die leerders die vaardighede gebruik om eerstens roetine-probleme op te los en daarna ook nie-roetine-probleme (McIntosh & Jarrett, 2000).

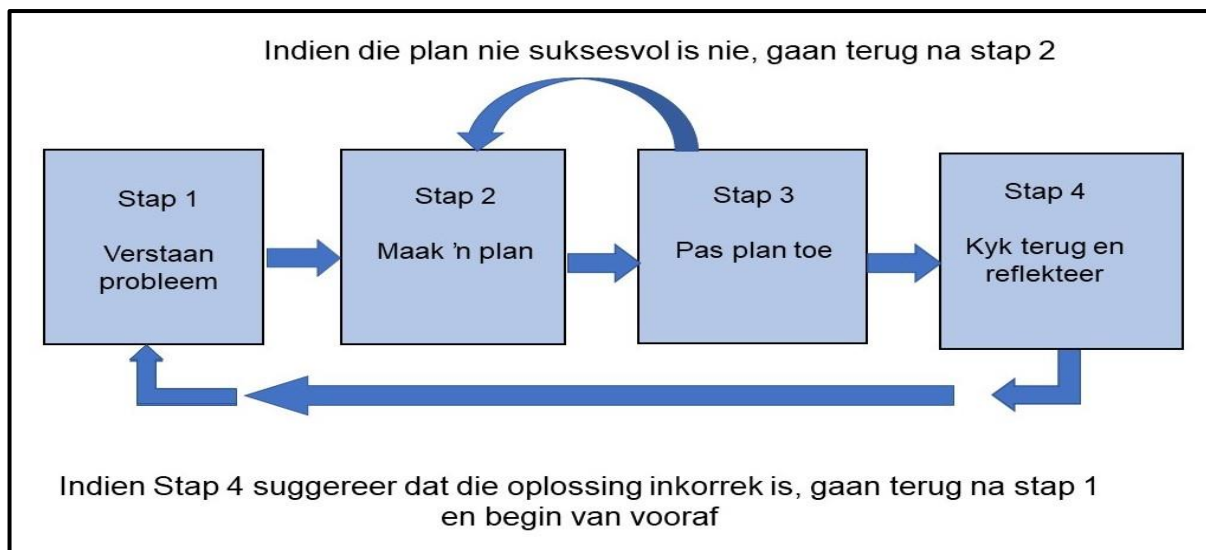
Die onderwyser se eie beskouing van probleemoplossing is wesenlik omdat dit nie net as 'n vaardigheid beskou word nie, maar wel as 'n voertuig wat dwarsdeur die kurrikulum vir die kweek van konseptuele begrip en vaardighede in Wiskundige Geletterdheid gebruik word. Problematies is dat die probleemoplossingsbenadering meestal aan slegs gevorderde leerders in Wiskundige Geletterdheid voorgehou word. Nie-roetine-probleme is die uitdagendste, maar die oplos daarvan kan wel aangeleer word tydens effektiewe en aktiewe leer in 'n goed-georganiseerde, gedissiplineerde en professionele klaskamer (McIntosh & Jarrett, 2000).

### **2.9.3 Tema 3: Probleemoplossing as 'n kuns**

Polya (1945) beweer dat probleemoplossing as 'n kuns aangeleer kan word. Hy beweer dat "*probleemoplossing as 'n kuns*" die belangrikste konsep van die drie is, aangesien die leerders tydens die Wiskundige Geletterdheidsessies hulle liefde vir Wiskundige Geletterdheid kan openbaar. Probleemoplossing kan beskou word as die hart van Wiskundige Geletterdheid (McIntosh & Jarrett, 2000).

## 2.10 DIE FORMULERING EN UITEENSETTING VAN DIE PROBLEEMOPLOSSINGSBENADERING

Polya (1945) verdeel die probleemoplossingsbenadering in vier stappe: verstaan die probleem; maak 'n plan; voer die plan uit, reflekteer. In Figuur 2.4 word 'n skematiese voorstelling van Polya se vier stappe gegee.



Figuur 2. 4 'n Skematiese voorstelling van Polya se vier stappe OPEPP, (2017:1)

### 2.10.1 Die vier stappe van die probleemoplossingsbenadering

Vervolgens word die vier stappe van Polya se probleemoplossingsbenadering bespreek.

#### Stap 1 Begrip van die probleem

Die leerders moet die probleem verstaan. Volgens Olivier (2013) is daar verskillende tipes vrae wat aan die leerders gevra kan word om meer duidelikheid by leerders te verseker, asook om te bepaal of hulle wel verstaan wat van hulle verwag word. Feitelike vrae word gebruik as 'n toetsing van voorkennis wat die redenasievermoë uitdaag, asook hoe die leerders redeneer om by die oplossing uit te kom. Opeenvolgende vrae lei die leerder se denke in 'n spesifieke rigting om die oplossing te vind. Vasleggingsvrae daag die kennis van die leerders uit en bepaal of die leerders memorisering toegepas het, byvoorbeeld met die leer van tafels. Bemagtigingsvrae word gebruik om die leerders wiskundig te verryk. Die vrae konfronteer die leerders om lateraal

te dink, hoe om te voorspel, te antisipeer en dus hipoteses te maak. Die leerders word bemagtig om eie opinies te vorm en as gevolg van die eie opinievorming, leer die leerders samewerking. Die vrae waarby die leerders persoonlik betrokke is, maak die leerders deel van die probleemoplossing (Olivier, 2013).

Volgens Malouff (2015) wat by Olivier (2013) aansluit, is dit makliker om 'n spesifieke probleem as 'n vae probleem op te los. Dus is “die verstaan van die probleem” die belangrikste aspek van probleemoplossing omdat die oplossing van die probleem by hierdie kritieke stadium begin. Polya (1945) beweer dat die “verstaan van die probleem” dikwels geïgnoreer word, aangesien daar aanvaar word dat die leerders die probleem verstaan. Daar moet dus deeglik besin word of dit wel die geval is deur seker te maak of die leerders al die konsepte in die probleemstelling begryp omdat die leerders se agterstande in leesbegrip in Suid-Afrika dikwels 'n remskoen is.

Die eerste stap na die suksesvolle verstaan van die probleem is om sekere sleutelemente in die probleem te identifiseer (Malouff, 2015). Dikwels is daar baie onnodige inligting wat die leerders verwar. Dit veroorsaak dat die leerders hul aandag aan inligting gee wat nie van toepassing is nie en kosbare tyd gaan verlore.

Indien die leerders nie verstaan nie, moet die onderwyser die leerders eers begelei om die probleem te verstaan. Die onbekende Wiskundige Geletterdheidtaal moet aan die leerders verduidelik word. 'n Goeie oefenloop is om die leerders die opdrag te gee om die vraag in hul eie woorde te formuleer. Dit beteken dat hulle die probleemstelling in verstaanbare wiskundige taal aan die ander leerders in die klas moet verduidelik. Die leerders moet besef dat die onbekende aan hul voorgelê word; onbekende beteken 'n situasie waarmee hulle nog nooit te doen gehad het nie.

Die volgende uitdaging gaan wees om die relevante data raak te sien. Is daar genoeg data sodat die probleem opgelos kan word? Daar kan nou van prentjies of diagramme gebruik gemaak word om die probleem meer konkreet en visueel voor te stel (Malouff, 2015). Wanneer daar 'n misdad plaasvind en daar weinig inligting oor die misdad is, is die meeste speurders se doel om die misdad te visualiseer, dus voorstellings te maak van hoe hulle dink die misdad plaasgevind het. Daarna teken hulle dit skriftelik aan. Die leerder behoort ook hierdie metode te volg. Baie leerders toon meer insig indien hulle die probleem konkreet voor hulle sien.

Daar moet seker gemaak word dat die leerders hul voorkennis kan gebruik deur 'n vorige diagram of prentjie te herroep wat van hulp sal wees met die huidige probleemoplossing. Alles wat die leerders weet, kan vervolgens neergeskryf word (Malouff, 2015). Daar moet genoeg inligting, geskikte onderwysmedia en onderwysmedia vir probleemoplossing beskikbaar wees. Die onderwyser moet alle leerders in die klas akkommodeer deur die vrae só te stel dat elke leerder die vraag op hul kognitiewe vlak verstaan en met 'n oplossing vorendag kan kom – al is die oplossing nie korrek nie. Volgens Malouff (2015) kan die leerders so ver gaan om 'n model te bou om die probleem voor te stel. Die leerders kan die model ondersoek en aanpassings maak sodat daar oplossings gevind kan word. Die idee is dus hier om vanaf die konkrete na die abstrakte te beweeg.

Daar word dus aandag aan die ontwikkeling van diepteleer wat grootliks op die voorkennis van die leerders sowel as die vakkennis van die onderwyser bou, gegee. Die leerders leer om self oplossings vir verskeie probleme te vind, spesifieke prosedures te verander sodat die oplossings verkry kan word, ervaring op te doen om formules te ontwikkel om meer as een probleem op te los, en refleksie te doen (Kollosche, 2018).

Die ontwikkeling van Tripathi se diepteleer is gebaseer op Vygotski (1987) se vier doelstellings wat tussen elementêre en kognitiewe hoërdenke onderskei.

Kollosche (2018) noem dat daar 'n kontrole-verskuiwing van die omgewing na die leerder in die klaskamer plaasvind. Die leerder gebruik kognitiewe prosesse en word van sy of haar unieke kognitiewe denke bewus. Die leerder ontdek ook die sosiale oorsprong en die aard van hoër kognitiewe denke en leer hoe om verbande tussen klassituasie en die sosiale omgewing buite die klaskamer te lê. Hierby sluit die gebruik van verskillende strategieë in 'n klasbespreking wat tot hoër kognitiewe denke lei, aan (McIntosh & Jarrett, 2000).

Elke doelstelling van Tripathi (2009) kan in die probleemoplossingsbenadering waargeneem word. Die onderrigleer moet met 'n uitdagende, sinvolle en nie-roetine aktiwiteit begin wat deur die onderwyser opgestel word. Moore (2011) ondersteun hierdie stelling.

## **Stap 2 Die erkenning van verskeie oplossingstrategieë**

Polya (1945) noem dat die onderwyser die leerders met deursigtige en doeltreffende begeleiding moet laat insien dat daar meer as een oplossingstrategie vir elke probleem is.

Volgens Malouff (2015) word logiese denke gebruik om die regte strategie vir die oplossing vir die gevraagde probleem te identifiseer, sowel as om vorige oplossings vir soortgelyke probleme te herken. Daar kan ook vanaf 'n algemene reël na 'n spesifieke situasie gewerk word. Die probleem word eers waargeneem en daarna besluit die leerder hoe om die oplossing te vind (Malouff, 2015). 'n Manier om die beste strategie vir probleemoplossing te kies, is die herhalende toepassing van verskillende strategieë. Dit bevorder selfvertroue om te waag en ook meer insig om dit saam met voorkennis te kontroleer. Die leerders moet self ontdek.

Die leerders moet die proses van skatting toepas as die probleem verstaan word en kan daarna 'n lysie maak volgens wat hulle dink die regte strategie is. Alle strategieë wat nie van toepassing op die spesifieke probleem is nie, kan geëlimineer word (Malouff, 2015). Spesiale gevalle (uitsonderings) moet ook bepaal en eenkant gehou word.

'n Onderrigleerstrategie is om makliker probleme en kleiner getalle te gebruik om die oënskynlike ooreenkomste tussen die huidige probleem en vorige probleme te ondersoek. Daar kan ook 'n inventaris van voorkennis wat die leerders opgedoen het, gemaak word en bepaal word of daar 'n korrelasie met vorige probleme bestaan. Die gebruik van simmetrie bestaan ook, alhoewel net die sterker kognitiewe leerder hierdie strategie gewoonlik aanwend. Daar kan ondersoek ingestel word na die voorkoms van 'n moontlike patroon. Kom daar min of meer dieselfde vrae en idees voor? Alle moontlike oplossings moet ondersoek word. Illustrasies kan gedoen word en alle oplossings wat nie dadelik van toepassing is nie, moet geëlimineer word. Soms kan formules wat vooraf deur die leerders self ontdek is, gebruik word. Sukses kan slegs behaal word indien die leerder begelei word om vindingrykheid en waagmoed aan die dag te lê, sodat daar geen vrese is om die onbekende aan te durf nie.

Serin (2018) beweer dat die leerders met die voorafgaande onderrigleerstrategie leer om kreatief en krities te dink, en dan uiteindelik om wiskundig te redeneer. Dit help beslis om kommunikasievaardighede te verbeter omdat hulle die vrymoedigheid in die groep aanleer via mondelingse gedagtewisseling. Verder bied die simpatieke onderwyser die leerders 'n geleentheid om vrae te vra terwyl hulle in die groep besig is om aktief na oplossings te soek. Indien die leerder die verkeerde pad sou volg, bied die onderwyser die regte leiding, maar geen

antwoorde word verskaf nie. Daarna vra die onderwyser die leerders om hul oplossingsbenadering aan die klas te bied. So 'n benadering tot probleemoplossing kan in die woorde van Serin (2018:165-166) sorg dat 'vindingrykheid en ondernemingsgees by die leerders ontwikkel word'.

### **Stap 3 Toepassing van strategieë**

Die nodige kwaliteite en vaardighede wat die leerders nou aan die dag moet lê, is kalmte, geduld, deursettingsvermoë en uithouvermoë om die plan wat gekies is, deur te voer. Indien die spesifieke plan nie aan die vereistes voldoen nie en nie 'n oplossing bied vir die probleem nie, moet die leerder die deursettingsvermoë, waagmoed en vindingrykheid hê om 'n volgende plan in werking te stel. Daar moet gewaak word dat die leerders nie die oplossing te gou negatief beleef nie, aangesien die sirkel waarin Polya se raamwerk beweeg, eers voltooi moet word voordat na nuwe oplossingsmoontlikhede gekyk word.

Aandagafleiding van die leerders tydens probleemoplossing is een van die grootste uitdagings. Sodra die leerders nie oplossings vir die probleem kry nie, kan die leerder se fokus en belangstelling taan. Indien daar in dié verband aanhoudend opvoedkundige probleme met 'n spesifieke leerder ondervind word kan die leerder van klas verander. Die nuwe omgewing behoort die leerder te stimuleer om meer kreatiwiteit aan die dag te lê, wat meestal uitstekend werk (Malouff, 2015). Die leerders moet nie ontmoedig word om aan te hou probeer nie, aangesien alle wiskundiges die pad van aanhoudende, veranderde strategietoepassing volg tot daar 'n oplossing vir die probleem is (Malouff, 2015). Die onderwyser moet nou 'n simpatieke, geduldige, verdraagsame en 'n leidende ingesteldheid teenoor die leerders openbaar en op die leerders se denkwyse fokus deur hul werkwyse waar te neem en dan leiding te gee deur gepaste vrae te vra. Die vakkennis van onderwysers word uitgedaag wanneer die leerders verskeie oplossings voorhou, hetsy op die skryfbord of mondelings soos gemeld in die National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000).

### **Stap 4 Refleksie op afgehandelde werk**

Vierdens word refleksie gedoen. Polya (1945) noem dat daar nou besin moet word oor die korrektheid van die oplossing. Indien die oplossing nie korrek is nie, moet die rede daarvoor gesoek word; refleksie moet dus heelyd gedoen word. Daar moet ook ondersoek ingestel word

of die leerders se voorkennis aanleiding tot die oplossing van die probleem gegee het en of die oplossing weer gebruik kan word. Indien wel, sal die leerder heel moontlik dieselfde probleme in die werklikheid kan uitken en oplos. Sodra die leerders hierdie fase bereik, het hul die probleemoplossingsbenadering suksesvol geïnternaliseer.

Lester et al. (1987), Mason en Schoenfeld (1985) het Polya se model verder ontwikkel. In al die modelle kom die vier stappe merendeels ooreen, maar word deur die navorsers uitgebrei.

### **2.10.2 Schoenfeld se doelstellings met die probleemoplossingsbenadering**

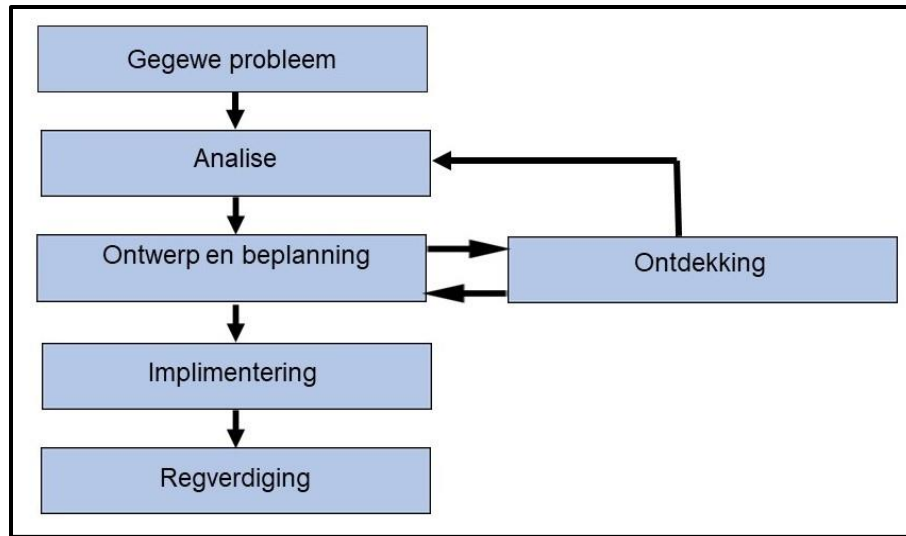
Schoenfeld (1992) se doelstellings behels dat die leerders leer om kreatief en krities te dink sodat hulle met vertroue aan enige Wiskundige Geletterdheidkompetisie kan deelneem. Die belangrikste doelstelling van Schoenfeld, volgens my, is om onderwysers op te lei, aangesien daar geen ontwikkeling in die leerders se denke kan plaasvind sonder die onderwyser se leiding en insette in die klaskamer nie. Die onderwysers moet die nuwe benadering se doelstellings en doelwitte eers hul eie moet maak en dit daarna kanaliseer na die leerders deur die aanleer van standaardtegnieke deur middel van modellering.

Die volgende diagram verteenwoordig Schoenfeld (1985) se probleemoplossingsproses. Die eerste stap behels die analise van die probleem. Wat word van die probleemoplosser verwag? Die tweede stap raak die ontwerp en beplanning van die oplossingsplan, dus die strategieë wat gebruik word om by die moontlike oplossing uit te kom. Die derde fase, naamlik ontdekking wat die hart van probleemoplossing is, kan nou realiseer. Die vierde fase handel oor die implimentering van die gekose strategieë met die verwagting dat dié strategieë tot die oplossing lei. Die vyfde fase is die regverdiging vir die oplossing.

#### ***2.10.2.1 Die probleemoplossingsproses van Schoenfeld (1985:97)***

Die probleemoplossingsproses word aan die hand van Figuur 2.5 geïllustreer.





Figuur 2. 5 Die proses van probleemoplossing van Schoenfeld (1985:97)

### 2.10.3 Verskille tussen Polya en Schoenfeld se probleemoplossingsmodelle

Schoenfeld het die vier stappe van Polya (1945) ontwikkel en verfyn soos in Figuur 2.5 aangetoon. Volgens Graumann (2011) noem Schoenfeld die eerste fase die analisefase. Die oplosser identifiseer gevalle, veral spesiale gevalle, om die probleem te probeer vereenvoudig, waarna die probleem herformuleer word.

Die groot verskil tussen Polya en Schoenfeld se model lê in Fase 2 en Fase 3. Volgens Hähkiöniemi, Leppäaho en Francisco (2012) het Lester et al. (1987) met die probleemoplosser gewerk, maar terselfdertyd ook refleksie toegepas. Lester et al. (1987) stel voor dat daar gedurig tussen die doel, analise van die probleem, die planne wat ontwikkel word, die toepassing van die planne en die evaluering van die oplossings beweeg moet word. Schoenfeld noem Polya se tweede fase die ontwerp en ontdekkingsfase. Daar word dus volgens Hähkiöniemi et al. (2012) in 'n sirkel tussen die fases beweeg. Die laaste fase is min of meer dieselfde by alle navorsers, en vereis refleksie.

Daar word bespiegel waarom leerders so met probleemoplossing sukkel. Lester et al. (1994) noem 'n moontlike rede, naamlik dat die leerders nie die vier klasse veranderlikes verstaan nie. Dit behels eerstens die inhoud en hoe om dit in die regte verband te bring; tweedens, die identifisering van struktuurveranderlikes; derdens, woordvoeging oftewel sintaktiese veranderlikes, en laastens heuristiese of ontdekkende veranderlikes. Die aannames verskil van

vandag se realiteit daar die verskuiwing na die probleemoplosser, naamlik die leerder, gemaak word. Die leerders se tekortkominge is gewoonlik ruimtelike oriëntasie, strukturele probleme, oortuigingsisteme, gesindhede en 'n onvermoë om verskillende tipes probleme uit te ken (Lester et al., 1994).

## **2.11 DIE EVALUERING VAN PROBLEEMOPLOSSING IN WISKUNDIGE GELETERDHEID**

Volgens Human (2009) word daar weinig vordering met probleemoplossing in skole gemaak. Die algemene aanname is dat daar 'n geweldige krisis gaan ontstaan om die leerders se probleemoplossingsvaardighede te assesseer indien die probleemoplossingsbenadering wel in die skole toegepas word.

Die uitgangspunt van die evaluering van probleemoplossing is dat nie net die eindproduk, met ander woorde die antwoord, belangrik is nie, maar wel ook die prosesse wat gevolg is om die oplossing te vind. Daarna word na die kwaliteit van die oplossing gekyk en word die leerders daarvolgens geëvalueer (Human, 2009).

Onderwysers word waarskynlik in die rigting van dié onderrigleermetode gedwing, maar het geensins die opleiding om dit in klasse toe te pas, ontvang nie. Die ander probleem is dat die onderwysers wat redelike welslae met die tradisionele onderrigmetode behaal het nie die nodigheid insien om van benadering te verander nie (Human, 2009).

Daar is weinig raamwerke waarvolgens die leerders se probleemoplossingsvaardighede geassesseer kan word. Deek, Hiltz, Kimmel, Rotter, (1999) het kriteria in die vorm van tabelle opgestel om die assessering vir onderwysers te vergemaklik. Die kriteria bestaan uit twee kategorieë: eerstens die proses van probleemoplossing en tweedens die produk van probleemoplossing (Deek et al., 1999). Die eerste drie tabelle, naamlik Tabela 1-3 reflekteer die assesseringsproses en Tabela 4 tot 7 verduidelik die produk wat geassesseer word.

### **2.11.1 Die eerste kategorie van evaluering: die probleemoplossingsproses**

Die eerste drie tabelle (Tabel 2.1 tot en met Tabel 2.3), wat op bladsy 69 -72 verskyn en wat die proses van probleemoplossing assesseer, word vervolgens bespreek. Drie uitdagings of aspekte word evalueer:

- Hoe die leerders die konsep *probleemoplossing* interpreteer en verstaan.
- Die probleemoplossing-strategieë wat die leerders gebruik om tot 'n oplossing te kom.
- Die kognitiewe vaardighede wat toegepas is om die oplossing te verkry (Deek et al., 1999).

Die volgende vier kriteria word toegepas wanneer die onderwyser die bostaande drie aspekte van die leerders se werk evalueer:

- Die leerders se benadering tot en begrip van die probleem.
- Hoe die leerders se oplossingstrategieë ontwikkel word.
- Hoe die oplossing deur die leerders aangebied word.
- Hoe die leerders die regverdiging van die oplossing aanbied (Deek et al., 1999).

### **2.11.2 Die tweede kategorie van evaluering: die probleemoplossingsproduk**

Die tweede kategorie vir die assessering van probleemoplossing is die evaluering van die produk van probleemoplossing, met ander woorde die kwaliteit van die oplossing (Deek et al., 1999). Dit word diagrammaties in Tabel 2.4 tot en met Tabel 2.7. voorgestel.

In 1999 is 'n program aan die Universiteit van New Jersey Institute of Technology (NJIT) geloods om die studente die basis van probleemoplossing en die programmering daarvan te leer. Die programmering van probleemoplossing behels die verskillende stappe wat die leerder uitvoer om die antwoord van die probleem te vind. Die kwaliteit van die stappe word dus geassesseer.

Die tweede kategorie, naamlik die produk van probleemoplossing (Tabel 2.4 tot 2.7) in Wiskundige Geletterdheid word volgens Deek et al. (1999) se ses stadiums van assessering gedoen (Deek et al., 1999).

- Probleemformulering wat die skriftelike formulering van die probleem, die werklike omvang van die vraag sowel as die relevante inligting behels.
- Oplossingsbeplanning deur die probleem in kleiner dele in te deel en die inligting na toepaslike data om te skakel.
- Oplossingsontwerp.
- Oplossingsoordrag.
- Toetsing van die oplossing.

- Die aanbieding van die oplossing (Deek et al., 1999).

### 2.11.3 Die evaluering van die probleemoplossingsproses

Tabelle 2.1, 2.2 en 2.3 stel die proses van die probleemoplossingsbenadering voor en word gebruik om dit te evalueer. Dit sluit die leerders se begrip van die konsep *probleemoplossing*, die strategieë vir probleemoplossing, asook die kognitiewe vaardighede wat die leerders gebruik om die oplossing te vind, in.

#### 2.11.3.1 Die proses: herformulering van die probleem

Die herformulering is die belangrikste stadium van die aktiwiteit. Die leerders moet verstaan wat die probleem is en dit woordeliks kan beskryf. In die onderstaande tabel van Deek et al. (1999) word in detail beskryf hoe die leerders in hierdie proses evalueer gaan word.

Tabel 2. 1 Instrument vir assessering van die leerders se formuleringsvaardighede (Deek et al., 1999:318).

Uitkomst	Aanwysers	Punteskaal
Uitstekende aanbieding van die probleem. Alle relevante feite is aangedui. Leerders verstaan die probleem sodanig dat daar wel 'n oplossing verkry kan word.	Die probleem word baie duidelik en korrek uiteengesit.	4
Redelike aanbieding van die probleem word verskaf; omtrent alle relevante feite word gegee, asook die veronderstelling dat die leerder genoeg begrip van probleem toon vir die oplossing daarvan.	Die probleem word baie duidelik en korrek uiteengesit. Die meeste doelstellings sowel as die geïdentifiseerde onbekendes word aangedui.	3
Onvolledige aanbieding van die probleem. Die feite toon dat die leerder nie genoeg begrip toon om die probleem op te los nie.	Die probleem word net gedeeltelik aangedui en net sommige feite word geïdentifiseer.	2
Onvolledige aanbieding van die probleem. Leerders is onbekwaam en onbevoeg om relevante feite uit te lig en toon totale onkunde om die probleem op te los.	Die probleemstelling is foutief. Niksseggende, doellose feite is geïdentifiseer.	1
Gebrek aan probleemaanbieding, gebrek aan identifisering van die nodige feite toon algehele misverstaan van die probleem.	Geen probleemaanbieding, geen feite of enige tekens om die probleem op te los nie. Die aanbieding is totaal irrelevant.	0

Probleemoplossing begin met die herformulering van die probleem. Tabel 2.1 (Deek et al., 1999) toon aan dat die leerders kognitiewe vaardighede moet besit, aangesien daar metakognisie benodig word om die probleem te herformuleer. Dit is die eerste van Polya se vier stappe van die probleemoplossingsbenadering.

Tydens die beplanning van 'n oplossing, met ander woorde terwyl daar na toepaslike oplossingstrategieë gesoek word, vind kognitiewe ontwikkeling plaas. Die beplanning van die oplossing verg kognisie sowel as metakognisie (Deek et al., 1999). Die doel van die herformulering van die probleem is om die leerders se begrip van die probleem vas te stel (Deek et al., 1999).

Die eerste deel van die proses in Tabel 2.1 is om die leerders se herformulering van die probleem te assesseer. Indien die leerders wel die probleem duidelik en korrek weergee, behaal hulle 4 uit 4. Hierdie leerders is kognitief sterk.

Die puntetoekenning in al die tabelle is volgens 'n glyskaal. Indien die leerders bykans alle relevante inligting verskaf en toon dat hulle insig in die probleem het, word 3 uit 4 punte behaal. Hierdie leerders is kognitief sterk. Indien die leerders 'n onvolledige aanbieding van die probleem gee, en nie voldoende begrip vir die oplossing toon nie, behaal hulle 2 uit 4 punte. Wanneer die leerders 'n onvolledige aanbieding gee, die probleemstelling foutief is en irrelevante feite aangebied word, behaal hulle 1 uit 4. Die laaste aanwyser stel die assessering van onbekwame, en onbevoegde leerders voor. Hierdie leerders verstaan glad nie wat van hulle verwag word nie. Daar is 'n groot gebrek in die aanbieding van die probleem, feite is totaal irrelevant en daar is geen teken van oplossing van die probleem nie. Dié leerders se kognisie is beperk. Hierdie leerders behaal geen punt nie.

### **2.11.3.2 Die proses: beplanning van die oplossing**

Hierdie proses is die uitdagende deel aangesien die leerders moet besluit watter strategieë om te gebruik om by die oplossings van die probleme te bekom. Onderstaande tabel toon die assesseringskriteria aan.

Tabel 2. 2 Beplanningsvaardighede-assessering (Deek et al., 1999:318)

Uitkomst	Aanwysers	Punteskaal
Uitstekende beplande strategieë en verfyning van die doelwitte wat na die oplossing van die probleem lei.	Duidelik-geformuleerde doel-gerigte beplanning. Voltooide, verfynde doelwitte, identifisering van die taak, asook die duidelike aanbieding van die data tot hul beskikking word aangedui.	4
Redelike beplanning, strategie en verfyning van die doelwitte vind plaas wat na die oplossing van die probleem kan lei.	Geskikte beplanning. Genoeg-same doelwitverfyning, taak-identifisering, asook data- aanbieding.	3
Onvolledige beplanning en strategie, min bewyse van doelwitverfyning, maar net genoeg om die probleem op te los.	Gedeeltelik-korrekte beplanning en doelwitverfyning, min taakidentifikasie, asook min data- aanbieding.	2
Onvanpaste strategiebeplanning en geen doeltreffende doelwitverfyning wat benodig word om die probleem op te los nie.	Foutiewe beplanning en ondoeltreffende doelwit verfyning.	1
Geen beplanning en geen doelwitte wat benodig word om die probleem op te los nie.	Geen beplanning, geen verfyningsoogings om die probleem op te los nie. Totale irrelevante werk.	0

Tydens die beplanning van 'n oplossing, met ander woorde terwyl daar na 'n toepaslike oplossingstrategie gesoek word, vind kognitiewe ontwikkeling plaas. Die beplanning van die oplossing verg kognisie sowel as metakognisie (Deek et al., 1999).

In hierdie beplanningstadium kies die leerder verskeie strategieë om die oplossing van die probleem te bereik. Die doelwitte word dan in onderafdelings ingedeel om sodoende elke taak met 'n spesifieke doelwit af te baken. Die leerder moet nou die data formeel kan aanbied, dus moet die leerder die ander leerders in die klas oor die ontwikkeling van die oplossing inlig. Die doel hier is om die leerder se beplanning van die oplossing waar te neem, asook te bepaal of die leerders weet hoe om die doelwitte te laat verwesenlik (Deek et al., 1999).

Daar word dus van die leerders verwag om uitstekende, doeltreffende en deurdagte doelwitte daar te stel wat na die oplossing kan lei. Die leerders moet dus baie goed beplan en gepaste doelwitte formuleer. Die leerders moet wys dat hulle die inligting wat in die probleem gegee word, gebruik. Hierdie leerders sal dus volpunte vir hul aanbieding kry en is kognitief baie sterk.

Die leerders wat doelwitte formuleer wat na gedeeltelike oplossing van die probleem lei, behaal volgens hierdie tabel 2 of 3 uit 4. Leerders met beperkte kennis val in hierdie deel van die assesseringstabel.

Die leerders met onvolledige beplanning, min strategieë en geen doelwitte sal nie die oplossing vind nie. Hierdie leerders behaal 1 uit 4 en beskik oor swak kognitiewe vermoëns.

Die laaste deel van die assessering in Tabel 2.2 raak leerders wat geen beplanning wat die probleem aanspreek, kan doen nie, geen doelwitte identifiseer nie en die oplossing wat van hul verwag word, is totaal irrelevant. Hierdie leerders behaal geen punt vir die poging nie.

### **2.11.3.3 Die proses: ontwerp van die oplossing**

Met hierdie proses word die leerders se ontwerpvaardighede geassesseer (Deek et al., 1999). Daar word bepaal of en hoe die strategieë toepaslik vir die aktiwiteite is en hoe dit regverdigbaar is.

Tabel 2. 3 Die ontwerpvaardighede-assessering (Deek et al., 1999:319).

Uitkomst	Aanwysers	Punteskaal
Uitstekende ontwerp, strategieë en noukeurige verklaring wat na die oplossing van die probleem lei.	Voltooide, noukeurige, verklaarde ontleding en volledige spesifikasies.	4
Redelike ontwerp, strategieë en noukeurige verklarings wat na die oplossing van die probleem kan lei.	Voldoende ontledings, oplossings, organisasie en voldoende verklaring wat na die oplossing van die probleem kan lei.	3
Onvolledige ontwerp, strategieë en min noukeurige verklarings wat nie genoeg is om die probleem op te los nie, word aangebied.	Net gedeeltelik ontwerp met net 'n paar spesifikasies.	2
Heeltemal irrelevante ontwerp, strategieë en verklarings wat nie tot 'n oplossing sal lei nie.	Ongepaste oplossings, ontledings-organisasie en irrelevante verklarings.	1

Die leerder moet nou die onderafdelings van die strategieë organiseer en dit verfyn sodat daar 'n veralgemening gevorm kan word.

Daar is twee vlakke van ontwerp. Die eerste vlak is waar die leerder van hoëorde denke gebruik maak en visualiseer. Die tweede vlak van ontwerp is waar die leerders oplossingstrategieë gebruik en dan daarvolgens geassesseer word (Deek et al., 1999).

Hierdie assessering word met 'n glyskaal gedoen. Die kategorieë begin waar daar uitstekend-ontwerpe, doeltreffende strategieë en sinvolle verklarings wat na die oplossing van die probleem lei, gegee word. Die eerste kategorie beteken volpunte. Die tweede kategorie lei tot 'n sinvolle oplossing en bevat voldoende verklarings. Hierdie leerders behaal 3 uit 4. Indien die leerders net 'n gedeeltelike ontwerp met 'n paar riglyne bied, behaal hulle 2 uit 4. Indien die leerders 'n irrelevante ontwerp bied wat nie tot 'n oplossing lei nie, behaal hulle 1 uit 4. Indien die leerders geen ontwerpvaardighede besit en dus geen oplossings bied nie, word geen punt toegeken nie.

#### **2.11.3.4 Die evaluering van die probleemoplossingsproduk**

Die assessering van die produk bestaan uit twee afdelings, naamlik 1) kwaliteit van die oplossing, en 2) die korrektheid van die oplossing (Deek et al., 1999). Indien die oplossing aan die kriteria voldoen, dit wil sê die antwoord korrek is, neem ons aan dat die oplossings effektief was (Tabel 2.4), maar die kwaliteit van die oplossing kan nog steeds bevraagteken word. Die beste oplossing van moontlike oplossingsopsies noem ons die effektiewe oplossing. Die doel hier is om te bepaal hoe doeltreffend die oplossing is (Deek et al., 1999).

Tabel 2.5 is die riglyne vir betroubare oplossings wat vir verskeie ander probleme met dieselfde strekking gebruik kan word (Deek et al., 1999).

In Tabel 2.6 word die aanwysers gegee sodat die leesbaarheid van die oplossing geëvalueer kan word. Die oplossing moet leesbaar, verstaanbaar en interessant wees.

In Tabel 2.7 word die drie verskillende opsies vir oplossings gegee, naamlik korrekte oplossings, gedeeltelike korrekte oplossing en foutiewe oplossings. Die onderstaande tabelle toon die drie opsies met die assessering (Deek et al., 1999).



### **2.11.3.5 Die produkwaliteit van die oplossing: Effektiwiteit**

Die tweede kategorie is die produk van die probleemoplossing, dus die kwaliteit van die uitkomst (Deek et al., 1999). Die onderstaande tabel word as instrument gebruik om die effektiwiteit van die oplossing te toets (Deek et al., 1999).

Tabel 2. 4 Die effektiwiteitassessering (Deek et al., 1999: 320).

Uitkomst	Aanwysers	Punteskaal
Gepaste oplossings is gelewer.	Die toepaslikste algoritmes, datastrukture, kontrolestrukture en die toepaslikste taalstrukture is vir hierdie probleemsituasie gekies.	2
Baie min aanvaarbare oplossings is aangebied.	Die program is redelik aanvaarbaar, maar voldoen nie aan die samehang in die keuse van data, sowel as kontroleerstrukture nie.	1
Die kwaliteit van oplossing is onaanvaarbaar.	Die program skiet tekort in beide (1) die keuse van samehang van data sowel as (2) in kontrolestrukture.	0

Die aanvaarbaarheid van die oplossing word beoordeel volgens die bostaande kriteria. Hierdie kategorie word volgens 'n gyskaal van 2 uit 2 tot 0 uit 2 bepunt. Indien die oplossing korrek is met die beste datagebruik, goeie taalgebruik, sowel as 'n goeie kontrolesisteen, behaal die leerder 2 uit 2. Indien die leerder 'n minder aanvaarbare oplossing bied, die data nie korrek aangewend is nie en die kontrolesisteen gebreke het, behaal die leerder slegs 1 uit 2. Indien die kwaliteit van die oplossing onaanvaarbaar is, word geen punt toegeken nie.

### **2.11.3.6 Die produkwaliteit van die oplossing: Betroubaarheid**

Tabel 2.5 word as instrument gebruik om die betroubaarheid van die oplossing te assesser (Deek et al., 1999).

Tabel 2. 5 Betroubaarheidassessering (Deek et al., 1999:320).

Uitkomst	Aanwysers	Punteskaal
Sterk en kragtige oplossing word voorgehou.	Die program funksioneer goed vir alle gevalle. Dit is suksesvol vir alle geldige insette.	2
Die minimum vereistes vir die oplossing van die probleem is verskaf.	Die program verteenwoordig slegs beperkte geassesseerde gevalle en geld slegs vir geldige insette en faal vir nie-geldige gevalle (kan nie veralgemeen word nie).	1
Die kwaliteit van die oplossing is onaanvaarbaar.	Die program is totaal onaanvaarbaar.	0

Bostaande instrument word gebruik om die oplossing se betroubaarheid te assesser (Deek et al., 1999). Indien die leerder 'n oplossing bied wat in baie ander gevalle gebruik kan word, noem ons dit 'n kragtige oplossing. Hierdie leerder behaal 2 uit 2. Indien die leerder die oplossing vir beperkte gevalle kan gebruik, word 1 uit 2 punte toegeken. Indien die leerder 'n totaal onaanvaarbare oplossing bied, word geen punt toegeken nie. Sodra daar 'n kragtige oplossing vir 'n probleem is, noem ons die oplossing betroubaar.

### **2.11.3.7 Die produkkwaliteit van die oplossing: Leesbaarheid**

Die onderstaande instrument word gebruik om die leesbaarheid van die oplossing te toets (Deek et al., 1999). Daar is definitiewe kriteria wat in die aanbieding van die oplossing moet wees.

Tabel 2. 6 Leesbaarheidassessering (Deek et al., 1999:320).

Uitkomst	Aanwysers	Punteskaal
Duidelike en verstaanbare oplossings word aangebied.	Die program sluit toepaslike kritiese kodes, betekenisvolle aanwysings, die verfyning van logiese strukture en alle instruksies in wat gebruik kan word om die probleem op te los.	2
Baie min oplossings is aangeteken.	Geen duidelike riglyne of instruksies wat gevolg moet word, word verskaf nie.	1
Die kwaliteit van oplossing is onaanvaarbaar.	Die program is totaal onsamehangend.	0

Die leerder moet 'n oplossing bied wat verstaanbaar en interessant is (Deek et al., 1999). Soos in die vorige tabelle word dit ook volgens 'n gyskaal bepunt. Wanneer 'n duidelike, toepaslike en aanvaarbare oplossing aangebied word, behaal die leerder 2 uit 2. Indien min riglyne wys hoe om by die oplossing uit te kom, behaal die leerder 1 uit 2. Indien die kwaliteit van die oplossing onaanvaarbaar en irrelevant is, word geen punt toegeken nie.

### 2.11.3.8 Die produk: Korrekte oplossing

Die onderstaande tabel is die instrument wat gebruik word om die korrektheid van die oplossing van die probleem te assesser (Deek et al., 1999). Die korrektheid is nie die enigste kriteria nie, die proses wat na die oplossing lei is die belangrikste, aangesien daar dan opgemerk kan word of die leerders in die probleemoplossingsbenadering gegroei het al dan nie.

Tabel 2. 7 Korrektheidassessering (Deek et al., 1999:321).

Uitkomst	Aanwysers	Punte-skaal
Toepaslike oplossing is aangebied.	Korrekte oplossingspesifikasies, program of kode en resultate wat benodig word om die probleem op te los.	2
Onvoltooide oplossing is aangebied.	Gedeeltelike spesifikasies, program, kode of resultate.	1
Geen oplossing of 'n totale onvanpaste oplossing is aangebied.	Geen oplossing, spesifikasies, program of enige kode wat benodig word, of in lyn met die oplossing van die probleem is nie.	0

Wanneer ons na enige probleemoplossing kyk, kan daar (1) 'n korrekte oplossing, (2) 'n gedeeltelik-korrekte oplossing of (3) 'n foutiewe oplossing is. Tabel 2.7 toon die drie opsies met die assesseringskriteria (Deek et al., 1999). Die punte word volgens 'n gyskaal toegeken. 'n Relevante oplossing verdien 2 uit 2, 'n onvoltooide oplossing met min aanwysers om die oplossing te kry, verdien 1 uit 2. Indien 'n leerder geen oplossing of 'n totaal irrelevante oplossing voorhou, word geen punt toegeken nie.

Daar is ook ander navorsers soos Szetela en Nicol (1992) wat hul assesseringskriteria publiseer het.

#### 2.11.4 Die Analitiese Skaal van Probleemoplossing van Szetela en Nicol (1992)

Szetela en Nicol (1992) noem dat die onderwyser oor sekere vaardighede en kennis moet beskik om leerders se werk effektief te assesseer. Assessering is 'n ingewikkelde proses waardeur die onderwyser nie slegs na die leerders se eindproduk van die probleem kyk nie, maar wel na die proses wat gevolg is om die eindproduk te bereik. Effektiewe evaluering bestaan uit die analise van die leerders se werk, asook om die leerders te lei om hul denkwyse te verwoord, te kan regverdig waarom hulle sekere besluite geneem het en daarna aan die klas dit te kan verduidelik. Hierdie raamwerk is gebruik om die leerders in die studie se uitkomstes in die klasaktiwiteite te evalueer.

Tabel 2. 8 Die Analitiese Skaal van Probleemoplossing van Szetela en Nicol (1992).

<b>A</b>	<b>Verstaan die probleem</b>
0	Geen poging
1	Misverstaan die probleem as geheel.
2	Misverstaan die grootste gedeelte van die probleem.
3	Misverstaan kleiner dele van die probleem.
4	Verstaan die probleem as geheel.
<b>B</b>	<b>Oplossing van die probleem</b>
0	Geen poging aangewend nie.
1	Totale onaanvaarbare strategie.
2	Gedeeltelik korrekte prosedures met min foute.
3	Wesenlike korrekte prosedures met geringe weglating van die onderafdelings van die prosedure.
4	'n Strategie wat na die korrekte oplossing met geen rekenkundige foute lei.
<b>C</b>	<b>Oplossing van die probleem</b>
0	Geen antwoord of verkeerde antwoord gebaseer op 'n onvanpaste strategie nie.
1	Leerders het verkeerd afgeskryf: Leerders maak berekeningsfoute, antwoorde is gedeeltelik korrek.  Waar veelvuldige antwoorde benodig word, word geen antwoord verskaf nie, stellings word onakkuraat aangebied, asook antwoorde wat foutief is.
2	Korrekte oplossing.

In Tabel 2.8 verskyn die vier stappe van Polya. Die algemeenste manier van vasstelling van die kwaliteit van die uitvoering van die probleemoplossing volgens Szetela en Nicol (1992) is deur die werk van die leerders te besigtig en 'n algemene indruk te verkry. Hierdie algemene indruk van die leerders se werk word bepaal deur die korrektheid van die antwoord.

#### **2.11.4.2 Die voorskrifte vir die nasien van vraestelle van die Noord-Kaap Onderwysdepartement**

Die onderstaande tabel word deur die Noord-Kaapse Departement van Onderwys aan alle inrigtings, waar leerders se kontroletoetse sowel as eksamenvraestelle geskryf en nagesien word.

Tabel 2. 9 Nasientabel vir Graad 12 vir Wiskundige Geletterdheid deur die Departement van Onderwys van Noord-Kaap voorsien

Simbool	Verduideliking
A	Akkuraatheid: Hoe naby die leerder aan die korrekte oplossing is
KA	Konstante akkuraatheid beteken dat indien die leerder 'n fout in die proses sou begaan, word die leerder se oplossing volgens die kwaliteit van die oplossing geëvalueer
O	Omskakeling impliseer vanaf byvoorbeeld cm na m of $\text{mm}^3$ na $\text{m}^3$
J	Regverdiging impliseer dat die leerder sy oplossing verduidelik by wyse van metodes wat gebruik word
M	Metode; die stappe wat gevolg is om by die oplossing uit te kom
MA	Metode met akkuraatheid; met ander woorde in hoeverre is die metode akkuraat toegepas
P	Penaliseer vir geen eenhede, verkeerde afronding, ens.
A	Afronding soos byvoorbeeld rond af na die naaste honderdste na die desimale teken
RT/RG/RP	Afrees van tabelle/grafieke /planne: Hoe akkuraat die leerders die tabelle ens. verstaan en in hoeverre hulle die korrekte antwoord kan afrees en verskaf
V	Vereenvoudiging impliseer die eenvoudigste vorm byvoorbeeld van breuke te kan weergee
KS	Korrekte substitusie in formules dit wil sê dat die leerders die korrekte syfers in die formule kan inskryf
O	Eie opinie, wat die leerders van sekere situasies dink en dit kan beredeneer
LK	Lees vanaf kaart. Die leerders moet die skale, posisies en rigtings op kaarte kan afrees
KE	Gebruik van die korrekte eenhede
GP	Geen penalisering
SA	Slegs antwoord

## **2.12 DIE ROL VAN DIE ONDERWYSER**

### **2.12.1 Inleiding**

Onderwysers moet oor verskillende eienskappe beskik om resultate met die probleemoplossingsbenadering te verky. Navorsers stem oor die volgende aspekte saam: Begrip van die vereistes van die kurrikulum; met ander woorde, die doelstellinge en doelwitte wat van die leerders verwag word, moet deur die onderwyser begryp en ervaar word (Human, 2009).

Daar moet deurgaans ondersteuning aan die nuwe onderwysers deur middel van 'n mentor gebied word. Die mentor moet toesig hou en nuwe idees aan die nuwe onderwyser voorstel. Assessering deur die mentor moet opbouend wees; sodoende motiveer die mentor die nuweling in die onderwys.

Daar is volgens Human (2009) veral drie afdelings waaraan die onderwyser baie aandag moet gee. Die leerders moet die prosedures nie net memoriseer nie, maar moet na oplossings soek; die leerders moet formules nie bloot memoriseer nie, maar moet patrone ontdek; inoefening is ontoelaatbaar omdat die leerders hipoteses moet kan formuleer.

Die kurrikulum vereis dat redevoering die middelpunt in die vorming van wiskundige begrip sowel as wiskundige bekwaamheid in die klas moet wees.

### **2.12.2 Vereistes en kwaliteite van 'n goeie onderwyser**

Die swak Wiskundige Geletterdheidprestasie in Suid-Afrikaanse skole is kommerwekkend. Lindvall (2018) noem die aspekte waaraan aandag gegee moet word om die verbetering te laat geskied. Die onderwyser moet verandering in die klaskamer teweeg bring en daarom is professionele ontwikkeling voor die hand liggend (Lindvall, 2018). Relevante aspekte is die selfvertroue van die onderwyser, sy of haar pedagogiese kennis en die ondersteuning ontvang en aangebied. Die vereistes en kwaliteite van onderwysers word vervolgens bespreek.

#### **2.12.2.1 Die mees-voorbereide persoon in die klas**

Toraman (2019) beweer dat 'n suksesvolle onderwyser oor sewe soorte kennis behoort te beskik:

1. Vakkennis.
2. Pedagogiese kennis wat onder andere die leerstyle en denkwyses van die leerders insluit.
3. Kennis van die kurrikulum.
4. Die algemene bestuur en organisasie van die klas.
5. Leerdereienskappe, soos byvoorbeeld hoe die leerders optree en wat die beweegrede vir hul gedrag is.
6. Didaktiese kennis, byvoorbeeld hoe die onderwyser groepwerk in die klassituasie en kulturele interaksie hanteer.
7. Opvoedkundige waardes en norme.

Die onderwys-leer behoort leerdergesentreerd te wees; dus word leerders in alle aspekte van die klassituasie in ag geneem. Leerders met liggaamlike gestremdhede, gedragsafwykings en leergestremdhede moet geïdentifiseer word sodat hulle gespesialiseerde aandag kan ontvang. Indien die onderwyser oor bogenoemde aspekte beskik, sal sukses in die klaskamer behaal word.

#### **2.12.2.2 Samewerking**

Die onderwyser moet saam met die leerders werk en nie net kennis fasiliteer of waarneem nie. Die noue betrokkenheid tussen onderwyser en leerders bring mee dat leiding tydens groepwerk aan leerders gebied word en leerders die leiding ontvang deur toepaslike vrae te vra wat hulle in 'n sekere denkrigting stuur (Schoenfeld, 1992). Dié leiding het tot gevolg dat leer geskied, aangesien die leerders nou meer betrokke raak en meer inligting inwin (Kentucky Department of Education, 2019).

#### **2.12.2.3 Pedagogiese kennis van leerders**

Pedagogiek is die onderwyser se opvoedkundige kennis sodat die leerders gelei kan word en sodoende kan ontwikkel tot 'n volwassene. Die pedagogiese dus opvoedkundige kennis van die onderwyser moet ontwikkel word, aangesien die onderwyser die leerders na volwassenheid begelei. Die pedagogiese ontwikkeling van die onderwyser geskied onder andere deur middel van eie oortuigingsvermoë, opleiding, navorsing en bewese ervaring (Lindvall, 2018).

#### **2.12.2.4 Klaskameratmosfeer**

Die klaskamerklimaat hang hoofsaaklik van die onderwyser af. Pitler (2018) noem wenke vir 'n positiewe leeromgewing, naamlik:

- onderrigtyd moet positief aangewend word sodat leerders die veiligheidsgevoel ervaar wat lei tot ontwikkeling van kennis
- aansporing van leerders moet tot die voordeel van die leerders wees met ander woorde gee die opdrag dat hulle die gevoel van selfverryking kry en nie dat hulle die werk vir die onderwyser doen nie
- laat leerders die reëls van klaskamer in groepsverband vaslê, asook die gevolge vasstel vir leerder wat uit pas is
- onderwyser moet na eie gesindheid teenoor die klas in oënskou neem dus refleksie doen en daarna die leerders se gesindheid probeer rig
- gebruik altyd opbouende en motiverende uitsprake
- wees opreg en eerlik in alle terugvoer van toetse en klaswerk sodat leerders daaruit kan ontwikkel. Die onderwyser moet altyd teenwoordig wees sodat die vier vryhede, naamlik vryheid om te fouteer, vryheid om vrae te vra, vryheid om selfdenkend te wees, en om eie oplossings te gebruik, verwerklik kan word.

Volgens Kollosche (2018) verwys klaskamerkultuur na verskeie aspekte wat deur die onderwyser bewerkstellig moet word om effektiewe leer in die klaskamer te bewerkstellig. Elke klas het 'n eie atmosfeer (dinamiek) wat geskep word deur die onderwyser wat interaksie wat belangrik is, tussen die leerders en die onderwyser bevorder (Kollosche, 2018). Kollosche (2018) noem ook dat suksesvolle onderwysers 'n atmosfeer van wedersydse respek skep wat impliseer dat daar respek tussen die leerders, respek vir die onderwyser en respek vir die leerders is.

Toraman (2019) stel dit dat die onderwyser die leeromgewing uitnodigend moet maak. Dit beteken dat die klas interessant, boeiend en leersaam moet wees. Daar moet ondersteuning gebied word waar nodig, maar nie te veel nie. Leerders moet op hul eie kan werk. Die tydsaspek moet ook goed georganiseer word en tydsbesteding moet volgens die moeilikheidsgraad van die aktiwiteite toegewys word. Minder moeilike aktiwiteite benodig minder tyd.

Daar moet van verskeie Wiskundige Geletterdheidtegnieke en strategieë gebruik gemaak word aangesien alle leerders in elke leergeleentheid geakkomodeer moet word. Die leerders moet



die werk verstaan en elke aktiwiteit moet elke leerder maksimaal ontwikkel (Toraman, 2019). Die leerstyle van leerders moet in ag geneem word tydens die seleksie van aktiwiteite, groepsbesprekings moet geïmplimenteer word en die kreatiwiteit van die leerders moet aangemoedig word (Toraman, 2019).

'n Belangrike aspek is veiligheid (Erickson, 1999). Die leerders moet sekuriteit binne die klaskamer ervaar. Die onderwyser moet aan die begin van die jaar 'n gedragskode vir die leerders bepaal sodat hulle bereid sal wees om kansen te waag deur hul idees, veralgemenings en oplossings aan die ander leerders voor te lê sonder om verneder te word (Kollosche, 2018).

Die onderwyser moet 'n ontspanne atmosfeer in die klas kweek sodat stres nie in die pad van leerders se ontwikkeling staan nie. Humor verlig spanning. Indien humor gebruik word om spanning te verlig, moet daar streng beheer toegepas word. Sommige ongedissiplineerde leerders kan humor gebruik om hand-uit te ruk. Indien daar belhamels in die klas is, moet die humor baie selektief aangewend word (Toraman, 2019).

#### **2.12.2.5 Kommunikasie**

Daar moet gesonde kommunikasiekanale deur die onderwyser geskep word sodat vraagstelling aangemoedig word. Die onderwyser se gesindheid (Wichelt & Kearney, 2009) teenoor die leerders bepaal die aard van die kommunikasie. Indien die onderwyser emosionele en intellektuele toeganklikheid toon, kommunikeer die leerders makliker met die onderwyser (Wichelt & Kearney, 2009).

Karaktereienskappe van die onderwyser soos konsekwentheid, humor, selfvertroue, goeie kommunikasievaardighede, simpatie, empatie, regverdigheid, objektiwiteit, verdraagsaamheid en kreatiwiteit (Toraman, 2019) dra ook tot die sukses van die leeromgewing by.

Daar moet geleenthede vir die leerders geskep word om hul ervarings met ander leerders te deel. Nadat die leerders vir 'n geruime tyd in groepverband gewerk het, moet die onderwyser die werk saamvat, waarna die leerders ook insette lewer (Wichelt & Kearney, 2009). Ooreenkomste en verskille tussen sekere ervarings van leerders moet op 'n sensitiewe manier uitgelig word. Daar moet gemonitor word of die leerders nog op dreef is om die spesifieke doelwit en doelstelling wat van hul verwag word, te bereik. Indien nie, moet die onderwyser hulle in die regte rigting begelei (Wichelt & Kearney, 2009).

### **2.12.2.6 *Atmosfeerskepping vir probleemoplossing***

Daar moet gepoog word om 'n atmosfeer vir probleemoplossing in die klas te skep. Groepwerk kan vergemaklik word met die posisionering van banke in die klas waar leerders kan saamwerk om oplossings te soek. Enige addisionele inligting wat die aktiwiteite komplementeer, kan in die klas beskikbaar gestel word sodat leerders oor 'n breër onderwysmediabasis beskik. Volgens die Kentucky Department of Education (2019) sal so 'n onderwysmediabasis die leerders lei om probleme uit verskillende perspektiewe te bekyk en te ervaar, om verantwoordbare oplossings vir probleme te vind, asook om tegnologie so te verstaan dat rekenaars selektief aangewend kan word.

### **2.12.2.7 *Bemiddelaar***

Die onderwyser is die bemiddelaar wat moet toesien dat alle leerders se regte verstaan en gerespekteer word sodat elke leerder veilig voel en sodoende die vrymoedigheid het om insette te lewer sonder om verneder te word, al is die oplossing nie korrek nie (Wichelt & Kearney., 2009).

### **2.12.2.8 *Doelgerigtheid, veelsydigheid en motivering***

Die onderwyser moet baie opletterend wees sodat daar die versekering is dat die doelwitte sowel as ondernemings wat aangegaan is, bereik word. Die onderwyser moet dus lewenslange leer onafhanklik toepas. Ontvanklikheid vir inligting en om herhaaldelik terugvoer te verskaf, is belangrik. Die onderwyser luister na alle oplossings en verwerk alle inligting en gee daarna die positiewe terugvoer (Wichelt & Kearney, 2009).

Een van die grootste uitdagings in die klaskamer is om die leerders gemotiveerd en betrokke in die klassituasie te kry en te hou. In baie gevalle kom leerders met agterstande in 'n nuwe graadgroep aan. Die leerders word gedemotiveer aangesien hulle nie sukses in Wiskundige Geletterdheid behaal nie. 'n Metode om die leerders in hulself te laat glo, is om toepaslike vrae te vra om die probleem op te los. Die onderwyser behoort 'n goeie motiveerder te wees en sodoende behoort alle leerders te glo dat Wiskundige Geletterdheid binne elkeen se bereik is. Hoe om die groeplede te motiveer om lateraal te dink, kan gedoen word deur verskeie scenario's te skep (Kentucky Department of Education, 2019).

### **2.12.2.9 Bevordering van leerders se begrip**

Die onderwyser moet leerders help om hul begrip van 'n probleem te verbeter. Dit is 'n drie-dimensionele saak: (1) soek inligting, (2) skep beweging in die proses vanaf die inligting na besluitneming, en (3) laat die leerders na oplossings soek. Onthou die einddoel is nie die antwoord self nie, maar wel die proses wat gevolg is om die oplossing te verkry (Deek et al., 1999).

In die rol van prosesleier moet die onderwyser besluit wanneer om vir ondersteuning in te tree, watter onderwysmedia vir die spesifieke aktiwiteit geskik is en hoe om op te tree teenoor 'n klas (Facilitation Basics, ASTD Press, May 2007).

## **2.13 SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKING**

Leerders se Wiskundige Geletterdheidprestasie word as die inleiding tot Hoofstuk 2 gebruik om aan te toon dat Suid-Afrika midde in 'n krisis van swak prestasie is. Die uitslae van 1995 tot 2015 vertoon swak en verskeie redes vir die swak prestasie kan aangevoer word (Du Plessis, 2017). Daar word dus na oplossings gesoek en hierdie hoofstuk neem een sodanige strategie onder die loep. Die kritiese vereistes vir die sukses van die probleemoplossingsbenadering is bestudeer. Die vernaamste vereiste in die fasilitering van die probleemoplossingsbenadering is die onderwyser in die klassituasie (Murray et al., 1998). Die hoofstuk analiseer die eienskappe, kwaliteite en bevoegdhede van die onderwyser in terme van 'n probleemoplossingsbenadering.

Allen Schoenfeld wat die probleemoplossingsbenadering ontwikkel het, word as rolmodel in die hoofstuk voorgehou. Probleemoplossingsbenadering in die fasilitering van Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid word volledige bespreek.

In Hoofstuk 3 kom die navorsingsmetodologie wat in die studie gevolg is, aan die orde.

## HOOFSTUK 3

### NAVORSINGSONTWERP

#### 3.1 Inleiding

Die hoofstuk gee 'n uiteensetting van die navorsingsmetologie en gee daarmee saam 'n duidelike omskrywing van die studie se navorsingsontwerp.

Ten einde my navorsingsvraag (Watter **effek** kan die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in die onderrig van Wiskundige Geletterdheid op leerders se resultate hê?) te beantwoord, het ek op 'n aangepaste aksienavorsingsontwerp besluit.

Aangesien aksienavorsing op verbetering geskoei is en die Wiskundige Geletterdheidprestasies veel te wense oorlaat is die fokus van my studie spesifiek om te bepaal of 'n probleemoplossingsbenadering die vakkennis (leerinhoud), vaardighede en die gesindheid van die leerders sal verbeter ten opsigte van Wiskundige Geletterdheid al dan nie. Daar word ook baie aandag gegee aan die ontwikkeling van die onderwyseres. Een van die doelwitte van aksienavorsing, wat op hierdie studie van toepassing is, is om met die leerders binne die skool te werk sodat hulle sowel as die onderwyseres ontwikkel op hul verskeie gebiede. Die onderwyseres moet professioneel ontwikkel en die leerders se prestasies moet verbeter word. Die verbetering kan ook meebring dat daar sosiale verbetering in die gemeenskap plaasvind (Wilson, 2000).

In hierdie hoofstuk stip ek kortliks aan waarom op 'n aksienavorsingsontwerp besluit is en hoe die ontwerp in die studie geïmplementeer is. Ek sal derhalwe aantoon hoe van kwalitatiewe sowel as kwantitatiewe data-insamelingsmetodes gebruik gemaak is; en die sentrale rol wat self-refleksie, veldnotas en waarneming in die data insamelingsproses gespeel het. Ek sal ook aantoon hoe die data geanaliseer is. Die hoofstuk bied ook 'n oorsig van die stappe wat geneem is om geldigheid en betroubaarheid te verseker en hoe etiese oorwegings in die studie in ag geneem is.

Die doel van hierdie hoofstuk is om hierdie prosesse, beginsels en prosedures te bespreek (Breytenbach, 2002) wat in Hoofstuk 2 uiteengesit is en wat later in Hoofstuk 4 ontsluit.

### **3.2 Aksienavorsing**

Aksienavorsing 'n kragtige dryfveer om verandering en vooruitgang teweeg te bring (Cohen, Manion & Morrison, 2007). O'Brien (2001) stel dat Lewin beskou word as die vader van aksienavorsing alhoewel Eric Trist ook 'n bydrae in die veld gemaak het (O'Brien, 2001). Die hoofdoel van aksienavorsing volgens Lewin was ook om die minderbevoorregtes se lewens te verbeter op die gebied van behuising, werksgeleentheid, vooroordeling, sosialisering met ander en opleiding. Aksienavorsing kan by enige moontlike agtergrond waar mense, take en prosedures betrokke is en waar daar soeke na oplossings is, gebruik word. Die oplossings behels dus verandering na beter vooruitsigte in die uitkomst (Cohen et al., 2007). Volgens Cohen kan van aksienavorsing gebruik gemaak word waar een onderwyser(es) of van 'n groep onderwysers saam met die navorser werk. Aksienavorsing (Cohen et al., 2007) kan in 'n groot area gebruik word soos byvoorbeeld: onderrigmetodes waar daar behoefte is om tradisionele onderrig te vervang met, in my studie, die probleemoplossingsbenadering; leerstrategieë waar dit op ander leerareas ook gebruik kan word dus integrasie; waarde-oordelend prosedures waar daar gepoog word om die aaneenlopende selfassessering te verbeter; gesindhede en waardes ten opsigte van werksetiek, werksverrigting, asook waardesisteme van die leerders te verbeter om hul plek in die realistiese wêreld te kan volstaan; onophoudelike professionele ontwikkeling van onderwysers wat verbetering van hul onderrigvaardighede, aanleer van nuwe metodiek, analiseringsvermoë te verbeter, verhoging van selfbewustheid of wakkerheid; bestuursvaardighede dit wil sê die effektiewe hantering van die klaskamer hetsy die opvoeding, karakterontwikkeling van die leerders sowel as vakonderrig as geheel en die verbetering van die administratiewe afdeling van die skool.

Ponte et al. (2004) soos aangehaal deur Ebersöhn, Eloff en Ferreira (2012) stel dit dat aksienavorsing prakties van aard is, dit op verandering ingestel is en 'n sirkelproses is. Verder skryf Ponte ook dat aksienavorsing 'n proses is waar verskeie mense aan kan deel neem, dit is egter belangrik dat die deelnemers positief ingestel is aangesien die proses gebaseer is op die ontwikkeling van kennis.

Aksienavorsing is transformerend, asook ontwikkelend van aard en daarom is die hoofdoel bemagtiging, transformasie en emansipasie van die deelnemers (Creswell, 2006). Tydens leergeleentheid waar die leerders blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering ervaar,

is die verwagting dat die onderwysers professioneel tydens die voorbereiding van die leergeleentede, waarneming van die leergeleentede sowel as van die reaksie van die leerders professioneel sal ontwikkel.

Aksienavorsing is 'n proses wat deur selfkritiek en selfpraktyk aangeleer word en is nie soseer op antwoorde nie, maar wel op ontwikkeling ingestel (McNiff, 2011). Die doel van aksienavorsing is die soeke na oplossings vir 'n bestaande praktiese probleem (Creswell, 2005) in dié studie, vir die swak wiskundige prestasies.

Die doel is om die leerders se Wiskundige Geletterdheidprestasie te verbeter en vir my professioneel te ontwikkel.

Ek het die navorsingsontwerp gekies aangesien aksienavorsing prakties van aard is en ek in die praktyk staan. Vir my is dit meer doeltreffend deurdat ek nou tydens beweging tussen en samewerking met die leerders die geleentheid het om verskeie aspekte van probleemoplossing te beoefen en te evalueer. Tydens elke leergeleentheid kan ek die leerders se begrip, uitkenning en toepassing van die verskillende strategieë, redenasievermoëns, regverdiging vir hul oplossings en hul gevolgtrekkings evalueer. Ek kan dan die ondersteuning wat op daardie spesifieke leergeleentheid van toepassing is, bied. Na die evaluering van die leergeleentede word die intervensieprogramme opgestel en toegepas. Aksienavorsing is die aangewese ontwerp vir my aangesien dit op ontwikkeling en verbetering ingestel is.

O'Brien (2001) bevestig dat aksienavorsing deur Lewin in die veertigerjare gedokumenteer is. Hy het die volgende stappe voorgestel soos saamgevat in Figuur 3.1: identifiseer die probleem; samel relevante data oor die probleem in; organiseer, analiseer en interpreteer die data; ontwikkel verskillende planne om die probleem op te stel; pas die planne toe, evalueer die oplossings; identifiseer nuwe probleme wat mag ontstaan en herhaal die proses. Hierdie stappe korreleer met die vier stappe van Polya (1945) wat ek in die studie gebruik.

McNiff (2011) noem dat sommige navorsers glo dat aksienavorsing gebruik moet word om sosiale verandering mee te bring. Die navorser streef na die verbetering van die sosiale omstandighede van die leerders en nie soseer net na die begrip *sosiale interaksie* nie (McNiff en Whitehead, 2011). Veral in Wiskundige Geletterdheid moet daar 'n impak gemaak word op

die leerders en selfs die onderwysers se vakkennis sodat beter leer- en lewensomstandighede die eindresultaat is (McNiff, 2011).

Daar is drie soorte aksienavorsing wat in die onderwysveld gebruik kan word, naamlik beskrywende navorsing, kwasi-eksperimentele navorsing en gevallestudie.

Daar word van twee van die drie soorte aksienavorsing in hierdie studie gebruik gemaak; eerstens beskrywende navorsing, 'n studie van 'n groep soos byvoorbeeld die leerders in die Wiskundige Geletterdheidsklasse om die oorsaak van die probleem wat die navorser ondersoek, waar te neem, data in te samel en die data daarna te analiseer. Die tweede soort aksienavorsing in die studie is 'n Gevallestudie wat spesifiek op die individu fokus. In dié navorsing gaan dit oor 'n enkele geval, naamlik die navorser self. Die studie is op die oorsake van Wiskundige Geletterdheidsprobleme en die oplossing daarvan ingestel. Daar is geen definitiewe lyn met die navorsing nie. Die navorser gebruik gedeeltelike uitkomst van die proses, herdink en beplan vanaf een punt na 'n ander.

O'Brien (2001) bevestig dat aksienavorsing deur Lewin in die veertigerjare gedokumenteer is. Hy het die volgende stappe voorgestel soos saamgevat in Figuur 3.1:



Figuur 3. 1 Aksienavorsingsiklus (Wilson, 2000).

Met die bestudering van die Figuur 3.1 (Wilson, 2000), kan die toepassing van aksienavorsing in my studie bo alle twyfel waargeneem word. Die eerste stap is die identifisering van die probleem. Dit behels die redes vir die keuse van die onderwerp van die studie.

Die tweede stap is die onderhandeling en die verduideliking aan die ouers sowel as die leerders om hulle as deelnemers aan die studie te betrek.

Die derde stap is die insameling van data wat na die suksesvolle afhandeling van die vorige stappe gedoen word. Die eerste data-insamelingproses aan die begin van 2017, was die onderhoude waarvan klankopnames gemaak is. Die tweede data-insamelingsproses was die toets wat die leerders aan die begin van 2017 geskryf het en die derde data-insameling was die veldnotas wat tydens leergeleenthede gemaak is.

Die vierde stap is die terugvoer aan die leerders en die bestuur oor die uitkomste wat bereik is.

Die vyfde stap is die bespreking van die terugvoer en die keuses van die aksies wat geneem moet word om die probleem op te los.

Die sesde stap was om die voorbereiding vir die toets wat geskryf moes word, te doen. Die toets is volgens die vereistes van die kurrikulum, asook wat van 'n Graad 11-leerder verwag word, opgestel.

Die sewende stap was die toets wat geskryf was en wat ten doel was om die leerders se vakkennis te evalueer. Die leerders is aan ekwivalente aktiwiteite wat hulle tydens klassituasies moes oplos, blootgestel terwyl die onderwyseres aaneenlopend veldnotas tydens leergeleenthede gemaak het.

Die agste stap was die nasien van die toetse om die stand van die leerders se vakkennis te bepaal.

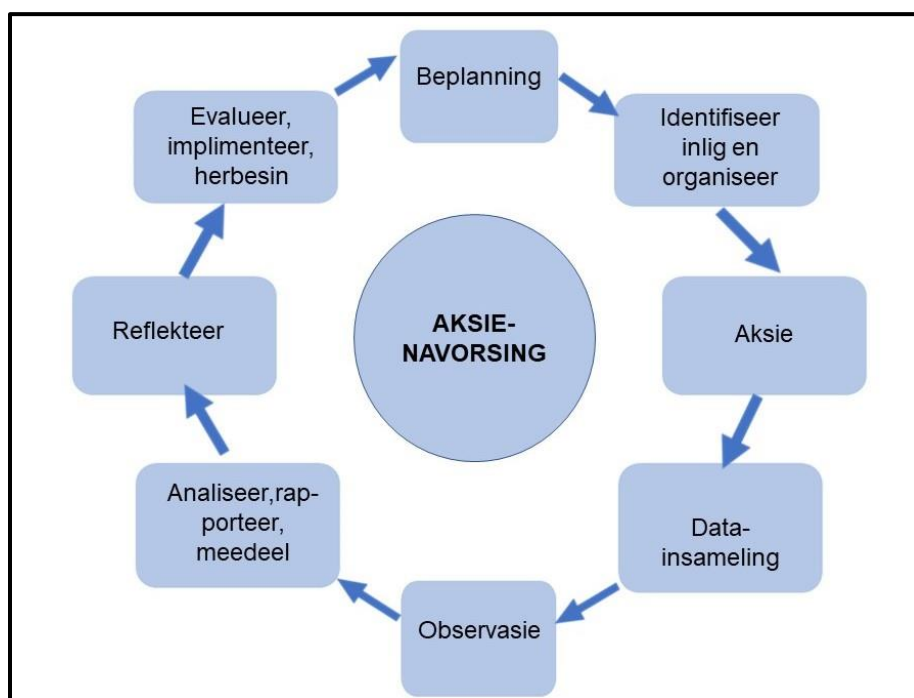
In stap nege is die uitkomste van die klankopnames aan die veldnotas en die uitkomste van die toets gekoppel waarna daar terugvoer aan die deelnemers en die bestuur gegee is.

Die laaste stap, naamlik stap 10 was om te bepaal in watter mate die probleem opgelos is. Indien dit nie opgelos is nie, moes die probleem heridentifiseer en herformuleer word waarna die siklus herhaal (Wilson, 2000).



Polya (1945;1957), het hierdie stappe van Lewin (Smith, 2001) tot vier stappe vir die probleemoplossingsbenadering verfyn: verstaan die probleem; maak 'n plan (beplanning); voer die plan uit; monitering en refleksie (Schoenfeld, 1992). Die vier stappe van Lewin (1946) vorm 'n siklus en werk soos 'n spiraal (Smith, 2001). Die leerders ondersoek die oplossings en kyk na die geldigheid van die besluite, met ander woorde of die probleem met die strategieë wat in die aksieplan voorkom, opgelos kan word. Indien daar geen vordering deur die leerders gemaak word nie, neem die onderwyseres die leiding deur geen antwoorde te gee nie, maar deur toepaslike vrae te vra die leerders begelei om die oplossing te vind.

Die onderstaande Figuur 3.2 verteenwoordig verskeie navorsers se idees ten opsigte van die integrasie van die aksienavorsingsiklus (Kemmis & McTaggart, 2003).



Figuur 3. 2 'n Inleiding tot Aksienavorsing, Stigting vir interaktiewe Ontwerp

Ebersöhn et al. (2012) bespreek hoe die aksienavorsingsiklus toegepas word. Die vier stappe word vervolgens kortliks bespreek.

- **Beplanning**

In 2017 het Graad 12 se slaagsyfer vir Wiskundige Geletterdheid met 20% gedaal (Volmink, 2015). Aangesien dit my vakgebied is, was hierdie uitslae kommerwekkend.

Gevolgtik het ek met die relevante beplanning vir probleemoplossing begin. Die skool en graadgroep was die eerste prioriteit. Ek het eerstens om verlof om die studie aan te pak, aansoek gedoen. Die Departement van Onderwys het via die Hoof-Onderwyskundige: Kring-Koördineerder toestemming verleen dat ek die navorsing by 'n hoërskool in die Noordkaap Provinsie kon doen. Die vorige jaar se Graad 10-groep se slaagsyfer aan die einde van 2016 was 17%. Dit is dié groep in Graad 11 wat my teikengroep in 2017 was.

Ek het 'n brief opgestel (Raadpleeg Addendum 2) sodat ek dit aan die ouers kon voorlê om toestemming te verkry om die leerders as steekproef te gebruik. Die leerders is ten volle oor die redes vir sowel as die prosedures van die navorsing ingelig. Alle vrywillige leerders kon aan die studie deelneem indien hul ouers toestemming sou verleen.

Die nodige persone is geïdentifiseer om te help met die fasilitering en toesighouding by die aflê van die vraelyste, skryf van toets en die aantekene van veldnotas.

Ek het 'n vraelys opgestel om die leerders se gesindheid teenoor die vak Wiskundige Geletterdheid te bepaal. Verskeie ander vrae is opgestel om 'n geheelbeeld van die redes vir die swak uitslae te verkry.

- **Die aksie (implementering)**

Die leerders het die vrae van die vraelys in die onderhoude beantwoord waarvan klankopnames gemaak is, in die teenwoordigheid van 'n assistent om die geldigheid en betroubaarheid te bevestig. Na blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering is die leerders weer aan dieselfde vrae blootgestel om sodoende die leerders se verandering in gesindheid teenoor die vak sowel as die probleemoplossingsbenadering te bepaal al dan nie.

Die leerders het 'n toets met die vereistes vir Graad 10 se eindeksamen geskryf. Alle werk van die kurrikulum vir Graad 10 is gedek. Ek het vier strategieë aan die leerders verskaf en aan hulle verduidelik. Die beperkte aantal strategieë was om die leerders vertrouwd met die konsep *strategie* te maak en om hulle nie te veel uit te daag nie. Dit kon die leerders ontmoedig indien daar te veel inligting aan hulle verskaf is om in 'n kort tyd te absorbeer.

Ek het ekwivalente aktiwiteite opgestel en tydens klassituasies aan die leerders verskaf om die probleme op te los. Terwyl die leerders besig was om die probleme te probeer oplos, het ek waargeneem hulle en is veldnotas van alle aktiwiteite gemaak.

Die assistent wat toesig tydens die onderhoudvoering moes hou om geloofwaardigheid en geldigheid aan die studie te verleen, is genader en haar antwoord was positief. Sy is versoek om ook tydens die aflegging van die toets toesig te hou. Die hoof en personeellede is versoek om my klas enige tyd te besoek sodat daar kontrole oor die hantering van die klassituasies en die dokumentasie van die veldnotas gehou kon word.

- **Waarneming**

Eerstens is die onderhoude d.m.v. klankopnames vasgelê. Tweedens is die toets afgelê en derdens is die ekwivalente aktiwiteite aan die leerders in die klassituasie gegee en dan waargeneem. Ek het aaneenlopend waargeneem terwyl die leerders besig was met die aktiwiteite. Intervensie is aaneenlopend tydens klassituasies gedoen.

Ek het voortdurend tussen die leerders beweeg en tydens die leergeleenthede waargeneem. Ek het die pluspunte en die tekortkominge wat ek tydens die klassituasies waargeneem het, individueel sowel as in groepverband met die leerders bespreek en dit is ook in die veldnotas aangeteken. Die interpretatiewe benadering, dit wil sê hoe die leerders die situasie ervaar en dit verwerk het soos deur Patton (2002) voorgestel, is gebruik. Die verbetering van klaskamerpraktyk was 'n aspek wat die onderwyseres self moes ontwikkel. Die onderwyseres het self die vaardigheid tekorte in die probleemoplossingsbenadering geïdentifiseer.

Die opvolgbesprekings was van so 'n aard dat die onderwyseres introspeksie kon doen en professioneel kon ontwikkel.

- **Refleksie**

Nadat die klankopnames gemaak is, is daar blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering gegee (Ebersöhn et al., 2012). Dieselfde vrae is herhaal na maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering. Die navorser het refleksie is toegepas om te evalueer of die probleemoplossingsbenadering wel die leerders se gesindheid verander het al dan nie.

Die leerders het aan die begin van die jaar 'n toets geskryf om vakkennis te bepaal. Na blootstelling aan die ekwivalente aktiwiteite is daar refleksie gedoen of daar wel 'n verbetering in die leerders se vermoë om probleemoplossing toe te pas, was.

Tydens die verloop van die studie is refleksie wat betrekking op my gehad het, verskeie kere toegepas soos voor die leergeleentheidbeplanning, tydens die leergeleentheid en na die leergeleentheid. Voor die leergeleentheid is bepaal of die aktiwiteit wel die doel sou bereik en of die doelstelling en die doelwitte die kurrikulum se vereistes weerspieël.

Die volgende fase van refleksie was deur te bepaal of daar ontwikkeling by die leerders en die onderwyseres d.m.v. die probleemoplossingsbenadering plaasgevind het. Die voorkennis, vakkennis, vaardighede, onderwyspraktyk in die vak Wiskundige Geletterdheid, dissipline tydens leergeleenthede, en die vermoë om met die leerders te werk, is aangeteken. Deelnemers se insette is in ag geneem sodat hulle deel was en ook deel van die proses gevoel het. Die proses en die prosedures is geëvalueer en daar is na nuwe moontlikhede gekyk. Die pad vorentoe is bespreek. Daar was geen finale uitkomst nie aangesien dit 'n aanlopende proses was.

Die groot nadeel van aksienavorsing in 'n studie is die identifikasie van die sosiale en die onderrigprobleem aangesien die hoofdoel van aksienavorsing juis die oplossing van sosiale probleme met die interaksie van alle rolspelers is. Die identifikasie van die probleem was reeds gedoen en was in die geval van hierdie studie die swak prestasie in Wiskundige Geletterdheid. Daarna is geleenthede geskep waarin alle rolspelers betrek kon word. Indien almal nie betrokke was nie, kon sekere rolspelers uitgesluit voel en die vertrouensverhouding sou skade lei.

Ebersöhn et al. (2012) noem dat 'n gebrekkige vertrouensverhouding tussen die deelnemers en die navorser probleme kan oplewer. Deelnemers se vertroue moes eers gewen word aangesien die leerders insette in aktiwiteite moes lewer.

### **3.3 GEVALLESTUDIE**

'n Gevallestudie is 'n impiriese ondersoek en sorteer onder post-positivisme. Harrison et al. (2017) noem dat Yin (2014:17) 'n gevallestudie as 'n "realistiese benadering ingestel op objektiwiteit" beskryf. Daar is drie soorte strategieë wat in 'n gevallestudie gebruik kan word, naamlik beskrywende, ondersoekende en verklarende strategieë (Yin, 2014). Volgens Bromley

(1990:302) waarmee ek saamstem is “gevalllestudie ’n sistematiese ondersoek na ’n gebeurtenis of ’n stel verwante gebeure wat daarop gemik is om die verskynsel van belangstelling te beskryf en te verklaar”.

Gevalllestudies word oor ’n wye spektrum dissiplines gebruik om die vrae *hoe* en *hoekom* te beantwoord. Dit bied nie slegs een of twee deelnemers se perspektiewe nie, maar wel ’n klomp deelnemers se perspektiewe met nog ’n geweldige voordeel, naamlik die interaksie tussen die deelnemers (Nieuwenhuis, 2012).

Die navorser het ’n gevalllestudie as ontwerp gekies aangesien dit die studie komplementeer deur die ontwikkeling van die onderwysers se beoog word. Daar is volgens Murphy (2012) verskeie eienskappe van gevalllestudies wat algemeen deur navorsers aanvaar word, soos dat ’n gevalllestudie ’n uitstekende kans om kristallisasie toe te pas, bied.

In die onderhewige studie is verskeie navorsingsmetodes aangewend om kredietwaardigheid en geldigheid aan die navorsingsuitkomst te gee (Pietersen & Maree, 2012). Daar is ’n vraelys wat in die onderhoude in die studie gebruik, ’n voorbeeldvraestel gedoen, observering in die klaskamer gedoen sowel as onderhoude met die Graad 11-leerders gevoer wat hierdie eienskap manifesteer. In ’n gevalllestudie word daar op ’n spesifieke geval gekonsentreer – in dié geval op die onderwysers wat die klasse aangebied het, en nie op verskeie gevalle nie.

Die data is nie gemanipuleer nie, maar is op die waarheid baseer aangesien die analise van die data ten opsigte van die werklikheid in die klassituasie analiseer is. ’n Verteenwoordigende hoeveelheid data is gebruik.

Murphy (2012) noem dat nog ’n eienskap van ’n gevalllestudie die vooropstelling van die leerders se alledaagse ervaring is; dit is menslik ingestel. Die leerders is gedurende klassituasies ure lank besig om die klassituasie met hul alledaagse leefwêreld buite die klaskamer te wissel. Refleksie word oor enkele kwessies, in dié geval die probleemoplossingsbenadering, gedoen. Verskeie eienskappe van ’n gevalllestudie word volgens Murphy (2012) algemeen deur navorsers aanvaar; hierdie eienskappe kom vervolgens aan die bod.

Een van die bates van ’n gevalllestudie is die verskillende onderwysmedia en tegnieke wat vir data-insameling gebruik word. Die data-insameling is meestal kwalitatief van aard, maar sluit ook kwantitatiewe data-insameling in. Die meeste van die tyd word van vraelyste, onderhoude,

dokumentasie en waarneming gebruik gemaak (Yin, 1994). Wanneer van 'n gevallestudie gebruik gemaak word, moet die navorser 'n spesifieke onderwerp (tema), asook vakgebied wat relevant en betekenisvol is, kies. Dié vakgebied was die probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid aangesien die slaagpersentasie in dié vak so geweldig gedaal het en ingryping onmiddellik vereis is. In hierdie gevallestudie neem ek waar en neem aan die ervarings van die leerders deel, maar staan dan later terug en evalueer die vordering en teken dit in die veldnotas aan.

Ek het op sekere aspekte waarmee die leerders besig was, gefokus en waargeneem hoe sekere groepe die situasies hanteer het. Indien die leerders nie oplossings kon vind nie, is ondersteuning gebied.

Gevallestudie is vir hierdie studie gebruik omrede teorie en praktyk nader aan mekaar te bring en daardeur die onderwyseres meer bemagtig. As gevolg van die probleemoplossingsbenadering wat die gevallestudie navolg, laat dit ook ingeligte refleksie toe (Murphy, 2012).

Gevallestudie word as 'n tipe etnografiese navorsing gebruik (Murphy, 2012) waar die navorsing binne 'n bepaalde kultuurgroep, soos byvoorbeeld 'n skool en 'n spesifieke klaskamer, naamlik die Wiskundige Geletterdheidsklas, plaasvind. Die opvallende kenmerk van Gevallestudie is dat van verskillende data-insamelingstegnieke en -analiseringsstegnieke gebruik gemaak word (Yin, 2014) wat by die verkose studie pas. Gevallestudie maak op baie historiese tegnieke staat, maar het ook nog twee tegnieke by, naamlik observering en sistematiese onderhoude. Die sterkte of krag van gevallestudie is dat dit van verskillende soorte data, soos dokumentasie, onderhoude, waarneming en vraelyste sin maak (Yin, 2014).

Ek het die studie by die skool onderneem. Die tydaspek sowel as die finansiële effek van die navorsing het dus geen negatiewe effek op die navorsing gehad nie. Die groot bate, maar ook uitdaging van die studie was dat ek die sosio-ekonomiese omstandighede sowel as ander beperkinge, soos die kognitiewe vermoëns van die leerders geken het. Dit kon bevooroordeelings veroorsaak het en daarom was ek voorbereid om hierdie uitdaging met groot omsigtigheid te hanteer.

Aanvanklik is die Gevallestudie as 'n minderwaardige navorsingsmetode deur kwantitatiewe navorsers beskou. Die rede was dat daar geen getalle betrokke is nie, geen wetenskaplike

eksperimente wat gemonitor word nie, asook dat dit mens-georiënteerd is (Murphy 2012); navorsers werk nie noukeurig met die opname van data nie, die gevolgtrekkings of uitkomst is dikwels bevooroordeel en die rapportering van data is nie geregverdig nie. Die navorsers maak in sommige gevalle hul eie gevolgtrekkings (Yin, 2014). Die ander bekommernisse is dat een geval nie tot veralgemening kan lei nie en dat dit tydrowend is (Yin, 2014).

Dit was nie altyd maklik om gevallestudiemetodologie in hierdie studie te gebruik nie. Daar was verskeie uitdagings, soos die data wat gereeld en deurlopend ingesamel moes word sonder dat ek verseker kon weet of die onderwysbenadering die gewenste resultate sou lewer. Die volgende uitdaging was die massa data wat gegenerer is waaruit sin gemaak moes word aangesien daar van veldnotas, klankopnames, 'n vraelys sowel as 'n toets gebruik gemaak is.

In 'n gevallestudie word daar op 'n spesifieke geval gekonsentreer wat afgegrens moet word a *bounded system* aldus Yin (Harrison, Birks, Franklin, Mills, (2017). In hierdie studie is die geval as die Wiskundige Geletterdheidsonderwyseres en die Graad 11-klas gedefinieer. Die moontlikheid dat daar nie definitiewe uitkomst bereik sou word nie, het bestaan. Die mening van verskeie persone is in aanmerking geneem; daarom was dit verkieslik om 'n verteenwoordigende reeks data te gebruik (Murphy, 2012). Wanneer na die kenmerke van 'n gevallestudie gekyk word, is dit duidelik dat dit wel in die onderhewige studie toegepas is.

Ek het die klas waargeneem en die leerders aan die probleemoplossingsbenadering blootgestel. Die aktiwiteite is deur my volgens die kurrikulum opgestel sodat alle leerders aan die realisties-georiënteerde aktiwiteite blootgestel kon word. Tydens klassituasies is die leerders deur ondersteunende vrae begelei om tot oplossings te kom.

Die volgende aspek, naamlik die bewyse, moes ook aangespreek word. Met die beplanning van die studie moet daar deurentyd in gedagte gehou word dat die data later vir die verifikasie van die studie aangewend word. Pragmatisme het as paradigma primêr in die studie gestaan. Aangesien die studie op die werklikheid of realiteit baseer is, met ander woorde die leerders se reaksie op die onderhoude sowel as die werklike weergawe van die toetse, het pragmatisme sterk figureer (Rorty, 2007).

Die volgende metodes van data-insameling kom gewoonlik voor: gestruktureerde onderhoude of vraelyste / waarneming van geleenthede (leergeleentheid-aanbieding), informele gesprekke met die deelnemers / soeke na relevante dokumentasie, verskillende ervarings van die

deelnemers en hoe dit ervaar word en alle samesprekings van probleemoplossing wat tot die verstaan van die onbekende lei. Die meerderheid van bogenoemde metodes is in die studie gebruik.

Die volgende oorweging moet volgens Murphy (2012) met die insameling van data in gedagte gehou word: data moet aaneenlopend wees en geprioritiseer word; die ondersoek en bevraagtekening van data moet aaneenlopend gedoen word. Voordat die data as bewyse gebruik word, moet dit eers ondersoek word of dit wel van belang vir die navorsingstudie is; daar moet doodseker gemaak word van watter data gebruik gemaak moet word en watter data oorbodig is.

Die veldnotas moet gedurig bygehou word sodat die navorser dit gereeld kan analiseer (Murphy, 2012). Die rol van die navorser is essensieël, veral as die Gevallestudie op die navorser self van toepassing is. Ek as onderwyseres moes baie naby aan die aksie staan; daar moes genoegsame toegang tot die data wees, maar daar moet daarteen gewaak word dat die verhouding tussen die deelnemers en die navorser eties-korrek bly.

Al die bogenoemde oorwegings en vereistes is tydens die studie toegepas. My persepsies, gevoelens en sensitiwiteit is aangeteken sodat die gebeure tydens leergeleenthede vir my kon evalueer (Murphy, 2012). Ek het gedurende die klassituasie heeltyd waargeneem en aan die ervarings van die leerders deelgeneem, maar dan later teruggestaan en die proses evalueer (Murphy, 2012). Ek het op sekere aspekte gekonsentreer en waargeneem terwyl die leerders besig was en het waargeneem hoe sekere groepe die situasies hanteer terwyl die verskillende perspektiewe van die leerders tydens groepwerk toegepas is. Gevallestudies bevestig aan ander deelnemers dat hulle nie alleen met kwessies worstel nie, maar wel met dieselfde moeilike situasies omgaan (Murphy, 2012).

### **3.4 NAVORSINGSMETODOLOGIE**

In hierdie studie is van 'n kombinasie data-insamelingsmetodes gebruik gemaak. Dit is in lyn met Johannson (2003) wat aantoon dat tweede-generasie gevallestudie-leergeleenthede deur die gebruikmaking van kwalitatiewe en kwantitatiewe metodes van data-insameling gekenmerk word (Harrison, Birks, Franklin, & Mills, 2017). Beide kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes is gebruik om basislyninligting te bekom oor leerders se voorkennis; dieselfde strategie is



gebruik om vas te stel of die intervensie suksesvol was. Tydens intervensie is van waarneming, veldaantekeninge en refleksie gebruik gemaak. Vervolgens word elk van hierdie metodologiese elemente bespreek.

### **3.4.1 Kwantitatiewe data-insameling**

Pratt (2006) stel dit dat in die kwantitatiewe metode alle data wat getalle bevat, gebruik word om uitkomst grafies voor te stel. In hierdie studie het data-insameling geskied deur die Wiskunde-vaardigheidstoets wat die leerders geskryf het. Dit is die kwantitatiewe data wat ingesamel is en word gekenmerk deur inligting te verkry deur geslote vrae te vra, soos byvoorbeeld in my geval 'n vraestel met vrae wat uit die Graad 10-kurrikulum gevra word.

Ek het die leerders aan die begin van die jaar aan Wiskundige Geletterdheid getalprobleme wat daarop gerig was om voorkennis te evalueer, blootgestel. Hierdie voorkennis sou op die tradisionele manier van Wiskunde-onderrig, t.w. die herhaalde uitwerk van vakprobleme aan die hand van 'n gegewe voorbeeld, gebaseer wees. Leerders het geen vooraf blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering gehad nie. Die doel van hierdie voorkennistoets was om te bepaal of die leerders probleemoplossings-vaardighede in die oplossing van die probleme toepas. Nadat die toets nagesien en deur 'n onpartydige persoon, naamlik die skoolhoof gemodereer is, is die punte neergeskryf. Dit was die vertrekpunt van die studie. Die puntelyste van die leerders was deel van die kwantitatiewe deel van die studie.

Daar het 84 deelnemers aan die navorsing, wat oor ses maande gestrek het, deelgeneem. Daar is in elke leergeleentheid na toepaslike oplossings vir bepaalde Wiskundige Geletterdheidsprobleme gesoek wat daarop gerig was om spesifieke Wiskundige Geletterdheidskonsepte en berekeningsvaardighede vas te lê. Die leerders is vir sowat ses maande aan die probleemoplossingsbenadering blootgestel. Tydens die ses maande is daar deurlopend op hoe hulle die probleemoplossing hanteer het, gefokus. Die klasgroepprestasies van die Graad 11-leerders ( $n = 84$ ) (Januarie 2017 - Junie 2017) is gemonitor. Die resultate is grafies voorgestel, geanaliseer en geïnterpreteer. 'n Moontlike verandering in prestasie deur die evaluering van die leerders se gebruik van verskillende probleemoplossing-strategieë is bepaal.

Die twee sub-navorsingsvrae se uitkomst is met die analitiese skaal van Szetela en Nicol (1992:) geëvalueer, naamlik: 1) Watter probleemoplossingsvaardighede het die leerders ná blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering aangeleer? En 2) In watter mate bestaan daar 'n verband tussen die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid en die leerderprestasie in die vak oor die tydperk waarin die probleemoplossingsbenadering toegepas is? (kyk Hoofstuk 4).

### **3.4.2 Kwalitatiewe data-insameling**

Verskeie metodes kan gebruik word om kwalitatiewe data in te samel. In hierdie studie is van onderhoude, waarneming en veldnotas gebruik gemaak. Elk van die insamelingsmetodes word vervolgens toegelig.

#### **3.4.2.1 Onderhoude**

'n Onderhoud is 'n tweerigtinggesprek waarin die navorser sekere vrae vra en die deelnemer die vrae beantwoord. Die doel is om die deelnemers se idees, geloof, insigte, opinies en optredes te probeer verstaan (Nieuwenhuis, 2012). Nog 'n doel van onderhoude is om ryk beskrywende data in te samel sodat leerders se vakkennis, asook hul sosiale omstandighede en hul sosiale realiteite verstaan kan word. Indien leerders se vertrouwe gewen is, en hul positief teenoor die onderwerp is, is daar geen beter manier waarop die navorser data ingesamel sal kry nie (Nieuwenhuis, 2012).

Drie soorte onderhoude word in die literatuur beskryf:

1) Die eerste tipe onderhoud is die oop onderhoud; daar word verskeie onderhoude met die individu aan die hand van geen voorafopgestelde onderhoudskedule gevoer. Die navorser konsentreer spesifiek op die deelnemers se persepsies en ervaring van 'n bepaalde onderwerp (Nieuwenhuis, 2012).

2) Die tweede tipe onderhoud is die semi-gestruktureerde onderhoud. Dit behels data-insameling aan die hand van voorafbepaalde vrae. Die tegniek verg baie keer dat daar aan die deelnemers agtereenvolgende vrae gevra word waarop hulle moet reageer. Deelnemers bied oplossings en hul oplossings ondersteun hul persepsie (Nieuwenhuis, 2012). Vir die doel van

my studie het ek van semi-gestruktureerde onderhoude gebruik gemaak wat op band opgeneem is.

3) Die derde tipe onderhoud is gestruktureerde onderhoude. Die vrae vir hierdie tipe onderhoud word vooraf beplan (Nieuwenhuis, 2012).

In hierdie studie is daar van die semi-gestruktureerde onderhoude gebruik gemaak. Daar is twee keer met dieselfde leerders onderhoude gevoer – aan die begin van die studie, in Januarie 2017, en aan die einde van die data-insameling in Junie 2017. Dieselfde vrae is in beide onderhoude aan hulle gestel. Die vrae wat tydens onderhoude gevra is, het die leerders se gesindheid teenoor die vak Wiskundige Geletterdheid sowel as die kennis en vaardighede van die probleemoplossingsbenadering ondersoek. Die onderhoude (vraelys) wat op band vasgelê is en wat in hierdie studie gebruik is, was semi-gestruktureerd waarna die uitkomstegrafies voorgestel is. Hierdie tegniek is gebruik om vaagheid en die onbewuste wegbeweeg van die doel van die navorsing te vermy en diepte, geldigheid en duidelikheid te verkry deur toepaslike vrae aan die deelnemers te vra, byvoorbeeld, *Wat bedoel jy met daardie stelling wat jy maak?*

Graad 11-leerders is vir die studie gebruik. Daar is van manlike sowel as vroulike leerders gebruik gemaak, aangesien dit 'n gemengde skool was. Die leerders was van 'n voorheen-benadeelde hoërskool waar ek in diens is. Die ekonomiese sowel as die sosiale klimaat in die gemeenskap was nie gunstig nie en die leerders se prestasie meestal nie na wense nie.

Vyftien leerders is ewekansig getrek ( $84 \div 15$ ); dit wil sê onderhoude is met elke sesde leerder van die Graad 11-klas gevoer waartydens klankopnames gemaak is. Daar is ook onderhoude met individuele leerders, met leerders in klein groepe van vier tot vyf leerders, en met 'n groter, geselekteerde groep leerders gevoer. Die leerders se gesindhede, belangstelling, vakkennis, probleemoplossings-strategieë, kontrole en refleksietegnieke is bepaal (Schoenfeld, 1985:15). Tydens die onderhoude het ek my eie notas geneem. Die vraelyste is baie volledig beantwoord aangesien ek die vrae gestel het en klankopnames daarvan gemaak het.

Aanvanklik was die leerders onwillig om aan die klankopnames deel te neem, maar met die versekering deur die navorser dat die opnames individueel gedoen sou word met slegs 'n onafhanklike persoon om toesig te hou om die studie se kredietwaardigheid te bevestig, het die leerders dit baie eerlik en vol selfvertroue beantwoord.

Ek staan in 'n magsoopstelling teenoor die leerders, aangesien ek die vakonderwyser is, wat wel onsekerhede kon veroorsaak aangesien ek bevooroordeel teenoor sommige leerders kon wees of die leerders kon bevrees wees en die antwoorde gee wat ek van hul verwag het. Ek het baie sensitief, maar met opregtheid die leerders oortuig dat daar geen bevooroordeel sou wees nie aangesien die studie onderneem is om hulle te help sodat hul prestasie in Wiskundige Geletterdheid kon verbeter. Indien daar bevooroordeel was, sou die studie misluk. Leerders het goed saamgewerk. Die onderhoud is individueel gevoer. Die leerders kon dus die vrae beantwoord en daarop uitbrei.

Bo en behalwe die individuele onderhoud is daar ook onderhoud met 'n groep van tien leerders wat ewekansig getrek is, gevoer. Die onderhoud met die geselekteerde groep leerders is gedurende pouse en na skool gedoen. Ek het besluit om die onderhoud met hierdie leerders te voer omdat die leerders se gesindheid teenoor die vak, hul vaardighede en vakkennis vasgestel moes word.

Vervolgens is onderhoud met leerders in klasverband gevoer. Die leerders se gesindhede, belangstelling, vakkennis, benaderings, kontrole- en refleksievaardighede sowel as hul sensitiwiteit vir kritiek is daardeur bepaal (Schoenfeld,1985). Die onderhoud met die groter groep is in klasverband gehou en is gebruik om vaagheid en die onbewuste wegbeweeg van die doel van die navorsing te vermy en diepte, geldigheid en duidelikheid te verkry deur toepaslike vrae aan die deelnemers te vra. Voorbeeld: *Wat bedoel jy met daardie stelling wat jy maak?* Berger meld, " Sosiale lewe is kompleks in sy reeks en veranderlikheid en bedryf op verskillende vlakke" (Berger, 1966:34).

Bogenoemde prosedure is in Januarie 2017, aan die begin van die akademiese jaar uitgevoer, en by 'n latere geleentheid voor die eksamen in Julie 2017, herhaal.

Die onderhoud wat met die leerders gevoer is, was gegrond op die vertrouensverhouding tussen my en die leerders wat alreeds opgebou was wat simpatie, opregtheid, onbevooroordeelheid en 'n gewilligheid om te luister, insluit. Daar moet in ag geneem word dat daar moontlike uitkomst was wat die onderhoud negatief kon beïnvloed. Daar is eers verkennende vrae aan die vrywillige deelnemers gevra om hulle op hul gemak te stel en daarna, tydens die onderhoud, is die temas in groter diepte verken sodat die deelnemers insette kon lewer.

Ek het 'n vraelys met 11 vrae opgestel wat aan die leerders individueel, in kleingroepverband (10 lede per groep) sowel as klasverband (84 leerders) gevra is nadat die nodige toestemming van alle betrokke partye, die Departement Van Onderwys Noordkaap, die skoolhoof, ouers van leerders en die leerders self, verkry is. Die leerders se sensitiwiteit vir kritiek (Vrae 1, 2, 6), gesindheid (Vrae 3, 4, 5), onderwysmedia (Vraag 9), leerstrategieë (Vraag 8) en kontrolevaardighede en refleksie (Vrae 10 en 11) is ondersoek.

Die vrae was op die leerders se kognitiewe vlak en is vinnig afgehandel sonder om werklik diep oor die vrae na te dink. Daarom het ek vraelyste en onderhoude (bandopnames) gebruik sodat die leerders eerlik kon antwoord; op dié wyse is die uitkomst gemonitor.

Die leerders het eerlik geantwoord. Met hul toestemming het 'n gemeenskapslid wat goed aan hulle bekend was, ingesit. Sy was onbetrokke by die onderhoud, maar het na die eerlikheid en opregtheid in die antwoordverskaffing van die leerders gekyk.

### **3.4.2.2 Waarneming**

Waarneming word as die aaneenlopende waarneming van die deelnemers sonder om enige vrae te vra of sonder enige kommunikasie tussen die navorser en die deelnemers beskou. Dit is daaglik gedoen en het staat op die sintuie soos wat die leerder sien, hoor, aanraak, reuk en proe, asook intuïsie gemaak (Nieuwenhuis, 2012). Die doel van die waarneming in die studie was om beter begrip van die leerders te verkry. Die grootste uitdaging van waarneming is dat die navorser subjektief en bevooroordeeld kan wees. Die navorser moet dus versigtig sowel as sensitief vir hierdie uitdaging wees (Nieuwenhuis, 2012).

Nieuwenhuis noem dat daar vier soorte waarneming is, maar in hierdie studie is daar net van twee van die vier soorte gebruik gemaak aangesien dit my studie komplimenteer, naamlik:

- Deelnemende waarneemer: Hierdie soort waarneming is tipies in aksienavorsing. Die waarnemer is deel van die navorsingproses en werk saam met die deelnemers. Die waarnemer is deel van die situasie wat waargeneem word, naamlik die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering tydens klassituasies.
- Volkome deelnemer: Die navorser is so direk as deelnemer betrokke dat die res van die deelnemers nie agterkom dat die persoon ook waarneem nie. Hierdie

soort observering skep etiese probleme aangesien daar geen toestemming van die ander deelnemers verkry word om die waarneming te doen nie (Nieuwenhuis, 2012).

In die studie het ek as deelnemende waarnemer opgetree aangesien ek deel van die navorsingsprojek was en saam met die deelnemers gewerk het.

Die uitdaging was dat ek sonder vooroordeel moes waarneem. Ek is werksaam by die skool waar die navorsing gedoen is. Die hoof sowel as die vakhoof en ander personeellede gemoeid met Wiskundige Geletterdheid het enige tyd die klas betree. Daar was ook 'n persoon wat gereeld by die eindeksamen toesig gehou het; sy het soms deel van die klassituasie geword.

Die belangrikste aspek van klankopnames wat die navorser in die studie gebruik het, is die notering van die data. Daar is drie maniere om data te noteer: verhalende aantekeninge wat uit kort aantekeninge oor die aksies wat die navorser waarneem, bestaan. Dit kan slegs woorde wees wat neergekryf word. Die volgende noteringstegniek is lopende aantekeninge wat meer volledig van aard is, en meer op die situasie en op die inhoud wat waargeneem word, fokus. Die laaste noteringstegniek is gestruktureerde waarneming waar daar voor die tyd besluit word waarop gekonsentreer gaan word. In die onderhewige studie is van al drie noteringstegnieke gebruik gemaak (Nieuwenhuis, 2012). Ek het meestal kort verhalende aantekeninge, slegs woorde en laastens lopende aantekeninge wat baie ingestel is op die inhoud wat waargeneem word, aangewend.

In die notering van my waarneming moet die beskrywende detail wat waargeneem is, opgeteken word, asook die navorser se eie denke en menings (Nieuwenhuis, 2012). Hierdie observering het tydens elke klassituasie plaasgevind.

Kwantitatiewe puriste verwag dat sosiale waarneming as 'n entiteit beskou moet word, asook dat die navorser los van die onderwerp waaroor hy navorsing doen, moet staan en dus heeltemal onbevooroordeeld behoort te wees (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Hierdie navorsers verkies tradisionele retoriese neutraliteit met 'n formele skryfstyl wat van onpersoonlike passiewe uitdrukking en tegniese terminologie gebruik maak, waar die belangrikste fokus die beskrywing en instel van sosiale wette is (Tashakkori & Teddlie, 1998).

Ek het die puriste in gedagte gehou, maar meer soos die aksienavorsingsontwerp van die navorser verwag, opgetree.

Die notas wat ek geneem het, was van groot nut in die studie. Alle inligting het tot die bepaling of die probleemoplossingsbenadering wel vrugte afgewerp het al dan nie, bygedra.

### **3.4.2.3 Veldnotas**

Cohen et al. (2007) beskryf veldnotas as die notas wat neergeskryf word tydens die uitvoering van 'n navorsingstudie. Die veldnotas is aaneenlopend tydens klassituasies aangeteken. Die notas is opgeteken sodat die navorser die gedragspatrone, aktiwiteite en gebeure kon onthou. Veldnotas is veronderstel om die navorser te help om die kultuur, sosiale situasie, asook die studie self te verstaan

Veldnotas bestaan uit twee dele, naamlik beskrywende inligting en kommunikasie. Beskrywende inligting wat impliseer dat die feitelike data so akkuraat as moontlik opgeteken moet word, soos byvoorbeeld die datum, die aksies van deelnemers, die reaksie van deelnemers. Die ander deel is kommunikasie van alle gesprekke wat tydens klassituasies gevoer is, behels. Albei dele is in die studie gedoen. Daar is ook van reflektiewe inligting, dit wil sê daar word weer na reeds verworwe inligting gekyk, en daarvan gebruik gemaak wat impliseer dat al die idees, vrae en bekommernisse wat die navorser tydens die klassituasie ervaar het, opgeteken is (Cohen et al., 2007).

Ek het die veldnotas elke dag volledig en so gou as moontlik na die klassituasies opgeteken aangesien die waarde en effektiwiteit na 'n te lang tyd verlore kan gaan deur van die nodige inligting te vergeet (Cohen et al., 2007). Die datum, die aksies van deelnemers, die reaksie van deelnemers en alle kommunikasie wat alle gesprekke tydens klassituasies insluit, is genoteer.

Daar is belangrike eienskappe van veldnotas wat wel in die studie van toepassing is. Die notas moet akkuraat, georganiseerd, beskrywend, op die navorsingsvraag ingestel wees en alle gedagtes wat daar tydens 'n klassituasie ontstaan, moet aangeteken word (Cohen et al., 2007).

Wanneer oor die veldnotas in die beskrywende veldnotas besin word, moet die volgende elemente in gedagte gehou word, naamlik sosiale omgewing, die deelnemers, alle detail, en enige effek wat die navorser op die situasie gehad het.

Wanneer die navorser van reflektiewe inhoud, dit wil sê die reeds verworwe inhoud, gebruik maak, moet die volgende in gedagte gehou word: alle idees, gedagtes en kritiek, alle onbeantwoorde vrae en alle bekommernisse tydens die klassituasie. Korrigeer die foute en misverstande tydens leergeleenthede en noteer alle gedagtes wat vorentoe gebruik kan word terwyl jy waarneem (Cohen et al., 2007).

Ek het die reflektiewe manier van veldnotas in die studie gebruik. Dit impliseer dat ek elke keer terugkyk na vorige notas en dit vergelyk. Notas is tydens die onderhoude en die waarneming tydens klassituasie gemaak. Dié notas is gebruik om die spogpraktyk, dus die beste praktyke van die onderwyseres, met die uitkomst van die leerders te vergelyk.

Tydens die waarneming het ek gepoog om data in te win oor leerders se insig, redenasievermoë, die toepassing van die strategieë en die samewerking van leerders deur my waarneming in 'n notaboek aan te teken wat later by die data-analise gebruik kon word. In die neem van aantekeninge het ek van die lopende aantekeninge-opsie gebruik gemaak. Daar is volledige aantekeninge van die belewenisse in die klassituasie tydens die probleemoplossingsbenadering gemaak. Alle strategieë wat die leerders probeer het, is genoteer en alle interessante menings van leerders is aangeteken. Die spesifieke foute wat leerders gemaak het, is eers aangespreek en daarna aangeteken. Alle ondersteuning is ook opgeteken. Nadat al die observering plaasgevind het, het die navorser die optrede van die leerders tydens die klassituasies met hul respons op die vraelys vergelyk.

### **3.5 REFLEKSIE**

Die ideaal is dat goeie onderwysers altyd sal oordink, reflekteer en analiseer (Minott, 2008). Refleksie is 'n waardevolle verstandelike praktyk in die navorsingsveld wat meestal in kwalitatiewe navorsing gebruik word (Mortani, 2015). Die doel van refleksie in navorsing is om navorsingsprosesse se egtheid en geldigheid te bevestig. Dit is nie slegs van toepassing op die praktiese sy van die navorsing nie, maar daar moet ook op die verstandelike sowel as geestelike ervaring tydens die navorsing gefokus word wat die betekenis van die navorsing bepaal (Mortani, 2015).

Nadat Valli (1997) 'n aantal onderwysers aan opvoedkundige programme blootgestel het, het hy tot die gevolgtrekking gekom dat daar vyf soorte refleksie bestaan, naamlik tegniese



refleksie, refleksie tydens aksie en refleksie op die aksie, doelbewuste refleksie, persoonlike refleksie en kritiese refleksie. Minott (2008) fokus op die inhoud van refleksie sowel as die kwaliteit daarvan.

Die verskeie soorte refleksie word vervolgens kortliks bespreek en dié wat ek in die studie gebruik het, uitgelig.

### **3.5.1 Tegniese refleksie**

Tegniese refleksie is deurentyd in die studie gebruik; dit behels dat ek gedurig my eie onderrig evalueer. In my geval word refleksie beskou as 'n bewys dat daar aan my eie onderrigleerpraktyk gedink word. Voordat elke leergeleentheid in die klas geïmplementeer is, het ek die aanbiedings en werkverrigting met riglyne wat deur onderwysowerhede voorgestel word, beoordeel.

Indien sekere aspekte van die leergeleentheid nie van toepassing op daardie spesifieke konsep was nie, het ek dit verwyder. Veronderstel die leergeleentheid het oor *persentasie* (%) gehandel, maar daar het ook afronding voorgekom, sou ek dit vir 'n latere stadium hou; aangesien afronding nie werklik tot die konsep *persentasie* bydra nie, is dit nie relevant vir die bemeestering van die begrip *persentasie* nie.

### **3.5.2 Refleksie-in-aksie / Refleksie-van-aksie**

Wanneer daar aan jou persoonlike werkverrigting en jou unieke omstandighede gedink word, noem ons dit refleksie-in-aksie of refleksie-van-aksie. Ek het gedurig my eie waardes, dit waarin ek glo, die onderwysmedia, die klaskamerkultuur, asook die leerders as bron van kennis gebruik wat deel uitmaak van refleksie-in-aksie sowel as van refleksie-van-aksie (Minott 2008).

My werkomgewing het baie uitdagings gebied aangesien die skool in 'n voorheen-benadeelde omgewing geleë was; die sosio-ekonomiese omstandighede was swak en daar was probleme met die aanstelling van onderwysers. Die werketiek en die leerkultuur in die skool was ook nie ideaal nie.

### 3.5.3 Doelbewuste refleksie

Doelbewuste refleksie behels die denke oor 'n wye spektrum onderwysaangeleenthede, soos die leerders, die kurrikulum, die strategieë in Wiskundige Geletterdheid, asook die organisasie van die klaskamer. My persoonlike waardes, navorsingervaring, ondervinding en die bereidwilligheid om ander onderwysers se insette te waardeer en te gebruik, is beklemtoon.

Die volgende waarna ek gekyk het, was of daar progressie in die leerders se vaardighede en vakkennis was en of die oplossings in die klassituasie verstandelike, geestelike en professionele ontwikkeling getoon het. Die volgende waaroor ek reflekteer het, was of die leerders gewillig was om aan die besprekings en aktiwiteite deel te neem. Ek het ook oor die volgende aspekte reflekteer: Wat was insiggewend? Watter strategieë het leerders uitprobeer? Was daar uitdagings? Was daar leerders wat probleme ondervind het en waarom? Watter verwagtinge het die onderwyseres van die leergeleentede gehad? Wat kan gedoen word om die probleem op te los?

Ek het hierdie tipe refleksie gebruik om dit wat ek in die klas ondervind het met die navorsing wat ek oor die probleemoplossingsbenadering gedoen het, te vergelyk.

### 3.5.4 Persoonlike refleksie

Persoonlike refleksie beteken dat jy jou eie persoonlike groei, jou verhouding met die leerders en die algehele ontwikkeling van die leerders evalueer. Hierdie tipe refleksie weerspieël die karaktertrekke van my as die onderwyseres, naamlik empatie simpatie en deernis en die onderwyseres se belangstelling in die leerders se verwagtinge. Ek het refleksie op myself toegepas en gevra of ek verstandelik, geestelik en professioneel ontwikkel het.

Die verstandelike ontwikkeling van my het manifiseer in die mate wat ek die probleemoplossingsbenadering begryp het en aan die leerders fasiliteer het. Die volgende vrae is gevra: Het die leerders se insig in die konsep *probleemoplossing* verbreed? Het hulle die toepassing van die strategieë bemeester? Kon die leerders verbande tussen hul voorkennis en die nuwe uitdagings waarneem?

Wanneer daar bevestiging vir bogenoemde vrae verkry word, kan daar afgelei word dat daar wel by my verstandelike ontwikkeling plaasgevind het. My geestelike ontwikkeling is aan die

hand van die leerders se gesindheidsverandering en persoonlike groei evalueer. Was die leerders meer gemotiveerd? Het die leerders se selfvertroue in die groep sowel as individueel ontwikkel? Was die leerders meer toegewyd en het die leerders meer waagmoed aan die dag gelê? Indien dit positief tydens die klassituasie waargeneem is, kon daar aangeneem word dat ek wel geestelik gegroei het aangesien die leerders geestelik gegroei het.

### **3.5.5 Kritiese refleksie**

Wanneer daar na die sosiale, morele en die politieke dimensie van die skool gekyk word, sorteer dit onder kritiese refleksie. Die hoofdoel was om die lewensomstandighede van die minderbevoorregtes te verstaan en te verbeter.

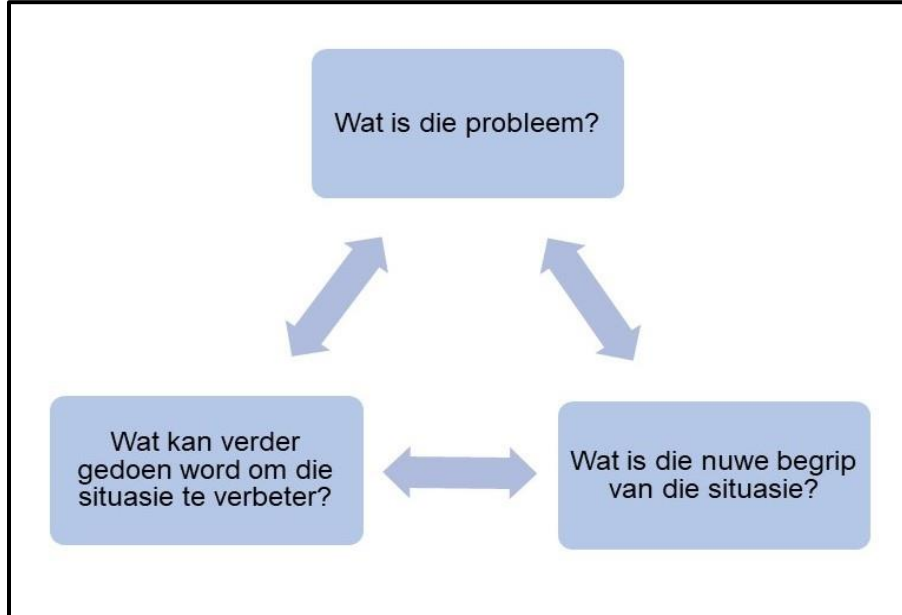
Hierdie vyf tipes refleksie kom in die studie voor. Ek het hierdie aspekte krities beskou en het die leerders se gesindheid teenoor hul werk, en hul verbetering in werketiek evalueer. Die gevolgtrekking wat ek gemaak het, was dat die leerders as individue sowel as deel van die werkmark verbeter het en sodoende ook 'n positiewe bydrae tot die gemeenskap gelewer het.

In die onderstaande Figuur 3.3 van Borton wat deur Rolfe (2001) aangepas is, word die refleksiesiklus uiteengesit. Die eerste refleksie word voor die data-insameling gedoen. Die eerste vraag is wat die rede vir die refleksie is. Waaroor wil ek reflekteer? In my geval was dit die swak prestasie van die leerders in Wiskundige Geletterdheid. Wat kon die moontlike oorsake wees? Was dit die tradisionele onderrigbenadering? Was dit die swak onderrig wat die leerders die vorige jare ontvang het of was daar probleme met die onderrigleerpraktyk?

Die volgende stap in refleksie is tydens onderrigleer in die klaskamer waar ek die volgende waargeneem en noteer het: Wat het volgens plan verloop? Gee voorbeelde en reflekteer oor wat beter gedoen kon gewees het.

Die derde stap in refleksie is wat vervolgens gedoen kan word. Nadat die aktiwiteite in die klassituasie gedoen is en die waarneming genoteer is, is oplossings vir die probleme gesoek. Wat kon ek as onderwyseres doen om die leerders se denke in die regte rigting te bestuur?

## Refleksiesiklus



Figuur 3.3 Refleksiemodel van Borton (1970), deur Rolfe en kollegas gepubliseer (2001)

### 3.6 ANALISE

Gheyle en Jacobs (2017) definieer inhoudanalise as die wyse waarop sin van die betekenis van woorde, simbole of beelde gemaak word. Nieuwenhuis (2015) beskou inhoudanalise as die blootlegging van die betekenis wat in teks vervat is; dit is die analise van menslike kommunikasie wat meestal deur onderhoude geskied. Skriftelike, mondelinge sowel as visuele kommunikasie word analiseer deur van veranderlikes gebruik te maak sodat dit die navorsingsvraag so volledig as moontlik kan beantwoord. Die veranderlikes moet vooraf deurdink en beplan word (Nieuwenhuis, 2015).

Met inhoudanalise is daar drie tegnieke wat gevolg moet word om 'n groot hoeveelheid data volgens 'n sekere manier in verskillende kategorieë te plaas. Die drie maniere is die konvensionele analisebenadering wat uit kodering bestaan wat induktief vanaf die ingesamelde data bepaal word. Die volgende is direkte analise waar deduktief te werk gegaan word en vorige bestaande uitkomst se riglyne gebruik word om te kodeer. Die laaste analisebenadering is summatiewe analise. Dié benadering bestaan gewoonlik uit sleutelwoorde of sleutelbegrippe wat vergelykings, asook getalle insluit wat uit die inhoud kom; daarna word die data volgens die konteks waaroor geskryf word, geïnterpreteer (Nieuwenhuis, 2015).

Soos in die voorafgaande paragrafe aangetoon, is daar van verskeie data-insamelingsmetodes gebruik gemaak wat tipies van aksienavorsing sowel as gevallestudie is. Data-insameling val in drie dele uiteen: basislyndata; data tydens die intervensie ingesamel; data aan die einde van die studie ingesamel. Daar is gevolglik van verskeie data-analisebenaderings gebruik gemaak. Die basislyndata is geanaliseer deur van kwantitatiewe en kwalitatiewe data-analisesmetodes gebruik te maak. Data wat tydens die intervensie ingewin is, is aan 'n iteratiewe data-analisesproses wat in situasies plaasgevind het, onderwerp. Elke leergeleentheid is waargeneem, aantekeninge is gemaak en aan die einde is oor die leergeleentheid gereflekteer ter voorbereiding van die volgende leergeleentheid.

Die data wat met die voltooiing van die studie ingewin is, is soos die basislyndata geanaliseer om vergelyking moontlik te maak. In die paragrafe wat volg, word die data-analisesmetodes wat gebruik is, toegelig.

Inhoudanalise is 'n oortuigende, maar nougesette, streng metode om uittreksels of inhoud vanaf enige figuur, onderwerp of enige ander soort berig of boodskap te verkry (Gheyl & Jacobs, 2017). Daar is drie tipes data-insamelingstegnieke in inhoudsanalise, naamlik monstermeting, kodering en konteksdata.

Monstermeting word as 'n keuse van 'n enkele afdeling om 'n geheel te ondersoek en data te versamel, beskou. In die studie is 15 leerders ewekansig, manlik sowel as vroulik, in dieselfde ouderdomsgroep, met dieselfde ekonomiese status en dieselfde geletterdheidvlak vir die onderhoude gekies om die steekproef, met ander woorde die hele Graad 11-groep, te verteenwoordig (Gheyl & Jacobs, 2017).

Kodering is die proses wat gevolg word nadat alle data noukeurig deurgegaan is en die data dan in betekenisvolle analitiese eenhede gerangskik is. Data wat dieselfde strekking het, word dan in hierdie eenhede ingedeel (Nieuwenhuis, 2012). Die data van hierdie studie wat nie in 'n analitiese eenheid gepas het nie, is nie gebruik nie byvoorbeeld die leerders wat toets geskryf het, maar die skool daarna verlaat het. Gheyl en Jacobs (2017) beskou kodering as die manier om die gedeelte in die teks of ander data-items, soos byvoorbeeld foto's te identifiseer, die data te kategoriseer en die verwantskappe tussen die data-eenhede te vind om sodoende alle data wat bymekaar pas in 'n raamwerk in te pas (Gheyl & Jacobs, 2017).

Konteksdata bestaan uit 'n groot getal woorde, soos byvoorbeeld 'n paragraaf of boeke, geskrewe dokumente, koerantberigte en visuele media (Nieuwenhuis, 2012). Die data word intensief uit alle hoeke beskou sodat daar sleutelkomponente gekies kan word om die rou data beter te verstaan en te interpreteer (Nieuwenhuis, 2012). Daar moet versigtig met konteksdata omgegaan word en daar moet gewaak word dat die deel groot genoeg is sodat die doelwoorde in elke eenheid voorkom anders kan dit die uitkomst van die data-analise benadeel.

Die twee benaderings wat die navorser gebruik het, is eerstens die analise van die kwantitatiewe data wat deur beskrywende statistiek gedoen is; tweedens is inhoudanalise waar die kwalitatiewe data geanaliseer is, gedoen.

### **3.6.1 Analise van die kwantitatiewe data**

Cohen (2007) stel dit dat beskrywende statistiek met die beskrywing of opsomming van 'n groot versameling gegewens wat vir een of ander populasie van belang verkry is, gemoeid is. Wanneer daar met 'n groot populasie gewerk word, word beskrywende statistiek toegepas. Cohen (2007) stel dit dat die doel van beskrywende statistiek is om uit groot hoeveelhede data dit wat bymekaar hoort, bymekaar te sit en sodoende sin te maak en gevolgtrekkings te vergemaklik. Die beskrywing of opsomming van die ingesamelde data kan deur tabelle of grafieke voorgestel word.

Ek het in die studie van grafiese voorstellings gebruik gemaak, veral om die eerste toetsresultate met die uitkomst van die ekwivalente aktiwiteite te vergelyk. Die leerders se eerste vraestel (toets) soos deur die kurrikulum vereis word, is geskryf en die resultate is op 'n klaslys aangeteken wat later met die ekwivalente aktiwiteite, wat bepaal is deur middel van die assesseringstabel van Szetela en Nicol (1992) se uitslae, vergelyk is. Voorts het ek die leerders se toetsuitkoms geanaliseer en bepaal wat die leerders se tekortkominge sowel as sterkpunte was. Die intervensie wat gevolg het, was op hierdie analise gebaseer. Die punte was slegs 'n riglyn om te bepaal waaroor die intervensieprogram moes handel.

As gevolg van die groot aantal (84) deelnemers het tabelle en / of grafiese voorstellings goed te pas gekom aangesien alle inligting op een bladsy aangetoon kon word. Die grafieke toon die eerste fase van data-insameling, met ander woorde die uitkoms van die toets, asook die

uitkomst van die ekwivalente aktiwiteite. Die gemiddelde verbetering van die uitkomstes word ook aangedui. Die groot populasie het verteenwoordigende data gelewer.

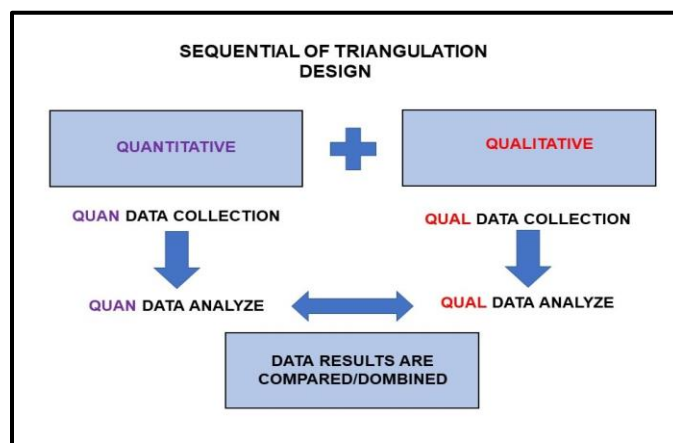
### 3.6.2 Analise van die kwalitatiewe data

Die kwalitatiewe data-analise is deur inhoudanalise gedoen. Die term *inhoudanalise* beteken die proses wat gebruik word om die ingesamelde data op te som en daarna die uitkoms van die analise deur te gee. Nieuwenhuis (2015) beskryf dit as 'n streng en sistematiese stel vaste prosedures wat nougeset toegepas word om die inhoud van die geskrewe data te analiseer, te ondersoek, te toets en te bevestig. Die data wat bymekaar pas, word sorteer en in groepe ingedeel. Die data word nou gelees en herhaling van lees vind plaas. Notas word gemaak en alle leergeleenthede van belang word neergeskryf; laastens word bepaal of daar nie miskien verkeerd gekodeer is nie (Nieuwenhuis, 2015).

### 3.7 KRISTALLISASIE

Kristallisatie word as die proses waardeur daar gepoog word om die studie se kredietwaardigheid te verbeter deur van verskeie metodes, navorsers en perspektiewe gebruik te maak, beskryf (Patton, 2002). Deur verskillende navorsingsmetodes te gebruik, word die begrip van die werklikheid bevestig en kristallisatie word gebruik om die werklikheid te vertolk (Pietersen & Maree, 2012).

Onderstaande Figuur 3.4 toon hoe kristallisatie toegepas word.



Figuur 3. 4 Kristallisatie-ontwerp van Luaran (2015:16)

Kristallisasie het verskillende voordele: meer betroubaarheid van die uitkomst volgens Altrichter, Feldman, Posch, & Somekh (2008); dit wakker kreatiwiteit by leerders aan (Altrichter et al., 2008); dit lewer baie meer korrekte en meer geloofwaardige data volgens Altrichter et al. (2008); dit vervleg teorieë met mekaar volgens O'Donoghue en Punch (2003), en kan teenstrydighede (verskillende persepsies) ontdek en teorieë verbeter en sterker laat deurkom (Altrichter et al., 2008).

### **3.8 GELOOFWAARDIGHEID EN BETROUBAARHEID**

Betroubaarheid is 'n essensiële eienskap vir enige kwalitatiewe navorsingsprojek. Dit bestaan uit vier komponente, naamlik geloofwaardigheid, betroubaarheid, oordraagbaarheid en bevestigbaarheid. Geloofwaardigheid is dus een van die vier komponente van betroubaarheid. Geloofwaardigheid vereis van my om die bevindinge van die studie duidelik te koppel aan die werklikheid sodat die waarheid van die studie na vore kan tree.

Geloofwaardigheid van navorsing is onderworpe aan sekere vereistes, naamlik dat die navorsing oorspronklik sowel as toeganklik moet wees vir ander navorsers en die moontlikheid inhou om dieselfde uitkomstes te bied as die navorsing herhaal word.

Alle vorms van dokumentasie en verskillende tipes data moet nougeset saamgestel word; ek moes verduidelikend in die voorlegging oorkom sodat die leerders die inligting kan verstaan (Murphy, 2012). Alle data wat vir navorsing gebruik word, moet interpreteer word. Die nie-buikbare data moet eenkant gehou word.

My geloofwaardigheid moet baie noukeurig rapporteer word. Aangesien ek betrokke was, moes daar gedurig gewaak word om nie bevooroordeel te wees nie. Daar moes na algehele objektiwiteit (Murphy, 2012) gestreef word sodat die geldigheid van die studie nie skade ly nie. Daar bestaan verskeie soorte geloofwaardigheid (Pietersen & Maree, 2012): konstruksiegeldigheid waar die leerders ook die geleentheid kry om te bevestig wat hulle bedoel het en die uitkomst wat die ek aanbied, onderskryf. Die ander vorm van geloofwaardigheid is eksterne geldigheid waar die gevallestudie veralgemenings bevat sodat ander leerders dit met hul bestaande kennis kan vergelyk en hul eie maak.

Die volgende soort geldigheid is siggeldigheid. Siggeldigheid toon of die projek meet wat dit veronderstel is om te meet. Inhoudgeldigheid dui aan of grootste gedeelte van die inhoud wat ondersoek word, betrokke moet wees; dus moet daar wyd gelees word. Die laaste soort is



kriteriumgeldigheid wanneer die inhoud van die data, toetse en veldnotas redelik met die bevindinge ooreenstem. Hoe hoër die korrelasie, hoe meer geloofwaardig is die studie. Aangesien ek ook die rol van die ondewyseres beklee het, kan die geloofwaardigheid van die studie bevraagteken word. Ek het dus baie aandag aan hierdie aspek gegee.

Die studie is oorspronklik. Die leerders het die geleentheid gehad om my uitkomst van die aktiwiteite met hul uitkomstes te vergelyk. Ek het baie literatuur geraadpleeg, en ook deeglik gekontroleer of my studie wel meet wat dit veronderstel is om te meet. Ek het ook seker gemaak of die bevindinge ooreenstem met die uitkomstes van die onderhoude, toets en veldnotas.

Tydens die onderhoude en die klankopnames wat gemaak is, was die toesighouer van die Graad 12-eindeksamen teenwoordig sodat daar geen bevooroordeelings of leiding met die antwoorde gegee kon word nie. Die toesighouer het vir drie dae in die klas, terwyl die leerders die toets afgelê het, toesig gehou. Die toets is onder streng eksamentoestande afgelê. Die nasien en moderering van die toetse is deur die skoolhoof gedoen.

### **3.8.1 Betroubaarheid**

Die begrip *betroubaarheid* is van uiterste belang in kwalitatiewe navorsing (Nieuwenhuis, 2012). Die betroubaarheid van 'n studie kan versterk word deur gebruik te maak van verskillende bronne vir data, deur die data te ondersoek en by die deelnemers uit te vind of jy die korrekte interpretasies gemaak het, deur veldnotas te maak, deur 'n onbetrokke persoon te vra om die werk ook te kodeer en dit later met die navorser se kodering te vergelyk (Nieuwenhuis, 2012).

Geloofwaardigheid, volgens Lincoln en Guba (1985), bestaan uit die volgende sleutelkriteria: betroubaarheid, afhanklikheid, oordraagbaarheid en bevestigbaarheid. Betroubaarheid impliseer dat dieselfde studie deur ander navorsers wat dieselfde prosedures volg dieselfde uitkoms sal lewer (Yin, 2014).

'n Voorvereiste vir betroubaarheid is die presiese dokumentering van die studie waar die navorser die data-insamelingsinstrument is (Nieuwenhuis, 2012). Nieuwenhuis noem dat indien navorsers van die betroubaarheid van 'n studie praat, hulle eintlik bedoel hoe geloofwaardig die studie is (2012).

Nieuwenhuis maak die stelling dat dit alombekend is dat indien daar verskeie data-insamelingstegnieke soos waarneming en onderhoude toepas word, en van dokumentasie in die studie gebruik gemaak word, die uitkoms van die studie betroubaar is (2012). Om betroubaarheid te verseker, is daar 'n paar voorsorgmaatreëls deur my getref. Die data kan deur iemand buite die studie geanaliseer word; daar kan van interne kollegas gebruik gemaak word om die klassituasie sporadies te besoek; daar kan onbetrokke persone tydens die onderhoude insit (Nieuwenhuis, 2012). Ek het verskillende bronne vir die studie gebruik. Ek het ook onafhanklike personeellede gevra om hul evaluerings tydens hul besoeke aan die leergeleenthede te vergelyk met my uitkomst. Die skoolhoof het ook sporadies monitering gedoen, asook die moderering van die toetse waargeneem.

Kristallisaie is nog 'n manier om die studie meer geloofwaardig te maak. Data wat ingesamel word, moet deursigtig en met nougesetheid hanteer word. Alle data moet met sorg gedokumenteer word; dus moet boekhouding en alle bewerkings wat uit die data spruit met presisie hanteer word (Yin, 2014).

Die betroubaarheid van die onderhewige studie is bevestig aangesien daar gedurig toesig, hetsy die hoof of ander kollegas in die skool, teenwoordig was tydens die klankopname, die aflê van die gestandaardiseerde toets, asook moderering deur die navorser se hoof.

Ek het van die kollegas gevra om na die uitkomst van die studie te kyk en dit met hul waarneming in die klassituasie te vergelyk. Die leerders is gevra om die bevindinge wat die onderwyseres aangeteken het, te evalueer en kommentaar daarop te lewer. Die insluiting van hierdie kriteria het die betroubaarheid van die navorsing verhoog.

### **3.9 ETIESE OORWEGINGS**

Amptelike toestemming van alle belanghebbendes is deur middel van 'n gemotiveerde etiese aansoek, UFS-HSD2016/0505/1008, verkry. Die Hoof-Onderwyskundige: Kring-Koördineerder van die streek sowel as die skoolhoof en ouers van die teikenpopulasie het skriftelik toestemming vir deelname aan die studie verleen. Die deelnemers het vrywillig aan die navorsing deelgeneem nadat die leerders se ouers 'n getekende toestemmingsbrief aan die skool besorg het. Indien die leerders nie hul weg oop gesien het om verder aan die navorsing deel te neem nie, kon hul onttrek sonder enige nagevolge. Om die leerders te beskerm teen enige vorm van

benadeling is alle inligting vertroulik hanteer en geen inligting is aan buitestaanders verskaf nie. Die vertroulikheid van die inligting is gewaarborg deurdat die data totaal ontoeganklik vir ander gemaak is; slegs die navorser het daarmee gewerk. Die antwoordskrifte waarvan die respondente se name verwyder is, is slegs deur die moderator gesien.

Die deelnemers is met ewekansige steekproeftrekking gekies en is daarna ten volle ingelig oor die doel en prosedures, die verloop van die studie, asook die voordele daarvan. Die ouers en die deelnemers is ingelig dat daar geen kompensasie sou wees nie.

Die deelnemers was baie opgewonde om deel van die navorsingsprojek te wees. Alle inligting is vertroulik hanteer en die navorser het geen inligting aan ander persone verskaf nie. Die identiteit van die deelnemers en van die ander betrokkenes is as vertroulik beskou; dus verskyn daar geen leerdername op die puntestate of vraelyste nie. Dit is verwyder nadat die resultate van elke deelnemer op die klaslyste aangeteken is.

Anonimiteit is gewaarborg deurdat geen name aan enige persone buiten myself bekendgemaak is nie, sodat die deelnemers nie nodig gehad het om selfbewus te wees wat hul antwoord nie. Daar was ook 'n onafhanklike persoon wat die proses gemonitor het tydens die toets sowel as die onderhoude. Die onafhanklike persoon het ook sporadies die leergeleentede besoek. Ek het meer vertrouwe in die uitslae van die onderhoude as vraelyste gehad, aangesien die deelnemers in die teenwoordigheid van die navorser was en waarskynlik eerlik sou antwoord.

Die vertroulikheid van die inligting is gewaarborg deurdat die data totaal ontoeganklik vir ander persone gemaak is; slegs die navorser het daarmee gewerk.

Data sal vir vyf jaar in 'n kluis bewaar word sodat daar dadelik op enige navrae gereageer kan word. Die voorwaardes van die etiese gedragskode van die Universiteit van die Vrystaat is eerbiedig. Die etiese dilemmas wat tydens die navorsing kon voorkom, is deurentyd verreken. Geen name het op enige aktiwiteit verskyn nie. Die navorser het riglyne met die leerders bespreek sodat nie een van die twee partye, die deelnemers sowel as die navorser, die grense oorskrei nie (Murphy, 2012).

### **3.10 BEPERKINGS VAN STUDIE**

Soos in die Gevallestudie is die ondersoek tot een skool en een klas beperk en die gevolgtrekkings waartoe gekom is, kan dus nie veralgemeen word nie. Betroubaarheid en

geloofwaardigheid was ook 'n uitdaging aangesien die vakonderwysers slegs die klasse soos hul roosters dit toelaat, kon besoek. Aangesien die hoof redelik kantoorgebonde moet wees het hy ook net die klasse sporadies onaangekondig besoek.

Tweedens kon ek bevooroordeel wees aangesien ek reeds vir etlike jare sommige aspekte van die probleemoplossingsbenadering in my onderrig gebruik het. Ten einde die vooroordeel te temper, het ek 'n kritiese oorsig van dié benadering in Hoofstuk 2 gegee wat die verskillende perspektiewe duidelik stel. Die onvoorspelbare afwesigheid van die leerders sowel as die skoolverlaters kon die toetsresultate beïnvloed het. Die skoolverlaters se onvolledige deelname en uitkomste is nie in die studie gebruik nie.

### **3.11 SLOT**

Die doel met dié hoofstuk was om 'n oorsig van die navorsingsontwerp wat in die studie gebruik is, te gee. Ek het aangetoon waarom aksienavorsing vir die studie gebruik is. Die aksienavorsingsiklus is deeglik bespreek. Daar is na die verskillende data-insamelingtegnieke, asook die uitkomste van die kwalitatiewe sowel as die kwantitatiewe data-analise verwys.

Ander kwessies soos betroubaarheid, kristallisatie, etiese oorwegings, die beperkinge en die geloofwaardigheid van die studie is bespreek. In Hoofstuk 4 kom die ontleding, aanbieding en interpretasie van die data aan die bod.

Die vraelyste se uitkomste van Januarie 2017 en Junie 2017 word deeglik bespreek, asook grafies voorgestel. Die toets uitslae word met die uitkomste van die ekwivalente aktiwiteite se uitslae vergelyk en ook grafies voorgestel.

## HOOFSTUK 4

### DIE AANBIEDING, ONTLEDING EN INTERPRETASIE VAN DIE DATA

#### 4.1 INLEIDING

In die vorige hoofstuk is die metodes vir die data-insameling sowel as die prosedures van die data-ontleding uiteengesit. Hierdie hoofstuk handel oor die aanbieding, ontleding en die interpretasie van die data.

Daar is drie maniere van data-insameling gebruik gemaak, naamlik die onderhoude wat gevoer is deur middel van 'n vraelys met 11 vrae wat aan geselekteerde leerders gestel is; 'n toets wat deur leerders geskryf is en die veldnotas en refleksie wat tydens die aanbieding van probleemgebaseerde leergeleenthede gedoen is. In Hoofstuk 2 het ek aandag geskenk aan die sub-navorsingsvraag van die studie, *Hoe kan probleemoplossing en die benadering tot probleemoplossing in 'n Wiskundige Geletterdheid-onderrigleer konteks gekonseptualiseer word?* In hierdie hoofstuk word die insigte wat in Hoofstuk 2 verkry is, gebruik om die ander sub-navorsingsvrae te beantwoord.

Die data in die hoofstuk word in drie dele aangebied. Eerstens verskaf ek die basislyninligting soos uit die oorspronklike onderhoude en toets verkry. Die doel is om 'n beeld van die leerders se aanvanklike kennis en gesindheid teenoor Wiskundige Geletterdheid te gee. Tweedens volg 'n bespreking van 'n aantal van die probleemgebaseerde leergeleenthede wat aangebied is. Die doel is om aan die hand van Hoofstuk 2 te illustreer hoe dit aangebied is en om reflekerend en evaluerend elke leergeleentheid onder die loep te neem. Derdens word die inligting wat aan die einde van die semester deur toetsing en onderhoude bekom is aan die orde gestel ten einde tot die gevolgtrekkings te kom wat in Hoofstuk 5 bespreek word.

Die didaktiese driehoek van Schoenfeld (1992) wat uit die drie afdelings naamlik leerinhoud, leerder en onderwyseres bestaan word grafies voorgestel en bespreek soos die uitkomstes tydens die deurlopende studie ontvou het.

#### 4.2 BASISLYNINLIGTING

Ter beantwoording van sub-navorsingsvrae is van onderhoude (vraelyste) wat opgeneem is, gebruik gemaak. Onderhoude is aan die begin van Graad 11 gevoer waarin aspekte soos die

leerders se gesindheid, belangstellings, onderwysmedia, probleemoplossing-strategieë, kontrole-tegnieke en refleksietegnieke ondersoek is (Schoenfeld, 1985).

In die onderstaande datagrafiek word die eerste vyf vrae van die vraelys grafies voorgestel. Die leerders se gesindheid teenoor die probleemoplossingsbenadering, hul sensitiwiteit teenoor kritiek, hul spanningsvlak, herhaling van probeerslae en hul werksverrigting is Januarie 2017 en daarna in Junie 2017 geëvalueer.

**Vraag 1: Hou jy daarvan om jou eie probleme op te los of verkies jy dat iemand jou help om die probleem op te los? (Oortuigingsvermoë)**

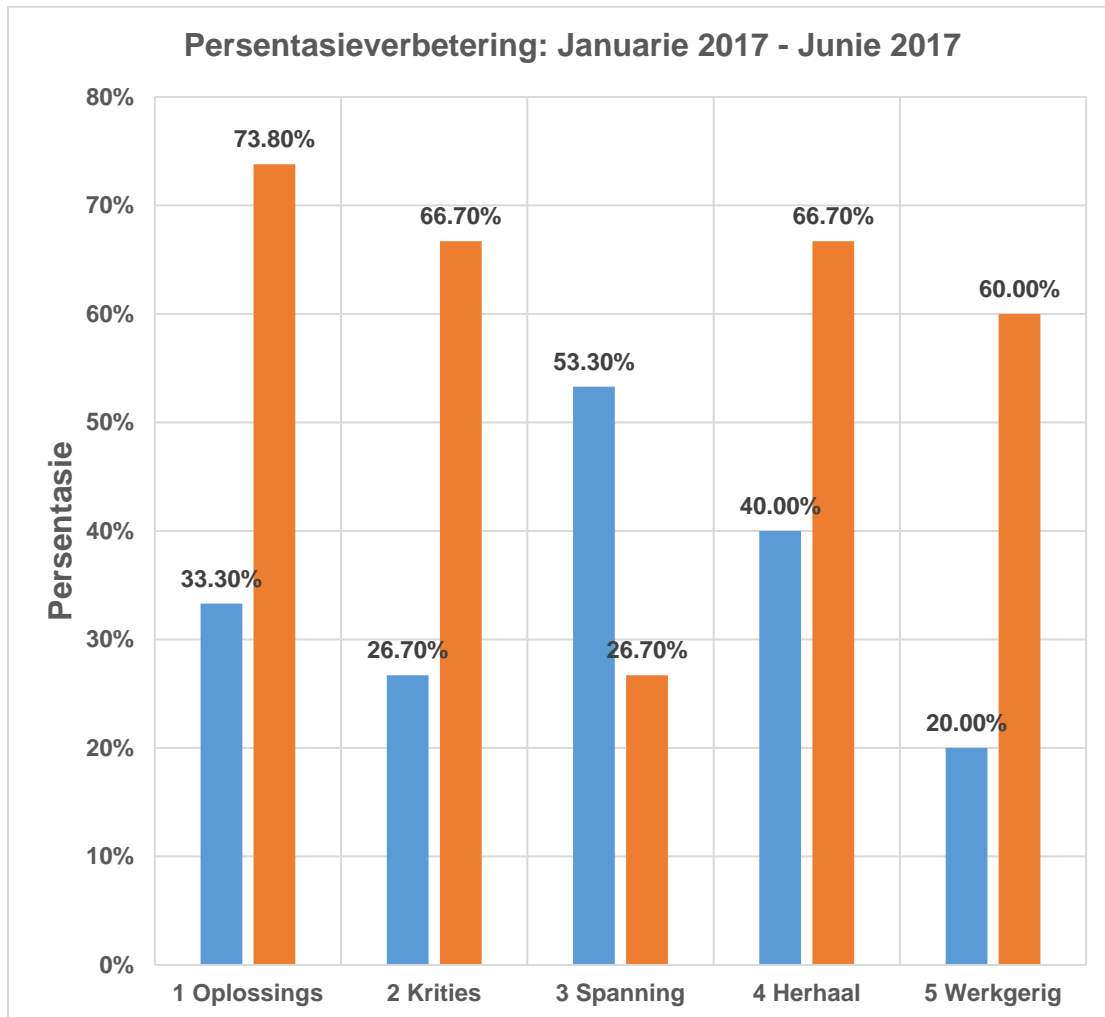
Die leerders het redelik lank gepeins om op hierdie vraag te antwoord. Hulle het genoem dat hulle nie die moed het om die vrae wat ek vra, te beantwoord nie. Die leerders was meer op my as die “lopende memorandum” eerder as op die soeke na oplossings vir die gevraagde probleme ingestel. Hulle het genoem dat die vorige onderwyseres die antwoorde op die bord geskryf en hulle dit net so in hul boeke moes afskryf. Hulle was geheel en al afhanklik van my vir ondersteuning. Selfvertroue en die vaardighede om probleme op te los is geensins ontwikkel nie.

Die onderhoude was eerstens met die vyftien vrywillige leerders, wat deur ewekansige steekproeftrekking bepaal is, gevoer. Daarna is onderhoude met die ander deel van die steekproef van vier en tagtig leerders gevoer wat klassikaal geskied het. Aangesien sommige leerders baie twyfelagtig opgetree en na die ander leerders gekyk het voordat hul gereageer het, het ek die betroubaarheid van die klassikale onderhoude bevraagteken en net die eerste onderhoude van die vyftien verteenwoordigende, vrywillige leerders grafies voorgestel. Die uitkomst van Januarie 2017 word in blou op die grafiek aangeteken. Die uitkomst van Junie 2017 word deur middel van die kleur, bruin aangeteken.

In Figuur 4.1 (p121) weerspieël die eerste vyf vrae van die vraelys se uitkomst. In Vraag 1 word waargeneem dat die aantal leerders wat in Januarie 2017 verkies het om op hul eie te werk en hul probleme self op te los, redelik min was.

Die uitslae van vraag 1 word vervolgens grafies voorgestel sodat die verskil na ses maande se blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering getoon kan word. Daar was 5 van die vyftien leerders wie volgens hulself op hul eie, probleme kon oplos dus 33,3%. Na ses maande

aan die blootstelling van die probleemoplossingsbenadering het die leerders se selfvertroue so verbeter dat elf van die vyftien leerders nou noem dat hul op hul eie, probleme kan oplos dus 73,8%, 'n verhoging van 40,5% persentasie.



Figuur 4. 1 Grafiekdata: Prestasieverbetering in uitkomstevolgens die vraelys

**Vraag 2: Hou jy daarvan om ander mense en hul sieninge te kritiseer? (Oortuigingsvermoë)**

Bogenoemde grafiek toon dat min van die groep daarvan hou om mense en hul sieninge te kritiseer. Aan die begin van die jaar was die situasie vir albei partye onbekend. Die leerders en ek het mekaar vir die eerste keer leer ken; daarom was die leerders gespanne oor hoe ek

sekere situasie sou hanteer. Hulle het genoem dat die vorige onderwyseres hulle verneder en beledig het indien hulle foute gemaak het. Die vorige onderwyseres het die vrae van die leerders as 'n onvermoë om te kan ondersteun en te verduidelik, ervaar.

Die volgende kwessie was die optrede van leerders teenoor mekaar aangesien leerders van verskillende klasse in dieselfde graadgroep bymekaar in een klas ingedeel is. Hulle was klasgewys onbekend alhoewel sosiaalgewys bekend aan mekaar. Die leerders het nie die selfvertroue gehad om in groepsbesprekings te funksioneer nie as gevolg van vrese vir kritiek wat met konfliktsituasies gepaardgegaan het.

Daar was 4 van die vyftien leerders wie krities teenoor ander leerders se sieninge in die klas was dus 26,7%. Na ses maande aan die blootstelling van die probleemoplossingsbenadering het die leerders se kritiese ingesteldheid so verander dat 10 van die vyftien leerders nou noem dat hul minder krities optree dus 66,7%. Daar is 'n verhoging van 40%.

### **Vraag 3: Voel jy gespanne indien jy onder druk met ander persone moet saamwerk? (Gesindheid)**

Aan die begin van 'n nuwe jaar was die meeste leerders gespanne aangesien hulle die onbekende moes konfronteer. Dit was baie belangrik vir my om die leerders op hul gemak te stel deur hul sosiale omstandighede te probeer bepaal. Belangstelling in die leerder as persoon is 'n vereiste. Professionele afstand moet behou word, maar deernis moet aan die leerders getoon word.

Die eerste element van spanning, volgens die leerders, was die onbekende onderwyseres. Die leerders het genoem dat hulle bang was vir die nuwe jaar sowel as vir my. Die eienskappe en die optrede van die my was onbekend aan die leerders. Die volgende spanningselement was die onsekerheid oor hul vaardigheidsvermoë en vakkennis aangesien bykans almal Wiskundige Geletterdheid die vorige jaar gedruip het. Die groepsbesprekings was ook 'n bron van spanning aangesien hulle nie die groeplede en hul samewerkingsvermoë geken het nie. Die uitdaging vir my was die hantering van die leerders se spanningsvlakke. Spanningsvlakke beïnvloed die leerder se leeruitkomste aangesien hulle geen waagmoed aan die dag gelê het nie; hulle het dus geen vrae uit vrees vir mislukking gevra nie.



Daar was 8 van die vyftien leerders dus 53,3% in die klas was uiters gespanne tydens klassituasies. Na ses maande aan die blootstelling van die probleemoplossingsbenadering het die leerders se spanningsvlakke so verander dat slegs 4 van die vyftien leerders nou noem dat hul gespanne was tydens klassituasies dus 26,7%. Daar is 'n vermindering van 26,6%.

**Vraag 4: Sal jy weer probeer indien jy misluk en probeer jy weer om sukses te behaal? (Gesindheid)**

Die bostaande grafiek, Figuur 4.1 toon dat min leerders in die steekproef na die onsuksesvolle oplossing van 'n probleem weer probeer. Die leerders het in die onderhoude genoem dat hulle nie die vorige jaar se werk verstaan het nie. Hulle was meeste van die tyd onseker oor wat van hul verwag word, maar te angsbevange om te vra. As gevolg van die vorige onderwyseres het hulle stilswyend aangegaan en indien die oplossing nie geskik was nie, die antwoord van die bord afgeskryf.

Daar was 6 van die vyftien leerders dus 40% in die klas wie bevrees was vir mislukking tydens klassituasies. Na ses maande aan die blootstelling van die probleemoplossingsbenadering het die leerders se vrees vir mislukking so verander dat 10 van die vyftien leerders nou noem dat hul minder bevrees vir mislukking tydens klassituasies was, dus 66,7%. Daar is 'n verbetering van 26,7%.

**Vraag 5: Indien jou Wiskunde-onderwyseres jou inroep, beskou jou dit as 'n geleentheid om:**

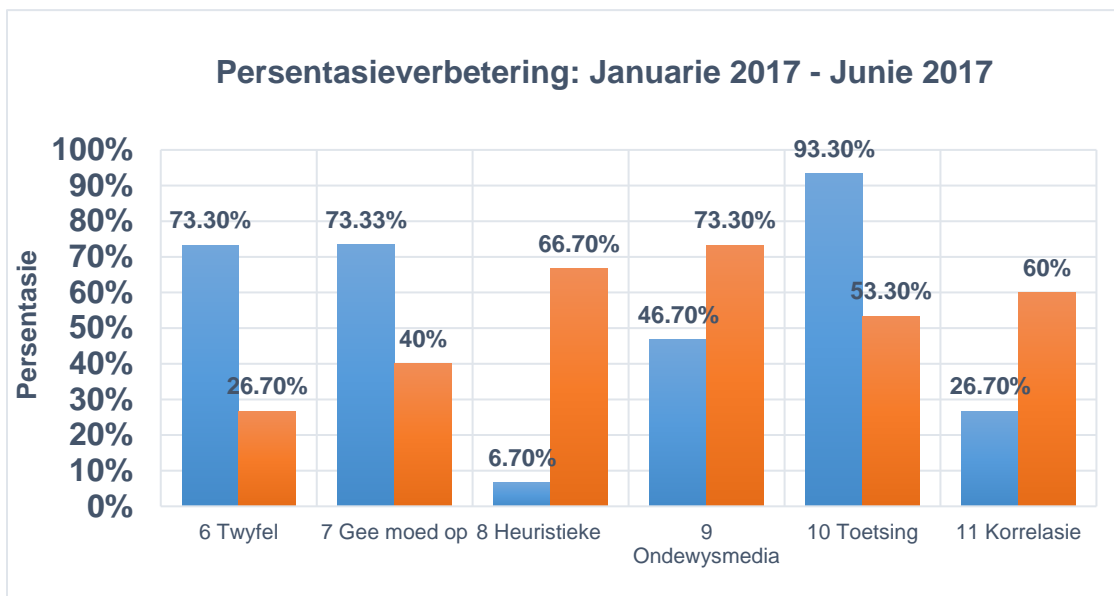
- a) lekker te gesels;
- b) meer oor jou werk te leer (werkingesteldheid)
- c) oor beroepe te gesels? (Gesindheid)

Die uitkomst van die vraag wat individueel aan leerders gestel was, het getoon dat die gesprekke tussen my en die leerders, nie deur hulle as werkgerig beskou is nie. Die leerders het genoem dat die vorige onderwyseres baie informeel met hulle opgetree het. Leerders is deur die vorige onderwyseres tuis ontvang en hulle het genoem dat hulle sekere huistake verrig het, en daarna deur die onderwyseres onthaal is. Volgens die leerders was daar geen

skoolwerk ter sprake nie. Die leerders het dus informele kontak met die onderwyseres gehad en geensins daarvoor 'n probleem gehad nie.

Vervolgens is gefokus op leerders se gesindheid teenoor die oplossing van probleme. Ses vrae is in die verband aan leerders gestel en hulle antwoorde is statisties verwerk om 'n breë tendens te bepaal. Alhoewel die vrae verbaal gevra was en bespreek is, het ek gepoog om dit te kwantifiseer sodat 'n meer visuele representasie gegee kan word. Grafiek 4.2 reflekteer die leerders se response op die volgende groep vrae wat gestel was. Antwoorde wat as negatief gekodeer is word hier aangetoon. Die grafiek toon beide die basislyn as die opvolg na ses maande se response aan. Met ander woorde, ek het die aantal wat twyfel aangedui het, hier weergegee en dit met die Junie reaksie vergelyk.

Daar was 3 van die vyftien leerders in die klas wie gedink het dat indien die onderwyser hulle tydens klassituasies sou inroep dat dit met werk te doen het, dus 20%. Na ses maande aan die blootstelling van die probleemoplossingsbenadering het die leerders se perspektief so verander dat 9 leerders met ander woorde 60% gedink het die kommunikasie met die onderwyseres is formeel. Daar was dus 'n verbetering in die gesindheid van die leerders ten opsigte van hul werk. Die verbetering was 40%.



Figuur 4. 2 Persentasieverbetering: Januarie 2017 tot Junie 2017

Figuur 4.2 toon die leerders se respons op die volgende groep vrae, vraag 6 tot 11 wat aan die leerders gestel was tydens die onderhoude. Die leerders se twyfelagtigheid teenoor die leerders in die groep sowel as in my, hul uithou vermoë, benaderings, onderwysmedia ervaring, toetsing van oplossings en korrelasie met ekwivalente voorbeelde word geëvalueer. Die grafiek reflekteer beide Januarie en Junie 2017 se response. Alhoewel die vrae verbaal gevra en bespreek is, het ek gepoog om dit te kwantifiseer sodat 'n meer visuele voorstelling gegee kan word.

**Vraag 6: Twyfel jy aan jouself en aan die leerders se bevoegdhede as julle aan Wiskundige Geletterdheidsprobleme moet saamwerk? (Oortuigingsvermoë)**

Figuur 4.2 toon dat die leerders se twyfel in hulself, asook in die mense met wie hulle in Januarie 2017 saamgewerk het hoog was. Hulle het genoem dat hulle onseker oor hul eie vermoë was aangesien hulle die vorige jaar Wiskundige Geletterdheid gedruip het. Hul onsekerheid oor die vermoëns van leerders in die klas met wie hulle in groepverband moes saamwerk, was ook hoog. Die leerders het genoem dat die leerders net soos hulle ook Wiskundige Geletterdheid gedruip het. Hoë vlakke van twyfel of onsekerheid het 'n effek op leerders se waagmoed soos in die volgende vraag bevestig is.

Daar was 11 van die vyftien leerders in die klas wat twyfelagtig tydens klassituasies was, dus 73,3%. Na ses maande aan die blootstelling van die probleemoplossingsbenadering het die leerders se twyfelagtigheid in hulself so verminder dat slegs 4 van die vyftien leerders nou noem dat hul twyfelagtig tydens klassituasies was, dus 26,7% %. Daar is 'n afwaartse neiging van 46,6%.

**Vraag 7: Laat geringe mislukkings jou vinnig moed opgee? (Gesindheid)**

Volgens die inligting in Figuur 4.2 het leerders geen waagmoed aan die dag gelê nie. Hulle het genoem dat hulle so gewoond aan swak Wiskundige Geletterdheidspunte was dat hulle nie geglo het dat hulle beter kon vaar nie. Hulle het gemeld dat dit nie die moeite werd was om te probeer nie. Die ervaring van mislukking het tot leerders se onwilligheid om probleemoplossing te herhaal, gelei. Die leerders het ook genoem dat hulle nie eintlik van Wiskundige Geletterdheid gehou het nie.

Daar was 11 van die vyftien leerders in die klas wat vrees vir mislukking tydens klassituasies was, dus 73,3%. Na ses maande aan die blootstelling van die probleemoplossingsbenadering het die leerders se vrees vir mislukking so verminder dat slegs 6 van die vyftien leerders dus 40% nou noem dat hul vrees tydens klassituasies ervaar. Daar is 'n afwaartse neiging van 33,3%.

**Vraag 8: Watter benaderings of strategieë, indien enige, gebruik jy om Wiskundige Geletterheidprobleme op te los?**

Aan die begin van die jaar (2017) was die Graad 11-leerders onbewus van woorde soos *strategieë* en *benaderings*. Figuur 4.2 toon dat leerders nie die betekenis van die woorde geken het nie en dus nie die vraag kon beantwoord nie. Slegs een leerder het die woord *strategie* verstaan. Nadat die begrippe aan die leerders verduidelik is, het van die leerders aangetoon dat hulle soms prentjies teken om probleme op te los.

Daar was slegs 1 van die vyftien leerders in die klas wie in Januarie 2017 tydens die onderhoude bewus was van verskillende strategieë wat gebruik kan word om probleme op te los dus 6,7%. Na ses maande van die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die leerders met die verskillende strategieë kennis gemaak en gebruik om probleme op te los. Die kennis van strategieë het so inslag by die leerders gevind dat 10 uit die 15 leerders dus 66,7% wel na 6 maande die strategieë gebruik het. Daar was 'n 60% verbetering in die gebruik van die strategieë.

**Vraag 9: Watter onderwysmedia behalwe handboeke was in die klaskamer beskikbaar om met die oplossing van probleme te help? (Onderwysmedia)**

Figuur 4.2 toon 'n redelik positiewe reaksie op die beskikbaarheid van onderwysmedia. Die leerders was opgewonde oor die leerdervriendelike klasversierings met doeltreffende plakkate oor Wiskundige Geletterdheid op die borde reg rondom die klas. Hulle was nie voorheen aan so 'n klaskamer blootgestel nie. Hulle het slegs een plakaat oor *Volgorde van bewerkings* in die vorige klas waargeneem. Daar was geen handboeke tot hul beskikking nie; die vorige onderwyseres het die Wiskundige Geletterdheidvoorbeelde in gedupliseerde vorm aan hulle verskaf. Daar was slegs vyf sakrekenaars, een per groep, in die klaskamer beskikbaar.

Daar was 7 van die vyftien leerders in die klas wie in Januarie 2017 tydens die onderhoude bewus was van verskillende onderwysmedia wat gebruik kan word om probleme op te los dus 46.7%. Na ses maande van die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het elf van die vyftien leerders dus 73,3% die verskillende onderwysmedia in die klassituasies gebruik om die probleme op te los. Daar was met die gebruik van die onderwysmedia 'n 26,6% verbetering.

**Vraag 10: Hoe bepaal jy of jou antwoord op 'n probleem korrek is? Wag jy**

- a) totdat die onderwyseres die antwoord op die bord skryf;**
- b) doen en toets jy eers die antwoord? (Kontrolevaardighede)**

Bykans al die leerders (93,3%) het aangetoon dat hulle nie probeer om die antwoord van probleme te toets nie (Raadpleeg Figuur 4.2). Die leerders het aan die begin van 2017 beweerd dat hulle geheel en al aangewese op my vir die oplossing van alle probleme in die klassituasie was. Hul ingesteldheid was dat hulle dadelik die oplossings van die bord afskryf; dan was hul boeke netjies en op datum, al het hulle die werk nie verstaan nie. Die toets van oplossings was geheel en al onbekend.

Daar was veertien van die vyftien leerders in die klas dus 93,3% wie in Januarie 2017 tydens die onderhoude genoem het dat hulle geen idee gehad het van hoe om die verkrygte oplossing te toets of die oplossing korrek is al dan nie. Na ses maande van die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het 8 van die vyftien leerders dus 53,3% die vaardigheid ontwikkel om die oplossings van hul probleme te toets. Daar was 'n afname van 40% in afhanklikheid van die onderwyser deurdat die leerders self hul oplossings kon toets of dit korrek is al dan nie.

**Vraag 11: Kan jy 'n verband tussen 'n nuwe en afgehandelde konsepte waarneem? (Refleksie)**

In Januarie 2017 was daar slegs vier leerders (Raadpleeg Figuur 4.2) wat gesê het hulle kan die verband met vorige probleme lê. Die leerders het genoem dat dit vir hulle voorkom of daar elke keer nuwe somme is en hulle kon nie die verband tussen nuwe en vorige probleme sien nie.

Daar was slegs 4 van die vyftien leerders dus 26,7% in die klas wie in Januarie 2017 tydens die onderhoude genoem het dat hulle 'n verband tussen huidige aktiwiteite en afgehandelde aktiwiteite kon waarneem. Na ses maande van die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het 9 van die vyftien leerders dus 60% die vaardigheid ontwikkel om te reflekteer. Daar was 'n toename van 33,3% in die ontwikkeling van die vaardigheid.

### **4.3 WISKUNDIGE GELETTERDHEIDTOETSUITSLAE**

Aan die begin van Graad 11 het leerders herhaling wat op hul wiskundige voorkennis gebaseer was, gedoen. Die aanvangstoets is gebruik om vas te stel of die leerders die werk wat in vorige jare behandel is, bemeester het. Sonder dié voorkennis sou hulle nie kon baat by die werk wat in Graad 11 behandel sou word nie. Omdat die toets nie voldoende voorkennis vereis het nie, is ekwivalente probleme vir die volgende ses maande met die leerders in klastyd gedoen.

Die toets het uit ses vrae bestaan wat voorkennis sou toets om te bepaal of die leerders oor die verlangde voorkennis beskik. Elk van die vrae en die prestasie van die leerders in elke vraag word vervolgens verskaf.

**Vraag: 1**

Frank de Vries werk vir 'n firma wat goedere invoer en uitvoer. Hy verdien 'n jaarlikse salaris van R295 350.

- a) Skryf R295 350 uit in woorde (2)
- b) Frank sal hierdie jaar n verhoging kry van 6%. Bereken sy nuwe jaarlikse salaris. (2)
- c) Frank moet elke jaar 25% van sy jaarlikse salaris aan die Suid – Afrikaanse Inkomstediens as belasting betaal.
  - i. Skryf 25% as n desimale getal. (1)
  - ii. Bereken die bedrag wat Frank aan die Suid-Afrikaanse Inkomstediens (SAID) sal oorbetal na sy salarisverhoging. (Gebruik jou antwoord in Vraag b). (2)
  - iii. Bereken die bedrag wat hy sal oorbê van sy salaris, nadat hy belasting betaal het. (2)
- d) Indien daar R26 560,45 jaarliks van Frank se salaris afgetrek word vir sy pensioenfonds, bereken watter persentasie van sy jaarlikse salaris word as pensioenfonds afgetrek. (2)

[11]

Die meerderheid leerders het egter met die vraag gesukkel. Met die nasien van die antwoordstelle het ek waargeneem dat die meeste van die leerders met die eerste vraag gesukkel het. Meer as twee derdes van die leerders het al die sub-vrae of die meerderheid daarvan verkeerd beantwoord. Ek het tydens die afneem van die toets gemerk dat enkeles die teken van 'n prentjie as strategie toegepas het. Baie leerders het wel een of ander strategie gevolg, maar was nog onseker of dit wel 'n strategie was. Die leerders kon nie die strategie identifiseer nie.

**Vraag: 2**

'n Messelaar benodig 35 kruise waens vol beton. Die beton betaan uit 'n mengsel van sement, sand en gebreekte klip in die verhouding 1:2:4.

- a) Watter breukdeel van die betonmengsel bestaan uit sand? (1)
- b) Hoeveel kruise waens klip word benodig? (Toon jou berekening). (3)
- c) Indien daar 2 sakkies sement in n kruise wa gaan, hoeveel sakkies sement word benodig? (2)
- d) As die sement R93,50 per sakkie kos, hoeveel moet die messelaar vir slegs die sement betaal? (2)

[8]

Vraag 2 het onder meer op breuke gefokus. Die leerders het met die begrip *breuk* sowel as *breukdeel* gesukkel. Die gebruik van 'n notasiekolom by Vraag 2(b) om die probleem op te los was vir hulle onbekend aangesien hulle net met sakrekenaars gewerk het. Die begrip *verhouding* (1:2:4) was nog 'n uitdaging. Die leerders het dié begrip met die bepaling van 'n onbekende in 'n verhoudingsom verwar. Die koste van die sement was nie 'n groot uitdaging nie. Die leerders het die begrip verstaan en kon die oplossing vind.

**Vraag 3**

Rond die getal 1048,547 af tot die

- a) naaste heelgetal (1)
- b) die eerste desimale plek (1)
- c) naaste 1000 (1)

[3]



Vraag 3 is baie swak beantwoord. Nadat die leerders die toets geskryf het, het ek waargeneem dat hulle geen kennis van notasie het nie. Hulle het die onkunde omseil deur van sakrekenaars gebruik te maak. Die leerders was baie twyfelagtig oor die konsepte *heelgetal* en *desimale breuk*. Hulle het nie die notasie- en plekwaardekolom geken nie en was ook onbekend met die begrip *desimale teken*. Hulle het dié teken as 'n komma beskou en nie geweet dat die desimale teken die skeiding tussen heelgetalle en die breuke op die plek- en notasiekolom aantoon nie. Die leerders se gebrekkige kennis van notasie en plekwaarde het hulle gekortwiek om tot oplossings te kom.

#### Vraag 4

- a) Justin beplan 'n hersieningsrooster vir die naderende eksamen. Hy besluit om 45 min op 'n slag te studeer, en om dan daarna 15 min te rus. Hy maak ook voorsiening vir ander aktiwiteite, soos eet, oefen en TV kyk. Help hom om sy tydrooster te voltooi deur dit oor te teken en dan die ontbrekende waardes in te vul. (9)
- b) Tydens die atletiekbyeenkoms het Patrick die 800m-wedloop in 2 min 54 sek voltooi, terwyl Jaco in 3 min en 3 sek klaargemaak het.
- i. Wie het die wedloop gewen? (1)
- ii. Wat was die tydsverskil tussen die twee atlete? (1)
- [11]

Die leerders was versoek om vir hulself 'n hersieningsrooster vir die naderende eksamen op te stel. Daar is besluit op 45 minute studeersessies aangesien die konsentrasie-vermoë in gedagte gehou is. Na elke studiesessie is daar 15 minute ontspanningstyd. Daar is ook voorsiening gemaak vir ander aktiwiteite soos eet, oefen en televisie kyk. Onderstaande tabel was aan die leerders verskaf waar hulle die tye korrek moes invul. Alle bewerkings van tyd word dus geëvalueer.

Tabel 4. 1 Tydbeplanningsrooster (Opgestel vir die studie)

Dag	Aktiwiteit	Begintyd	Tydsduur
Vrydag	Leer Wisk. Gel.	15:00	45min
	Rus	15:45	15min
	Leer LW	-----	45min
	Rus	-----	15min
	Leer Engels	17:00	-----
	Oefen, draf	17:45	-----
	Aandete en TV	18:45	1uur
	Leer Sakestudie	-----	45min
	Rus	-----	15min
	Leer Geografie	20:45	45min
	Ontspan	-----	

Leerdere het Vraag 4 baie swak beantwoord aangesien hulle die konsep *tyd* baie ingewikkeld gevind het. Die aftrek van twee verskillende tye van mekaar was 'n groot struikelblok. Die herbenoeming sowel as die proses van die omskakeling van ure na minute het hulle as geheel en al onbekend beleef al was dit deel van die kurrikulum van vorige jare. Die begrippe *digitaal* en *analoo* was ook onbekend alhoewel die leerders elke dag daarmee werk. Die digitale sowel as die analoë horlosies word in die leefwêreld gebruik. Tegnologie is meestal verrykend, maar in dié geval is die tegnologie 'n struikelblok aangesien die leerders nie weet waarmee hul werk nie en nie verstaan hoe om bewerkings, gebaseer op die verskillende horlosies, te doen nie. Dit wil dus voorkom of leerders nie begrippe wat in vorige jare behandel is, bemeester het nie of dat behoud van kennis gebrekkig was. Hul kennis van die vorige jaar se Wiskundige Geletterdheid is dus nie geïnternaliseer nie.

### Vraag 5

Mantombi werk vir die African Ideas firma wat in Johannesburg geleë is. Sy moet na Durban reis vir besigheid. Sy sal vir 5 dae weg wees. Sy ondersoek twee motorhuur ooreenkomste van twee verskillende maatskappye



Die totale koste van Amos Motorhuur vir die vyf dae word deur die volgende formule gegee:

$$\text{Totale koste (in rand)} = 5 \times 59 + (\text{aantal km meer as 500 km}) \times R1,29$$

- Skryf 'n vergelyking neer wat gebruik kan word om die totale koste van Redelike Motorhuur vir 5 dae te bereken. Totale koste (in rand). (3)
- Wys deur die vergelyking te gebruik dat dit vir Mantombi R940 sal kos as sy 1000km ver ry en van Amos Motorhuur gebruik maak. (3)
- Wys deur die vergelyking te gebruik dat dit vir Mantombi R425 sal kos as sy 1 000 km ver ry en van Redelike Motorhuur gebruik maak. (3)
- Vul die ontbrekende spasies in die tabel hieronder in. (3)

Aantal km gereis	100	250	500	1 000	1 500
Amos Motorhuur	295	295	x	x	x
Redelike Motorhuur			425		

[12]

Tabel 4.2 Verskillende pryse ten opsigte van motoropsies

Die leerders het Vraag 5 as 'n groot uitdaging ervaar. Die eerste struikelblok was die leeswerk. Die tweede probleem was dat die meeste leerders geen voorkennis van vergelykings of uitdrukkinge gehad het nie. Met behulp van die relevante voorkennis sou die leerders die verskil tussen 'n vergelyking en 'n uitdrukking geken het. Die leerders het ook gesukkel om die oop en geslote getal te verstaan. Die oop getal is die vergelyking.

### Vraag 6

a)  $3 \times 7 + 4 - 5 \times 2 =$  (1)

b)  $0,9 + 4,8 \div X = 6,9$  (1)

c) Bereken die area glas wat benodig word vir 'n venster  $2\frac{3}{8}$ m breed en 1,5m hoog. (3)

[5]

Die leerders het Vraag 6 swak beantwoord en sommige het geen poging aangewend om die opdragte te doen nie. Die kennis van *volgorde van bewerkinge* was beperk. Die leerders het nie geweet dat die inhoud van die hakies na een getal verwerk moet word nie. Die leerders het ook nie geweet dat die bewerkinge *vermenigvuldig en deel*, en *minus en plus* saam in 'n probleem hanteer word nie. Die kennis dat dit vanaf links na regs hanteer word indien hierdie twee bewerkinge saam in die voorbeeld verskyn, het ook ontbreek.

Die leerders het die swakste in die vraag oor die berekening van die area gevaar. Hulle het genoem dat hulle oor die sye getwyfel het. Hulle het nie geweet watter sy die lengte en watter sy die breedte is nie. Hulle het bevestig dat hulle glad nie die konsep *area* verstaan nie. Die leerders het die probleem probeer oplos deur die sye se lengtes bymekaar te tel; hulle het dus nie geweet wat die verskil tussen die konsepte *area* en *omtrek* is nie.

Samevattend kan gemeld word dat dit na die voorkennistoets duidelik was dat baie van die konsepte en berekeninge wat in vorige jare vasgelê moes gewees het, ontbreek het. Dit is moontlik dat die leerders nie in kennisvaslegging geslaag het nie, of nie die werk wat in vorige jare behandel is met insig aangeleer het nie, of dat die onderrigleerhandeling van baie swak gehalte was. Wat ook al die rede, dit was duidelik dat die konsepte wat in die toets aan die bod gekom het in die daaropvolgende maande behandel sou moes word.

## 4.4 INTERVENSIE

Op grond van die analise van die toetsresultate het ek 'n aantal betekenisvolle leemtes in die leerders se kennis geïdentifiseer wat ek deur middel van die probleemoplossingsbenadering wou aanspreek. Die leemtes wat geïdentifiseer is, is as voorbeeld gebruik: area, vergelykings, volgorde van bewerkings, afronding, tyd, verhoudings en laastens die invul van tabelle.

Die aanbieding wat volg is op my leergeleentheidbeplanning en die veldnotas wat tydens en na elke leergeleentheid gemaak is, gebaseer. Elke probleem wat bespreek word, was eiesoortig en het 'n eie benadering vereis. In die aanbieding van die data werk ek reflektief en vooruitskouend; ek toon aan wat ek uit die analise van die toetsdata as uitdaging gesien het en hoe ek geantisipeer het 'n probleemgebaseerde leergeleentheid sou verloop; daarna toon ek aan wat verloop het en wat ek daaruit ten opsigte van opeenvolgende leergeleentheid geleer het. Daar is sekere strategieë wat gevolg kan word, soos byvoorbeeld om te skat voordat daar berekeninge gedoen word. Die getalle in die berekeninge kan ook afgerond word.

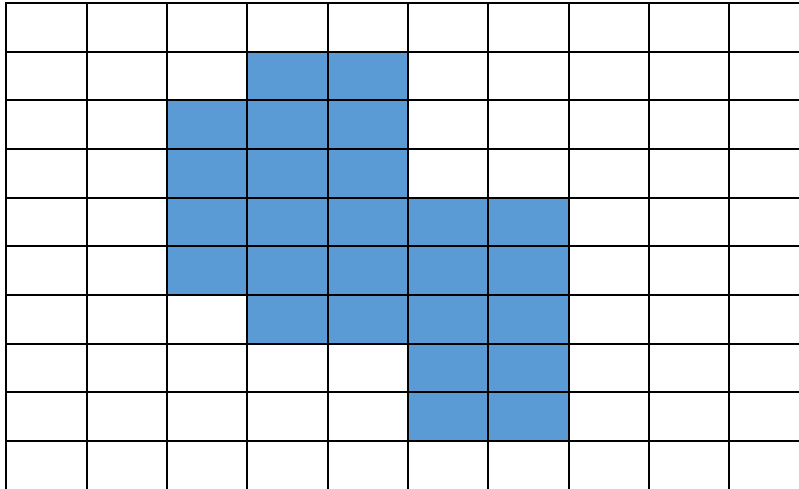
### 4.4.1 Intervensie 1: Berekening van area

In Vraag 6 (p:132) is daar 'n vraag oor area waarmee die leerders probleme ondervind het. Dit was vir my duidelik dat die leerders *area en omtrek* verwar. Die volgende voorbeeld is 'n ekwivalent van die vraag in die toets om die vakkennis en vaardighede van die leerders te bepaal.

#### Refleksie voor gebeure:

#### Die probleme wat ek voorsien het wat kan gebeur is:

- Leerders gaan *omtrek* en *area* verwar
- Die figuur wat nie 'n eensoortige vorm het nie. Sal die leerders die drie reghoeke kan uitken? Sal die leerders weet die area word uitgewerk met die formule, nadat die leerders die formule self ontdek het, naamlik  $Area = L \times B$
- Sal leerders kreatiewe maniere ondersoek om die probleem op te los?
- Sal die leerders die nodige voorkennis kan herroep?
- Sal die leerders die verband tussen die verskeie reghoeke kan uitken?



Figuur 4. 3 Bepaling van area

### **Leergeleentheidsaanbieding**

Die leerders is in groepe van vyf met 'n selfverkose leier ingedeel. Die vraag en figuur is aan elke groep gegee met die opdrag dat hulle na 'n oplossing vir die probleem moet soek.

Ek het die groepe waargeneem terwyl hulle met die taak besig was. Waar nodig, het ek vrae aan die leerders gestel om hulle na oplossings te begelei sonder om die antwoorde te verskaf. Ondersteuning is voortdurend gebied. Na 'n sekere tyd is die leerders se leerhandeling onderbreek en dan is idees uitgeruil.

### **Veronderstelling 1: Leerders kan *omtrek* en *area* verwar**

Die eerste probleem wat ek voorsien het, is bevestig. Die meeste van die leerders kon nie tussen die twee konsepte *omtrek* en *area* onderskei nie. Sommige leerders het die sye gemeet. Dit het my voorspelling bevestig. Die konsepte is toe via vraagstelling deur my aan die leerders gevra en indien daar enige onduidelikheid was, aan die leerders verduidelik. Dit is die eerste stap van Malouff (2015) se verstaan die probleem.

### **Veronderstelling 2: Die figuur wat nie 'n eensoortige vorm het nie**

Die tweede bekommernis was dat die leerders verward sou wees aangesien die figuur nie 'n bekende vorm is nie. Die leerders kon nie die verskillende reghoeke in die figuur waarneem

nie. Ondersteuning is gebied deur aan die leerders te vra of hulle een figuur sien of nie. Die meeste leerders het bevestig dat hul slegs een figuur sien, wat nie korrek is nie. Daar was leerders wat na die vraag- en antwoordsessie wel die verskillende reghoeke waargeneem het. Tabel 4.2 is aan die leerders verskaf om te besigtig en om afleidings te maak.

Tabel 4. 2 Riglyn vir die identifisering van die aantal reghoeke

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

Ek het aan die leerders gevra wat area is. Baie van die leerders kon nie konsep *area* verduidelik nie. Enkele leerders het verduidelik dat dit die ruimte is wat die figuur inneem. In gewone taal word area as die die spasie wat die figuur toemaak, beskryf. Ek het aangetoon dat daar vyf (5) blokkies in die horisontale ry en twee (2) blokkies in die vertikale ry is. Hoeveel blokkies vul die ruimte? Leerders tel die blokkies en kom by tien (10) uit. Ek het aan die leerders gevra wat 'n mens met die twee en die vyf kan doen om die totaal tien te kry. Die leerders sien nou dat  $2 \times 5 = 10$ . Ek het gevra watter afleiding gemaak kan word en die antwoord was dat een sy met die ander sy vermenigvuldig kon word. Dus: horisontale sy  $x$  die vertikale sy  $y$ . Area is dus Lengte (langste sy)  $\times$  Breedte:  $(5 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}^2)$ .

### **Veronderstelling 3: Kreatiewe denke word uitgedaag**

Alle verkeerde oplossings en die redes waarom dit onsuksesvol is, is behandel. Die leerders het geleer om lewensvatbare argumente te ontdek. Hul kritiese denke is ontwikkel deur ander se oplossings te evalueer sonder om beledigend te wees en ander se verkeerde oplossings te misken. Die leerders moes beseft dat die korrekte antwoord nie die hoogste waarde was nie, maar wel die proses om die oplossing te vind. Wiskundige Geletterdheid is veronderstel om leerders se karakters te bou. In die Wiskundige Geletterdheidsklas moet leerders tot probleemoplossers ontwikkel en dit in hul alledaagse leefwêreld toepas.

### **Veronderstelling 4: Refleksievaardighede word getoets.**

Die feit dat die leerders die begrippe *omtrek* en *area* verwar het, die sye wou meet, asook nie die verskillende reghoeke kon uitken nie, bevestig die vermoede dat geen of baie min

refleksievaardighede ontwikkel is. Die leerders moes nog baie ondersteunende intervensie-aktiwiteite doen.

**Veronderstelling 5: Sal die leerders die verband tussen die verskeie reghoeke kan uitken?**

Nadat die leerders na hulle banke teruggegaan het en die probleem weer probeer oplos het, was die volgende vraag of hulle sou weet hoe om die drie reghoeke se areas bymekaar te tel.

Die leerders het in groepe gewerk en die area van die ingekleurde gedeelte van die figuur bepaal. Op hul eie het hulle ontdek dat die drie areas bymekaar getel moet word om die totale area te bepaal.

$$\begin{aligned} \text{Area} &= \text{Lengte} \times \text{Breedte} \\ &= 4 \times (1 \times 1)\text{cm}^2 + 12 \times (1 \times 1)\text{cm}^2 + 10 \times (1 \times 1)\text{cm}^2 \\ &= (4 \times 1)\text{cm}^2 + (12 \times 1)\text{cm}^2 + (10 \times 1)\text{cm}^2 \\ &= 4\text{cm}^2 + 12\text{cm}^2 + 10\text{cm}^2 \\ &= 26\text{cm}^2 \end{aligned}$$

**Assessering**

Volgens die effektiewe assessering van probleemoplossing van Szetela en Nicol (1992) het die leerders aanvanklik 0 uit 4 behaal. Hulle kon nie die twee konsepte onderskei nie. Na blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die leerders allerhande strategieë gebruik om die probleem op te los. 'n Groot gedeelte van die leerders in die klas het die toepassing van die strategieë gedeeltelik bemeester. Daardie leerders het 3 uit 4 behaal. Die leerders kon die onderskeid maak, maar het nie geweet hoe om die drie verskillende areas bymekaar te tel nie. Die sterker leerders het onderskeidelik 3 uit 4 of 4 uit 4 vir hul bereiking van die uitkoms behaal. Die ander leerders het na vele probeerslae die uitkoms bereik.

**Gevolgtrekking**

Die feit dat die leerders deursettingsvermoë getoon het en aanhoudend gepoog het om die probleem op te los, was verblydend. Hul redenasies en regverdiging vir hul oplossings het getoon dat daar wel progressie in hul vaardighede was. Die uitdagings wat bo hul vermoë was,



het hul kognisie uitgedaag. Hul gebruik van strategieë het getoon dat hulle meer kreatief begin dink het. Polya (1945) se vier eienskappe van probleemoplossing het te voorskyn gekom. Die leerders het besef wat die probleem is, hulle het die verskillende strategieë bedink en gekies, dit gebruik en daarna die oplossings geëvalueer en regverdig.

Nadat die leerders die konsep *area* bemeester het, is daar 'n voorbeeld wat in die Graad 11-vraestel verskyn, gegee om op te los. Die voorbeeld was gekoppel aan die realistiese leefwêreld van die leerders.

Die onderstaande diagram stel die verpakking voor waarin die duvet verkoop word. Daar word van die leerders verwag om die area van die verpakking te bereken. Alle afmetings word aan die leerders verskaf. Die leerders se kennis oor area word uitgedaag.

### **Aktiwiteit**

'n Leerder gaan na die Karoo Hoogland Hoërskoolkoshuis sodat sy al haar aandag aan haar studies kan wy. Sy benodig 'n duvet vir haar kamer aangesien daar geen beddegoed aan leerders verskaf word nie. Die duvet kom in 'n verpakking soos in die onderstaande Figuur 4.4 voor.



Figuur 4. 4 Duvetbinneverpakking

Die leerders se oplossing was verblydend. Hulle het die konsep *area* begryp en die formule wat hulle tydens klassituasies bepaal het, gebruik. Die verskillende meeteenhede het van die leerders mislei, maar die meeste het die vanglek raakgesien. Die 1 100 mm is eers na cm herlei deur met 10 te deel.

$$\begin{aligned}\text{Area} &= L \times B \\ &= 110 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} \\ &= 9\,900 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

#### **4.4.2 Intervensie 2: Die gebruik van vergelykings in probleemoplossing**

Uit die analise van die voortoets het dit geblyk dat leerders ook met vergelykings probleme ondervind. Ek het derhalwe 'n voorbeeld van vergelykings in 'n probleemgebaseerde leergeleentheid ingesluit. Die skryf van getalsinne kan gebruik word om probleemsituasies te beskryf en kan ook as voorbereiding vir die skryf van algebraïese uitdrukkings soos opgeteken in die Kurrikulum- en Assesserings-beleidsverklaring (2011) dien. Leerders moet dus bewus wees van die feit dat vergelykings ekwivalensie aandui. Dit blyk heel vanselfsprekend te wees dat dit wat aan die een kant van die vergelyking staan, gelyk is aan dit wat aan die ander kant van die vergelyking staan.

Die volgende voorbeeld is ekwivalent aan Vraag 5 (p:131) waar vergelykings met weinig positiewe uitkomstetoets is. Die volgende vraag is aan die leerders gegee om te bepaal of die uitkomstebereik kon word.

Die onderstaande diagram verteenwoordig die twee selfoonkontrakte wat die maatskappy aanbied.

**Vraag:**

Mev de Villiers is op pad met vakansie. Haar selfoon raak verlore en sy moet dadelik 'n nuwe selfoon aanskaf. Mev de Villiers is 'n Uitvoerbestuurder van 'n bekende maatskappy. Sy maak baie gebruik van haar selfoon. Die minimum minute wat sy in 'n maand gebruik is 300 min. Bepaal haar minimum koste per maand vir elke opsie.

Daar word twee diagramme, met alle toepaslike inligting, aan die leerders verskaf. Die twee opsies moet ondersoek word om sodoende die toepaslike opsie te kan kies.



Per minuut: R2,10

Eerste: 150 minute gratis



Kontrak: R200,00

100 minute gratis

Per minuut: R1,50

Figuur 4. 5 Selfoonopsies

**Probleme wat antisipeer is:**

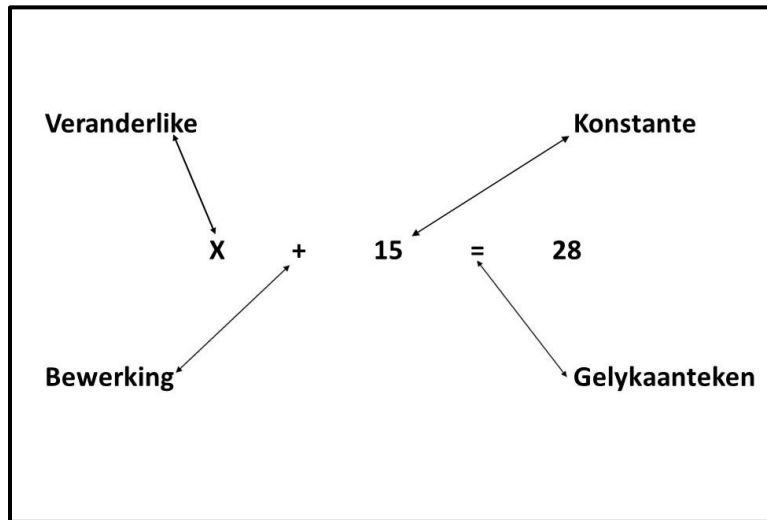
- Die leerders weet nie wat 'n vergelyking is nie.
- Wat word in dié geval vergelyk?
- Kan vergelykings getref word as daar net een voorbeeld is?
- Die leerders weet nie waar om te begin nie.

Dieselfde prosedure soos in die indeling van groepe en die groepleiers is gevolg. Weereens het ek vanuit die veronderstellings gemaak, vertrek.

### Veronderstelling 1: Die leerders weet nie wat 'n vergelyking is nie

Op die vraag, *Waaruit bestaan 'n vergelyking?* kon die leerders geen antwoord bied nie. Ten einde hulle te help, het ek die volgende teoretiese inligting aan hulle verskaf.

Die onderstaande figuur verduidelik presies aan die leerders uit watter komponente die vergelyking bestaan en hoe om 'n vergelyking te skryf. Enige vergelyking bestaan uit 'n veranderlike of onbekende, bewerkingsteken, konstante, gelyk aanteken en die antwoord.



Figuur 4. 6 Komponente van vergelykings

In antwoord op die vraag wat 'n vergelyking is, het die leerlinge op grond van die diagram geantwoord dat dit iets is wat jy met iets anders vergelyk. Dit was duidelik dat nie al die leerders hierdie begrip verstaan het nie.

### Veronderstelling 2: Leerders weet nie wat om te vergelyk nie

Ek het teruggekeer na die oorspronklike vraag en gevra, *Watter vergelyking kan ons met die gegewens van die eerste selfoondiagram opstel?* Die leerders het aangetoon dat die eerste stap is om te bepaal hoeveel mev. De Villiers per foon moet betaal. Die leerders het ontdek dat die inligting op die diagramme die ander deel van die vergelyking is. Ek het versoek dat hulle die vergelyking in groepverband neerskryf. Die leerders het eers baie strategieë implementeer. Die hantering van die gratis minute het die leerders se kreatiewe- sowel as kritiese denke uitgedaag, maar na vele probeerslae het die oplossing uit die leerders gekom.

### **Eerste selfoon vergelyking**

Koste: (aantal minute – gratis minute) R 2,10

Koste: (300 minute – 150 minute) R 2,10

= (150 minute) R 2,10

= R 315

### **Tweede selfoon vergelyking**

Koste: R 200 + (getal minute – gratis minute) R 1,50

Koste: R 200 + (300 min – 100 minute) R 1,50

= R 200 + (200 x R 1,50)

= R 200 + R 300

= R 500

### **Veronderstelling 3: Leerders beseef nie dat meer as een item nodig is om vergelykings te tref nie**

Alhoewel leerders nie aanvanklik beseef het dat twee stappe inligting nodig is om 'n vergelyking te tref nie, het die bespreking hulle baie gehelp om die nodige insig te verwerf. Nadat leerders die twee vergelykings ontwikkel het, kon hulle konfedereer en begin vergelykings maak. Die leerders se getallebegrip is vervolgens uitgedaag. Leerders het genoem dat die tweede opsie die beste was aangesien dit R 315 as koste bereken het teenoor die eerste opsie van R 500.

### **Veronderstelling 4**

Soos verwag, het leerders aanvanklik nie geweet waar om te begin nie. Dit was opvallend dat sommige leerders die vergelykingkomponente omgedraai het, byvoorbeeld  $R 1,50 + R 200 =$  Koste (getal minute – gratis minute). Die leerders het dus met Polya (1945) se Stap 1, *Verstaan of ken die probleem* 'n probleem gehad. Die probleem is die koste, dus is dit net meer logies om die woord *koste* eerste in die vergelyking te skryf.

## **Assessering**

Aanvanklik het die leerders volgens die analitiese skaal van Szetela en Nicol (1992) 2 uit 4 behaal wat beteken dat hulle die grootste deel van die probleem misverstaan het.

Die tweede probleem wat in die klas manifesteer het, was die gratis minute. Polya se Stap 2 is *Wat moet ek probeer om die probleem op te los?* Die leerders het besef dat die gratis minute afgetrek moet word, maar die probleem was wanneer dit gedoen moes word. Hulle het getwyfel of die koste van die gegewens binne die hakies eers uitgewerk moet word en die gratis minute dan van die hoeveelheid minute afgetrek moet word, of die aftrekking van die gratis minute eers gedoen moes word en daarna die vermenigvuldiging wat die antwoord van die gegewens binne die hakie sou verskaf. Hulle het onder mekaar gesels en tot die insig gekom dat die gratis minute eerste afgetrek moes word anders sou mev. De Villiers vir die gratis minute ook moes betaal. Die analitiese skaal van Szetela en Nicol (1992) noem dat indien die strategieë net gedeeltelike oplossings bied, soos in dié geval, die leerders slegs 2 uit 4 behaal.

Die derde probleem was die vaste of voorafbetaalde bedrag van Opsie 1. Die leerders moes eers klarigheid kry oor waar die bedrag vandaan kom. Na groepwerk het hulle besef dat dit die eintlike prys van die selfoon is wat mev. De Villiers maandeliks afbetaal.

## **Gevolgtrekking**

Die leerders het aanvanklik baie probleme ondervind om die oplossings te vind, maar het al hoe meer van strategieë (Polya, Stap 3) gebruik gemaak. Die leerders het in so 'n mate in die ses maande verbeter dat sommige leerders 3 uit 4, en 4 uit 4 vir die oplossings behaal het. Polya se Stap 4, naamlik *Refleksie* is toegepas en die leerders het regverdiging vir hul antwoorde gegee. Hul vaardighede en kennis het verbeter aangesien kreatiewe en kritiese denke wat hulle geleer het om tydens die probleemoplossingsbenadering te gebruik, uitgedaag is.

### **4.4.3 Intervensie 3: Gebruik van substitusie in probleme**

Substitusie kom in die aanvanklike toets in Vraag 5 (p:131) voor en vloei uit die vergelykings wat die leerders in die oefening moes uitvoer, voort. Nadat die vorige voorbeeld beter deur die leerders geassimileer is, is daar na die volgende aktiwiteit oorgegaan.

Die oplossings van die vergelykings moes nou in die tabel aangeteken word. Die leerders het die vergelykings beter verstaan, maar kon nie die lyn deurtrek vanaf hoe die vergelyking gebruik kan word om die tabel in te vul nie. Hulle het die volgorde van die komponente uitdagend gevind al was dit gedeeltelik 'n herhaling van die vorige vraag. Die oplossings was nie verkeerd nie, maar nie wiskundig korrek nie. Die onbekende in Wiskundige Geletterdheid moet altyd die vergelyking inlei. Die leerders het die onbekende soms na die *is gelyk aan*-teken (=) geskryf. Die invul van 'n tabel was vir die leerders onnodige werk. Hulle het genoem dat dit net ekstra werk was na al die oplossings vir die vergelykings wel reeds gevind is. Die leerders het ook nie geweet wat vergelyk word en hoe dit in die tabel moes reflekteer nie. Die konsep *substitusie* was onbekend aan hulle. In hierdie oefening het ek verwag dat leerders die vergelykings van die selfoonopsies sou gebruik om die tabel te voltooi.

**Ek het die volgende probleme voorsien:**

- Refleksie op die vorige voltooide werk in Vraag 4.2 aangesien die vergelykings implementeer moes word om die tabel te voltooi.
- Die leerders kon uitdagings ondervind om die vergelyking se komponente weer in die regte volgorde te herhaal.
- Leerders weet nie waarom tabelle gebruik word nie.
- Leerders weet nie wat vergelyk word nie.

**Onderwyseres:** Wat word in die tabel geskryf?

**Leerdersgroep:** Leerders poog om oplossing te vind; hulle praat in groepe en stel die kostes voor.

**Onderwyseres:** Dit is die kostes; dus is die antwoord korrek, maar wat is die doel daarvan?

**Leerdersgroep:** Leerders twyfel baie. Hulle kan nie die twee konsepte, naamlik die vergelykings en die invul van die tabel korreleer nie.

**Onderwyseres:** Die onderwyseres besef dat die leerders nie die rede vir die gebruik van die tabel begryp nie. Ondersteuningsvrae word gevra. Waarom gebruik ons 'n tabel?

- Leerdersgroep:** Om die antwoorde van die vergelykings in te skryf.
- Onderwyseres:** Die antwoord is gedeeltelik korrek. Is dit nie om die hoeveelheid inligting wat ons nou uitgewerk het, saam te vat in een tabel om die uitkomst dadelik te kan waarneem nie?
- Leerdersgroep:** Leerders doen groepwerk en kom tot die besef dat dit baie makliker is om die antwoorde te vergelyk as dit so bymekaar in tabelvorm is.
- Onderwyseres:** Dieselfde vraag word weer gevra, naamlik, *Wat word in die tabel vergelyk?*
- Leerdersgroep:** Leerders konfedereer in groepe en noem dat die kostes van die twee maatskappye vergelyk word.
- Onderwyseres:** Wat is die rede vir die vergelyking van die kostes?
- Leerdersgroep:** Leerders noem dat mev. De Villiers die toepaslike keuse t.o.v. watter selfoonkontrak om te kies, moet maak sodat dit haar sak pas.
- Onderwyseres:** Wat is die regte keuse indien julle na die tabel kyk en waarom?
- Leerdersgroep:** Leerders lees die oplossing direk van die tabel af. Die antwoorde verskil; sommige verwys na Opsie 1 en ander na Opsie 2.
- Die tabel met die oplossings van die twee vergelykings is getoon nadat die leerders die kostes in die vergelykings uitgewerk het.

### **Vergelyking 1**

Koste:  $R\ 200 + (\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 1,50$

### **Vergelyking 2**

Koste:  $(\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 2,10$

Die onderstaande tabel word aan die leerders voorsien om 'n keuse te kan maak sodat die beste opsie gekies word om by die behoefte te pas.



Tabel 4. 3 Pryse van verskillende maatskappye

<b>Aantal Minute</b>	300	350	400	450
<b>Opsie 1</b>	500	575	650	725
<b>Opsie 2</b>	315	420	525	630

**Probleme wat voorsien is:**

- Die konsep *substitusie*.
- Die leerders twyfel oor waar die aantal minute in die vergelyking moet kom.

**Voorspelling 1:** Die leerders het nie die konsep *substitusie* geken nie.

Die leerders doen groepwerk en besluit wat die konsep *substitusie* beteken en hoe hulle dit gaan verwoord. Die leerders het verskeie definisies gegee, maar die beste definisie vir die navorser was dat die woorde *aantal minute* verplaas moet word met die getal 300 en daarna moet al die ander getalle in die tabel volg.

**Voorspelling 2: Die volgende probleem was waar om die aantal minute in die tabel in te skryf.**

Na 'n redelike tydjie van beraadslaging het die leerders oplossings voorgestel. Nadat die oplossings van die vergelykings verkry is, het dit voorgekom of substitusie vir die leerders meer insiggewend was. Hulle het dit vinniger baasgeraak. Die oplossings is daarna toegepas om die kostes van die twee maatskappye in die tabel in te vul.

**Oplossings: Opsie 1**

$$\begin{aligned}
 &\text{Koste: } R\ 200 + (\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 1,50 \\
 &= R\ 200 + (300 - 100) R1,50 \\
 &= R\ 200 + (200) R1,50 \\
 &= R\ 200 + R\ 300 \\
 &= R\ 500
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Koste: } & R\ 200 + (\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + (350-100) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + (250) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + R\ 375 = R\ 575 \\
& = R\ 575
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Koste: } & R\ 200 + (\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + (400-100) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + (300) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + R\ 450 \\
& = R\ 650
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Koste: } & R\ 200 + (\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + (450-100) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + (350) R\ 1,50 \\
& = R\ 200 + R\ 525 \\
& = R\ 725
\end{aligned}$$

**Oplossings: Opsie 2**

$$\begin{aligned}
\text{Koste: } & (\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 2,10 \\
& = (300 - 150) R\ 2,10 \\
& = (150) R\ 2,10 \\
& = R\ 315
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Koste: } & (\text{aantal minute} - \text{gratis minute}) R\ 2,10 \\
& = (350-150) R\ 2,10 \\
& = (200) R\ 2,10 \\
& = R\ 420
\end{aligned}$$

Koste: (aantal minute – gratis minute) R 2,10

$$= (400 - 150) R 2,10$$

$$= (250) R 2,10$$

$$= R525$$

Koste: (aantal minute – gratis minute) R 2,10

$$= (450 - 150) R 2,10$$

$$= (300) R 2,10$$

$$= R 630$$

### **Assessering**

Aanvanklik het die leerders glad nie die konsep *substitusie* geken nie. Volgens die effektiewe assessering van probleemoplossing deur Szetela en Nicol (1992) het sommige leerders aanvanklik 0 uit 4 behaal. Enkele leerders wat die probleem gedeeltelik verkeerd interpreteer het, het 2 uit 4 vir hierdie afdeling, naamlik *verstaan die probleem* behaal.

Na verskeie ondersteuningsvrae en met die begeleiding van die onderwyseres het die leerders die konsep verstaan en was daar verbetering in die uitslae. Daar was selfs leerders wat na blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering 2 uit 2 vir die beantwoording van die vraag behaal het.

Die tweede voorspelling, dat die leerders nie sou weet hoe om die tabel te voltooi nie, is ook bevestig. Leiding en ondersteuning soos in die probleemoplossingsbenadering verlang, is gebied, en nadat die leerders die redes vir tabelle begryp het, het alles in plek geval.

Volgens die effektiewe assessering van probleemoplossing deur Szetela en Nicol (1992) het die leerders aan die begin 0 uit 4 behaal. Na blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het sommige leerders volpunte vir die oplossing van die probleem behaal. Van die leerders het 2 uit 2 vir die oplossing van die probleem behaal, met ander woorde hulle het die uitkoms bereik.

## **Gevolgtrekking**

Die leerders wat die verkeerde opsie, naamlik Opsie 1 gekies het se probleem was getallebegrip. Nadat die leergeleentheid oor substitusie afgehandel is, het die onderwyseres die volgende leergeleentheid, naamlik getallebegrip, plekwaardes en notasie beplan. Die leerders se oplossingsvaardighede het verbeter as gevolg van die toename in selfvertroue en waagmoed wat aan die dag gelê is. Hul verantwoordelikheid ten opsigte van hul werk, oordeelsvermoë, doelgerigheid en selfbeheersing het ontwikkel. Die probleemoplossingsbenaderingproses het ontwikkel en die kwaliteit van die uitkomst, met ander woorde die produk van die probleemoplossingsbenadering, het verbeter. Die probleemoplossingsbenadering het vrugte afgewerp.

### **4.4.4 Intervensie 3: Berekening van tyd**

Vraag 4 (p:129) van die eerste toets het 'n aantal vrae oor tyd en tydsberekening ingesluit waarmee leerders probleme ervaar het. Intervensie 3 is 'n ekwivalente aktiwiteit oor tyd.

Die leerders het verskeie uitdagings met tyd ervaar. Die eerste uitdaging was om die verskillende begrippe te fasiliteer aangesien die leerders nie die verskil tussen 'n analooghorlosie en 'n digitale-horlosie geken het nie. Die eerste uitdaging was die omskakeling van ure na minute en sekondes, en daarna die omskakeling van dae en ure na ure en minute.

Aan die begin van die jaar het die leerders met die konsep *tyd* in Vraag 4 te doen gekry. Die uitkoms was nie baie positief nie. Die bekommernis was dat daar vrae in die Graad 12-eindeksamen verskyn wat aftrekking en optelling van tyd eksamineer.

Ek het die leergeleentheid ingelei deur middel van geskiedkundige feite oor die konsep *tyd*. Galileo Galilei is in 1564 gebore. Hy het die pendulum as meganisme om tyd te meet, bekend gestel; dit het ure fyner in minute en sekondes gemeet (Machamer, 2017). Galilei het oënskynlik na 'n lamp wat in 'n katedraal geswaai het, gekyk. Die lamp se tyd is met sy polsslag gemeet. Die waarneming was dat die lamp dieselfde tyd as sy polsslag geneem het om van die een kant na die anderkant te swaai. 'n Pendulum is toe deur hom gebruik om sy waarneming te staaf. Verskeie soorte sonwysers, kerse, uurglase, waterhorlosies en pendulumklokke is later gebruik om tyd te lees (Machamer, 2017). Twee tipes horlosies is die analoog- en die digitale horlosie. 'n Analooghorlosie werk met die wysers – kort wyser vir ure en lang wyser vir die minute.

Die onderstaande horlosie word die analooghorlosie genoem aangesien dit uit syfers bestaan. Die horlosie bestaan uit 2 wysers. Die kortwyser is die uurwyser en die ander wyser, naamlik die langwyser verteenwoordig die minute. Sommige analooghorlosies het ook 'n sekondewyser wat gewoonlik baie dun is om die verskil tussen die sekonde- en minutewyser aan te toon. In die onderstaande diagram is al drie wysers teenwoordig. Die analooghorlosie meet tyd oor 12 uur.

### Analooghorlosie



Figuur 4. 7 Voorbeeld van 'n analooghorlosie

Onderstaande diagram vertoon die digitale horlosie wat op die skerm van alle selfone verskyn.

### Die digitale horlosie



Figuur 4. 8 Digitale horlosie: Artphone C1 GSM Big Button Mobile Phone

Die tweede tipe horlosie is die digitale horlosie. 'n Digitale horlosie wys die tyd net met syfers wat die ure, minute en sekondes aantoon. Die digitale horlosie meet tyd oor 24 uur.

Die volgende omskakelings is aan die leerders gegee:

- 1 minuut = 60 sekondes
- 1 uur = 60 minute
- 24 uur = 1 dag
- 7 dae = 1 week
- 12 maande = 1 jaar
- 52 weke = 1 jaar
- 365 dae = 1 jaar
- 366 dae = 1 skrikkeljaar
- 10 jaar = 1 dekade
- 100 jaar = 1 eeu
- 1 000 jaar = 1 millennium

Nadat die geskiedenis van tyd aan die bod gekom het, is die leerders met 'n aktiwiteit gekonfronteer.

**Probleme wat die leerders moontlik kon ondervind:**

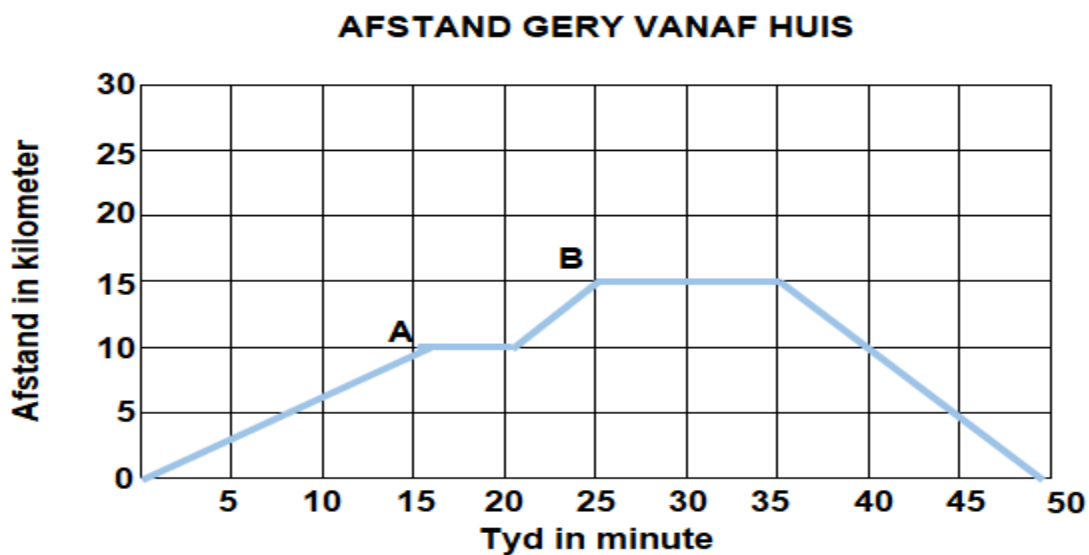
- Die konsepte *analoog* en *digitaal*
- Die konsep *tyd*
- Die lees van die grafiek af
- Die berekening van tyd

Mevrou Van Niekerk het twee kinders, Danie en Ilene, wat in verskillende skole is.

Die volgende inligting beskryf mev. Van Niekerk se roetine vir 'n sekere oggend:

- Sy neem Ilene (7 jaar) en Danie (17 jaar) per motor na hulle onderskeie skole.
- Sy laai Ilene eerste by punt A af.
- Daarna neem sy Danie na sy skool toe by punt B.
- Daarna gaan sy terug huistoe.

Gebruik die onderstaande grafiek om die vrae wat volg te beantwoord.



**Onderwyseres:** Hoe lank was mev. Van Niekerk weg van die huis?

**Leerdersgroep:** Die leerders weet glad nie hoe om tyd te bepaal nie.

**Onderwyseres:** Die onderwyseres lê klem op die bestudering van die vertikale sowel as die horisontale as. Wat staan op die onderskeie asse?

**Leerdersgroep:** Leerders werk in groepe en bestudeer die grafiek. Hulle benoem die horisontale as die x-as wat die tyd in minute reflekteer. Die vertikale as is die y-as en reflekteer die afstand in kilometer. Die leerders het voorkennis herroep. Dit was verblydend.

- Onderwyseres:** Hoe lank was mev. Van Niekerk weg van die huis?
- Leerdersgroep:** Leerders het genoem dat die meeste minute wat op die grafiek aangeteken is 50 minute was.
- Onderwyseres:** Leerders het die korrekte afleiding gemaak. Die onderwyseres het die ontwikkeling van die leerders waargeneem.
- Leerdersgroep:** Leerders vra waarom daar 'n plato op die grafiek is.
- Onderwyseres:** Waarom dink julle? Wat kan die oorsaak wees?
- Leerdersgroep:** Leerders bespiegel en stel voor dat dit 'n gelyk stuk pad op pad skool toe kon wees. Dit kon ook wees dat sy vir 10 minute teen dieselfde spoed gery het. Daar is ook 'n kans dat mev. Van Niekerk vir 'n sekere tyd by Danie se skool vertoef het.
- Onderwyseres:** Kan ons nou aflei dat indien die pad gelyk was, sy teen dieselfde spoed gery het of het mev. Van Niekerk by die skool vertoef?
- Leerdersgroep:** Leerders moes daarna groepwerk doen en kom tot die gevolgtrekking dat mev. Van Niekerk wel by die skool vertoef het.
- Onderwyseres:** Hoe ver is dit vanaf mev. Van Niekerk se tuiste tot by die skool?
- Leerdersgroep:** Leerders trap klei. Hulle kan nie A as die bestemming sien nie. Nadat hulle dit in groepwerk uitsorteer het, kon hulle die antwoord gee, naamlik 10 km.
- Onderwyseres:** Hoe lank neem dit mev. Van Niekerk om tot by Ilene se skool te ry?
- Leerders:** Die leerders lees van grafiek af dat die 10 km op die vertikale as in verhouding met die horisontale as staan. Dit gee die antwoord weer as 15 minute.
- Onderwyseres:** Hoe ver is Danie se skool by punt B van die huis af?
- Leerders:** Leerders korreleer dit met Ilene se skool se afstand wat as A op die grafiek aangedui is. Danie se skool word dus as B op die grafiek aangedui. Leerders se antwoord was 15 km wat korrek is.
- Onderwyseres:** Die onderwyseres is opgewonde oor die herkenning van dieselfde scenario.
- Die volgende vrae staan nie in verband met die grafiek wat aan die leerders verskaf is nie. Die optel en aftrek met tyd is voorts ondersoek.



- Onderwyseres:** Danie gaan op 'n skooluitstappie en moet Vrydagmiddag kwart oor twee op die bus klim; hoe sal jy dit in digitale tyd skryf?
- Leerdersgroep:** Groepwerk word gedoen. Die leerders het voorbeelde van horlosies besigtig. Die leerders noem dat 'n kwart 15 minute is.
- Onderwyseres:** Leerders reflekteer.
- Leerders:** Noem dat daar 2:00 langs die 2 op die horlosie aangedui word.
- Onderwyseres:** Is die skryfwyse van die digitale tyd korrek?
- Leerders:** Verstaan nie die vraag nie.
- Onderwyseres:** Die onderwyseres besef dat die leerders nie weet wat die formaat van digitale tyd is nie. Die onderwyseres doen intervensie en dui die regte formaat van digitale tyd aan, naamlik 00:00:00. Die formaat stel die ure, minute en sekondes voor. Die leerders kan dit nie self ontdek nie; dit is gevolglik een van die konsepte wat aan die leerders voorgelê moet word.
- Leerders:** Leerders let op dat die skryfwyse op die diagram van die digitale horlosie foutief is. Leerders ondersoek nou die situasie verder.
- Onderwyseres:** Die digitale horlosie dui slegs 12 ure aan. Daar is genoem by die behandeling van die geskiedenis van tyd dat digitale tyd 24 ure in die dag weerspieël. Hoe gaan die probleem opgelos word?
- Leerders:** Die leerders het tydens die groepwerk met interessante oplossings vorendag gekom, maar toe tot die slotsom gekom dat dit iets met nog 'n 12 te doen het.
- Onderwyseres:** Wat sal julle sê kan ons doen om die 12 ure van die 24 ure van die dag te akkommodeer?
- Leerders:** Sommige leerders antwoord *Aftrek* en ander *Optel*.
- Onderwyseres:** Albei is in 'n sekere sin korrek. Dit hang af hoe jy daarna kyk. Kyk na optelling. Kyk wat julle opmerk.
- Leerders:** Leerders konfereer en noem dat die 12 ure op die digitale horlosie slegs die dag of die nag toon.
- Onderwyseres:** Dit is korrek. Ons aanvaar dat dit die begin van die dag is. Waar begin die dag?
- Leerders:** Sommige leerders noem *In die nag* en ander *In die dag*.

**Onderwyseres:** Die onderwyseres vra ondersteunende vrae. Wat word dit genoem as die son direk op die aarde skyn? Dit is middag want jy kan die son duidelik sien. Wanneer begin die nuwe dag dan? In die oggend wanneer jy nie die son kan sien nie.

**Leerders:** In die nag wanneer jy nie die son kan sien nie. Dus 00:00:00. Die volle dag is vanaf 00:00:00 tot 24:00:00 Dus begin die dag in die nag en eindig in die volgende nag.

**Onderwyseres:** Die onderwyseres herhaal die vraag. Indien Danie op 'n skooluistappie gaan en Vrydagmiddag kwart oor twee op die bus moet klim, hoe sal jy dit in digitale tyd skryf? Daar is nie sekondes nie daarom laat ons die laaste twee plekke van die formaat weg.

**Leerders:** Antwoord: 12 uur vanaf die nag: 00:00:00 + 2 uur van die dag + 15 minute. Dus 14:15.

**Onderwyseres:** Korrek. Indien Danie se ouers hom om 20:10 by die skool moet kom haal, hoe lank gaan die uitstappie neem?

**Leerders:** Verskeie strategieë word uitprobeer. Diegene wat optel tel vanaf 14:15 tot die volgende uur wat 15:00 is. Dus 0 uur 45 min. Dan tel hulle vanaf 15:00 tot 20:10 en vind 5 ure.

Hul antwoord is dus 5 ure en 55 minute.

Die ander strategie wat gebruik is, is aftrekking.

20 ure 10 minute – 14 ure 15 minute

Tyd: = 20 ure 10 minute

19 ure en 60 minute

19 ure 70 minute (die nuwe totaal vir minute)

19 ure en 70 minute – 14 ure 15 minute

70 minute – 15 minute = 55 minute

19 ure – 14 ure

5 ure en 55 minute

Tel die oorspronklike 10 minute by die herbenoemde 1 uur se 60 minute om die 70 minute te kry waarvandaan die 15 minute nou afgetrek moet word

Die minute (-) word afgetrek

Trek die ure af

Die probleem: 15 minute kan nie van 10 minute afgetrek word nie. Dit moet dus herbenoem word. 1 uur bevat 60 minute. Trek die uur van die 20 ure af. 19 ure bly oor. Tel dit by die 10 minute. Dus 70 min. Aftrekking gaan normaal voort.

**Onderwyseres:** Mooi, albei is korrek, maar watter een van die voorbeelde sal met oefening die vinnigste afgehandel word?

**Leerders:** Die meeste leerders verkies die tweede oplossing.

### **Assessering**

Die leerders het aanvanklik geen voorkennis van tyd gehad nie. Hulle kon net die tyd van die digitale horlosie aflees. Die aflees van die grafiek was die eerste probleem. Die eerste probleem was hoe lank mev. Van Niekerk van die huis af weg was. Volgens die effektiewe assessering van probleemoplossing deur Szetela en Nicol (1992) het sommige leerders aanvanklik 0 uit 4 behaal. Aangesien hulle geen kennis gehad het nie, het ek hulle eers aan al die inligting oor tyd blootgestel. Dit sou onbillik wees om hulle te assesseer.

Daarna het ek hulle met 'n aktiwiteit – die grafiek – gekonfronteer en hulle geassesseer. Van die leerders het wel beter gevaar en kon 2 uit 4 vir die gedeeltelike verstaan van die probleem behaal. Daar was enkele leerders wat die proses so goed verstaan en toegepas het dat hulle vir die kwaliteit van die oplossing 2 uit 2 behaal het. Hulle het regverdiging vir hul antwoorde verskaf.

Met die aflees van die tydsduur op die grafiek het dit beter gegaan. Die leerders het na die eerste vraag se ondervinding met die aflees van die grafiek meer begrip getoon. Hulle het gemiddeld 3 uit 4 vir die vraag behaal. Al die opeenvolgende vrae wat met die aflees van die grafiek te doen gehad het, is korrek beantwoord. Die leerders het meestal volgens die analitiese skaal van die effektiewe assessering van probleemoplossing deur Szetela en Nicol (1992) goed gevaar en oorwegend 3 uit 4 behaal. Sommige leerders het vir die kwaliteit van die oplossing 2 uit 2 behaal.

Die aftrekking van tyd was problematies. Leerders het ontoereikende kennis gehad. Aanvanklik het die meeste leerders 0 uit 4 behaal. Na blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die uitkoms verbeter. Die leerders het gemiddeld 2 uit 4 vir gedeeltelike begrip behaal en dus gedeeltelike oplossings gevind. Die sterk leerders in die klas het 2 uit 2 vir die uitkoms behaal.

Die proses met die aftrekking van tyd was problematies. Leerders het ontoereikende kennis gehad. Aanvanklik het die meeste leerders 0 uit 4 ontvang. Na blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het leerders verbeter. Die gemiddelde leerders het 2 uit 4 vir gedeeltelike begrip behaal en dus gedeeltelike oplossings verkry. Die sterk leerders in die klas het 2 uit 2 vir die uitkomst bereik.

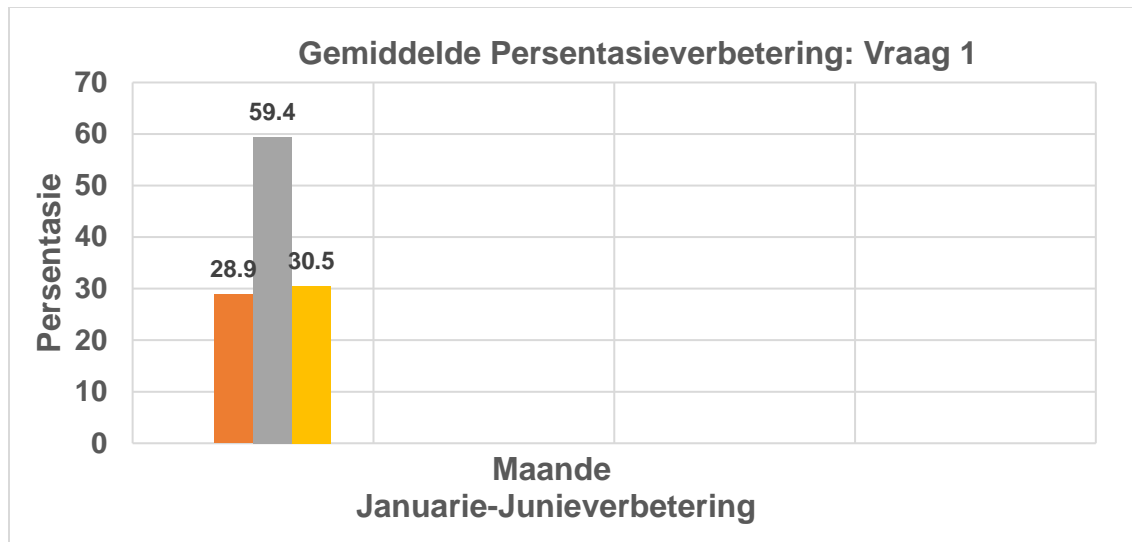
### **Gevolgtrekking**

Tydens die proses het die onderwyseres sowel as die leerders gegroei. Ek het meer begrip vir alle tipe leerstyle en verskillende denkrigtings van die leerders verwerf. My eie metodologie, vraagstelling en begrip vir die situasie het ook verbeter. Die praktykgebonde manier van onderrig en leer, naamlik die probleemoplossingsbenadering, het vrugte afgewerp.

### **4.5 EVALUERING VAN INTERVENSIE**

Die doel met die studie was om vas te stel of die onderrig met die probleemoplossingsbenadering wel positiewe resultate in Wiskundige Geletterdheid sal oplewer. In die studie is die vraag op twee vlakke beantwoord, naamlik in terme van leerders se akademiese prestasie en tweedens, hul gesindheid teenoor die vak en probleemoplossing. Wat hulle prestasie in die vak betref, is met ekwivalente vrae gewerk wat dieselfde vaardigheid en kennis toets. Die bruin reflekteer die persentasie van Januarie 2017, die pers reflekteer die Junie 2017 persentasie en die geel reflekteer die persentasieverbetering.

Die eerste vraag wat grootendeels uit persentasie berekenings bestaan, sluit meerendeels logaritmes en konsepte in wat die leerders alreeds in die vorige skooljare moes bemeester. Indien daar goeie Wiskundige Geletterdheidsonderwys plaasgevind het, kon die leerders dus baie van hul voorkennis toepas. In die basislyntoets het slegs 28,9% van die leerders die vraag reg beantwoord. In die ekwivalente aktiwiteite kon 59,4% die vraag met sy subvrae korrek beantwoord.



Figuur 4. 9 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 1

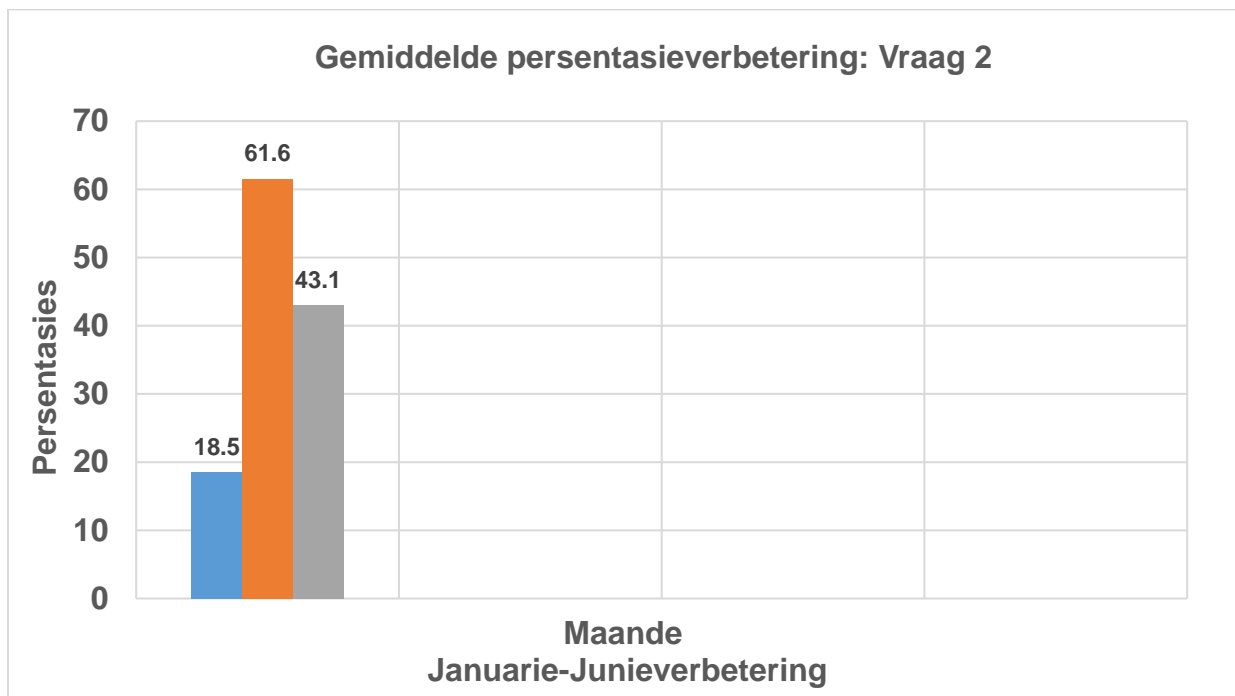
Die tweede vraag leen hom meer daartoe dat die uitkomste bereik kan word deur die verskillende strategieë te gebruik, wat dus die probleemoplossingsbenadering reflekteer. Die leerders het volgens die voorbeelde wat in klas gedoen is, hul voorkennis gebruik, prentjies geteken sowel as visualisering gedoen. Die verhoudingsom is deur middel van die teken van diagramme gedoen.

Die koste van die sement was die ander probleem. Indien 1 sakkie sement R93,50 kos, hoeveel sal die sement vir die messelaar kos? Die sakkies wat langs mekaar lê kan geteken word en daarna sal die leerders hopelik die volgende afleiding kan maak. Die herhaling van optelling van dieselfde getal is vermenigvuldiging. Die afleiding wat ek maak is dat die leerders nie bevoegd was om strategieë te gebruik nie.

Na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die uitkomste positief verander. In die basislyntoets het slegs 18,5% leerders die vraag kon beantwoord. In die ekwivalente aktiwiteite het die leerders baie beter gevaar. Die styging in die persentasieverbetering wat 61,6% was, kan op die grafiek besigtig word.

Dit bevestig dat hulle wel van die strategieë begin gebruik het. Ek het tydens klaswerk die tendens waargeneem dat die leerders kolomme trek, maar meestal prentjies geteken het. Ek dink die teken van prentjies is meer konkreet en daarom gebruik die leerders dit aan die begin.

Op van die aktiwiteite wat nagesien was, was selfs prentjies geteken. Dit is definitief 'n pluspunt vir die bevordering van die probleemoplossingsbenadering.



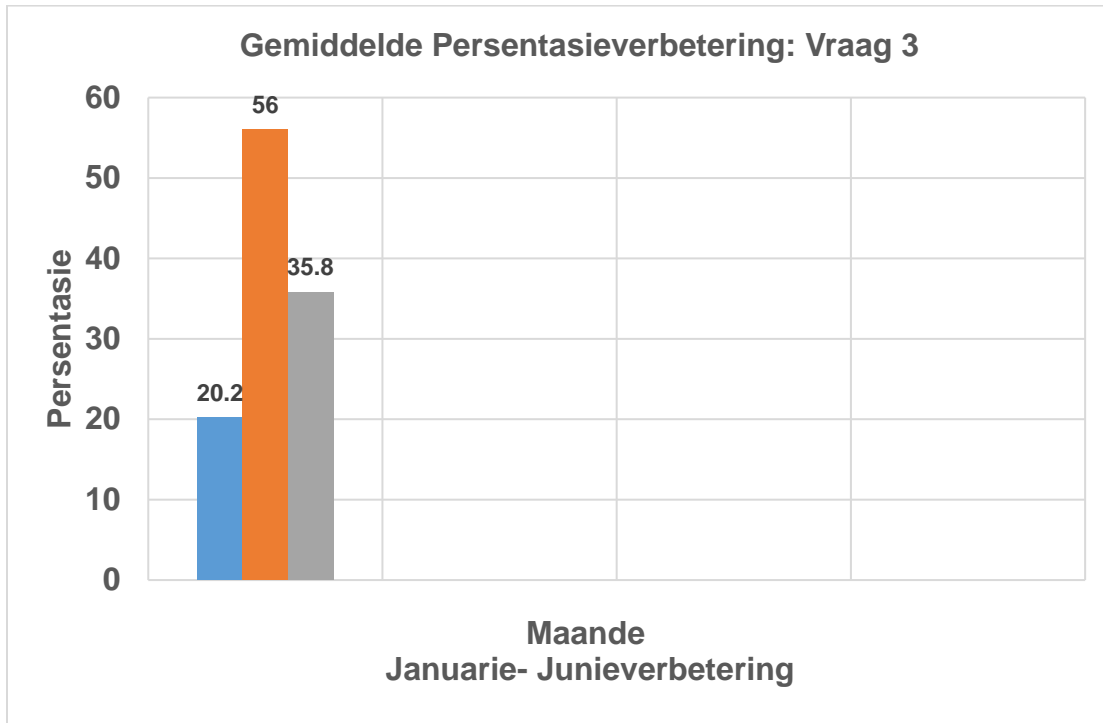
Figuur 4. 10 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 2

Vraag 3 is aanvanklik in die eerste vraestel, baie swak beantwoord. Daar is van die leerders verwag om afronding te doen. Die graadgemiddelde was 20,2%. Ek vermoed dat die leerders gespanne was aangesien hulle die onbekende sonder voorbereiding betree het.

Weereens kon ek waarneem dat die leerders die minimum voorkennis gehad het. Die leerders was baie twyfelagtig oor die konsepte, heelgetalle en desimale breuke. Nadat die leerder 'n toets geskryf het, het ek waargeneem dat hulle geen kennis van notasie gehad het nie. Hulle het die onkunde omseil deur gebruik van sakrekenaars te maak. Die leerders is daarop gewys dat die waarde van 'n syfer van die plek of posisie in die getal afhang; byvoorbeeld in die getal 34 780 is die waarde van die 8, 8 tiene dus 80. Daarna kom die konsep *afronding* tot sy reg.

Notasiekolomme is deur middel van diagramme deur die leerders, met baie ondersteuning en leiding deur die navorser, ontdek en in 'n tabel geskryf. Daarna is die afrondingsproses, met die doel tot selfontdekking, deur middel van die tabel, toegepas. Daar was duidelik 'n groter begrip

van afronding met die ekwivalente voorbeelde tydens die klassituasies. Die verbetering in die gemiddelde persentasie was 56%.

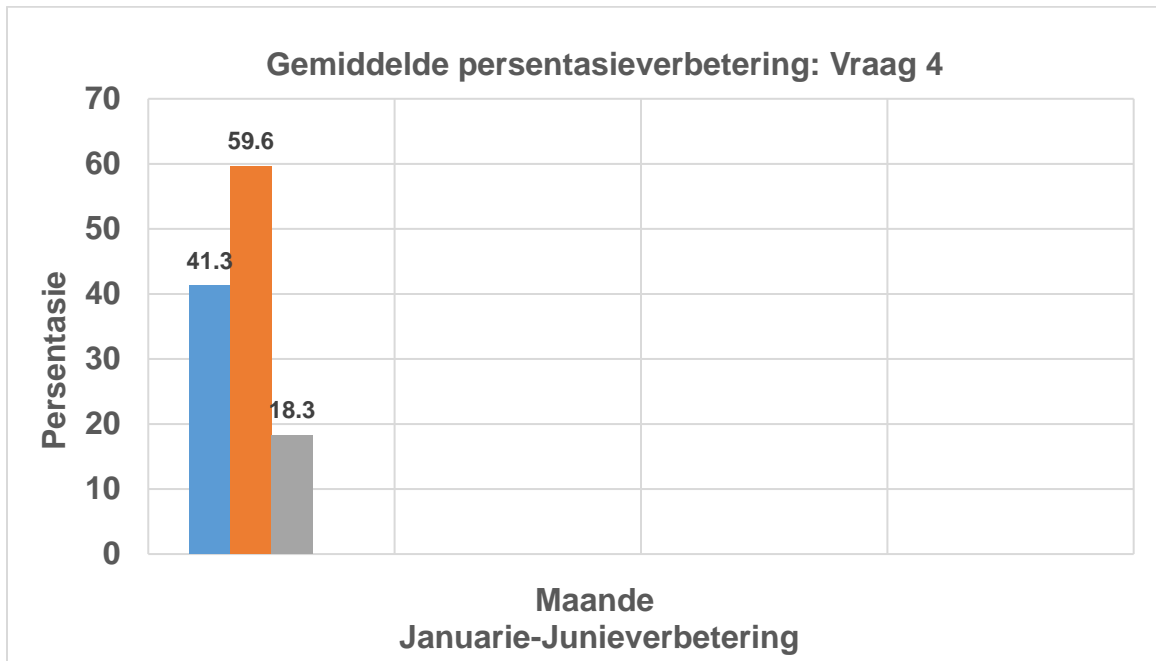


Figuur 4. 11 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 3

Aanvanklik is Vraag 4 in die toets baie swak beantwoord. Die aanvanlike persentasie vir vakkennis was 20,2%. Die konsep *tyd* was baie ingewikkeld vir die leerders. Die aftrek van twee verskillende tye van mekaar was 'n groot struikelblok. Die herbenoeming sowel as die proses van ure na minute omskakel, was totaal onbekend. Hierdie vraag in die vraestel het bevestig dat die leerders weinig voorkennis gehad het. Digitale horlosies word in die leefwêreld gebruik, so slegs beperkte kennis was nodig. Die tegnologie is meestal verrykend, maar in dié geval was die tegnologie 'n struikelblok.

Die navorser het die leerders eers aan die basiese konsep *tyd* blootgestel. Die aantal minute in 'n uur sowel as die aantal sekondes in 'n minuut was al voorkennis waaroor die leerders beskik het. Die begrippe is een vir een hanteer en die leerders het die aftrek probeer oplos deur prentjies van die aantal ure en minute te teken.

Nadat die ure en minute afsonderlik afgetrek is, het die leerders dit as een konsep saamgevoeg. Die strategie om die probleem in verskillende dele op te deel en dan op te los, is gevolg. Na ses maande het dit baie beter gegaan. Die verbetering van kennis het tot 59,6% gestyg.



Figuur 4. 12 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 4

Vraag 5 was 'n groot uitdaging vir die leerders. Die eerste struikelblok was die leeswerk. Die tweede probleem was dat die meeste leerders geen voorkennis van vergelykings gehad het nie.

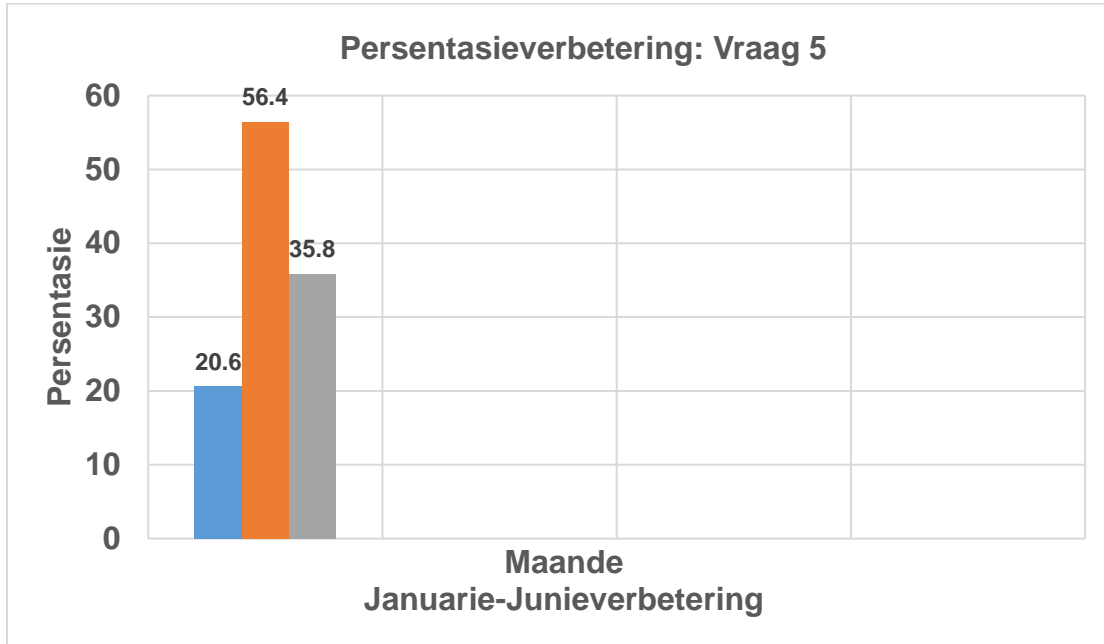
Die strategie om die probleem in verskillende dele op te deel, is aan die leerders voorgehou. Die leerders het in groepe verdeel en het probeer om die verskil tussen 'n uitdrukking en 'n vergelyking te ontdek.

Die leerders probeer om te bepaal wat die verskil tussen die geslote getalsin en die oop getalsin was. Die oop getalsin is die vergelyking. Nadat dit vasgestel is, is die volgende vergelyking, naamlik  $X + 6 = 10$  voorgehou. Die waarde van  $X$  het die antwoord bepaal.

Met die eerste vraestel het die leerders slegs na die gegewe vergelyking gekyk en dit nageboots om Vraag 5.1 te doen. Daar was weinig begrip vir hoe die vergelyking opgestel is.



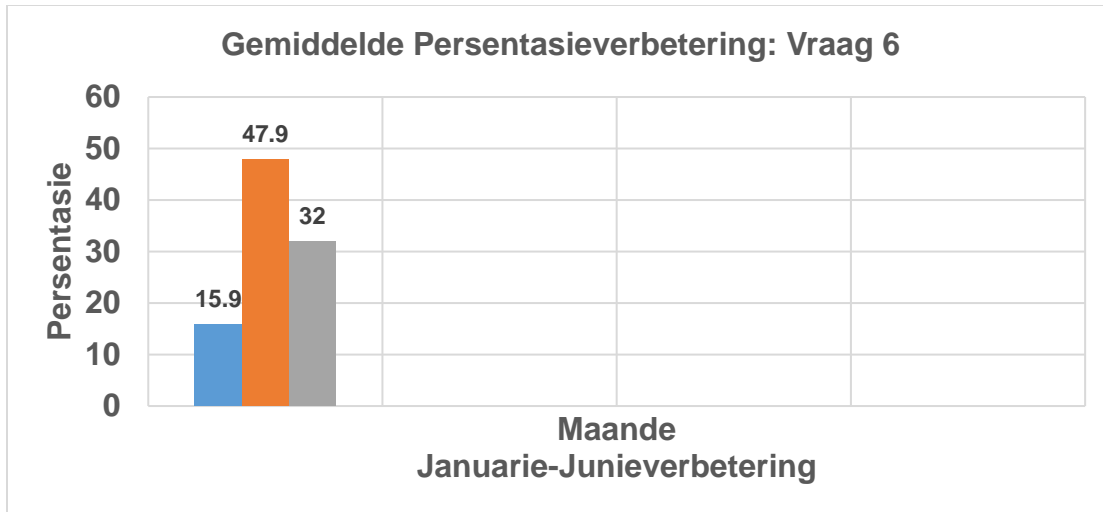
Na ses maande kon ek meer insig bespeur. Die leerders kon die ontbrekende spasies in die tabel geredelik doen. Die toepassing van die kennis wat hul opgedoen het, was verblydend.



Figuur 4. 13 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 5

Vraag 6 is swak beantwoord; 15,9% het die vraag korrek beantwoord aangesien dit volgorde van bewerkings bevat het. Die navorser het beter verwag aangesien dit werk was wat hulle tydens die tradisionele onderrig kon inoefen. Voorkennis het die leerders weereens in die steek gelaat.

Na ses maande se die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die leerders se begrip verbeter.



Figuur 4. 14 Gemiddelde persentasieverbetering: Vraag 6

Aan die begin van 2017 het die leerders 'n toets afgelê. Die toets het uit die afgehandelde werk van die Graad 10-kurrikulum bestaan. Die doel van die toets was om die leerders se vakkennis van Graad 10 Wiskundige Geletterdheid te toets. Die toets is nagesien en die punte op 'n klaslys aangedui. Die tweede punt wat op die tabel verskyn, is die punt wat die leerders na die assessering van die ekwivalente aktiwiteite met die Analitiese Skaal van Probleemoplossing van Szetela en Nicol (1992) behaal het. Hierdie inligting word in onderstaande Tabel 4.4 vervat.

Tabel 4. 4 Individuele leerderprestasie per vraag in toets

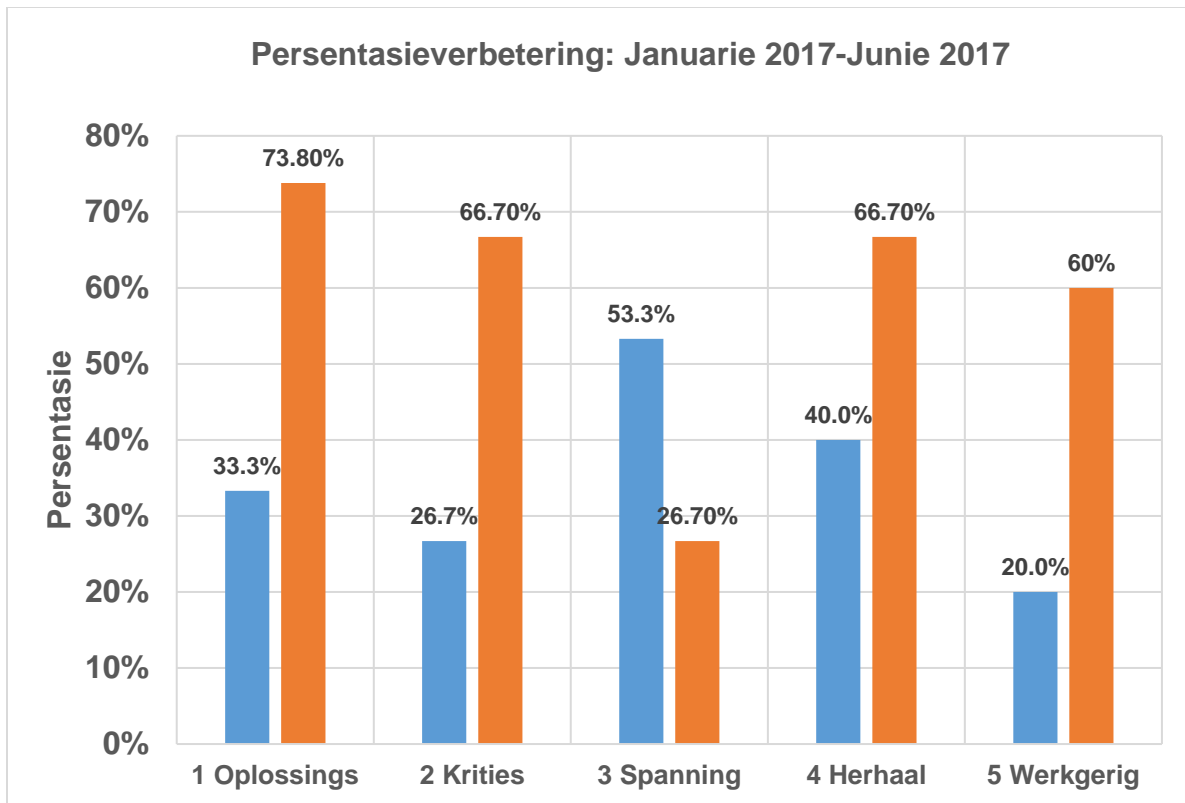
Wiskundige Geletterdheid																	
Gr 11 (Januarie 2017 tot Junie 2017)																	
№	%	Junie 2017	%	% Verbetering	Vraag 1(1)	Vraag 1 (2)	Vraag 2(1)	Vraag2 (2)	Vraag 3(1)	Vraag 3 (2)	Vraag 4(1)	Vraag 4 (2)	Vraag 5(1)	Vraag 5(2)	Vraag 6 (1)	%	Vraag 6 (2)
	50	%	50	%		11	11	8	8	3	3	11	11	12	12	5	5
1	19	38	27	54	16	8	9	0	1	0	1	10	6	0	10	1	0
2	2	4	26	52	48	1	7	0	7	0	3	0	3	0	5	1	1
3	16	32	31	62	30	3	6	0	6	0	3	7	5	6	8	0	3
4	11	22	15	30	8	4	3	1	5	0	0	2	0	3	6	1	1
5	4	8	31	62	54	2	9	0	8	0	1	1	10	0	3	1	0
6	15	30	26	52	22	9	6	4	2	1	0	0	8	0	7	1	3
7	20	40	21	42	2	3	2	3	4	0	2	10	8	3	3	1	2
8	22	44	45	90	46	7	11	0	5	1	3	9	9	4	12	1	5
9	16	32	23	46	14	1	4	4	8	3	3	4	1	3	6	1	1
10	1	2	31	62	60	1	5	0	8	0	3	0	5	0	5	0	5
11	15	30	19	38	8	1	2	3	1	2	2	4	9	4	3	1	2
12	17	34	35	70	36	2	11	4	8	2	3	1	7	5	6	3	0
13	10	20	18	36	16	2	3	3	4	0	0	3	5	2	4	0	2
14	8	16	19	38	22	1	2	1	6	0	0	0	4	6	6	0	1
15	16	32	28	56	24	2	3	2	3	0	2	5	7	6	9	1	4
16	22	44	46	92	48	1	11	1	7	0	2	10	11	9	11	1	4
17	17	34	34	68	34	8	9	1	8	0	1	8	4	0	12	0	0
18	15	30	32	64	34	7	7	1	7	0	2	7	4	0	7	0	5
19	16	32	24	48	16	1	5	0	6	1	1	8	2	4	6	2	4
20	1	2	14	28	26	1	2	0	8	0	0	0	3	0	0	0	1
21	17	34	33	66	32	2	5	5	5	0	3	9	9	0	6	1	5
22	25	50	41	82	32	9	9	5	8	2	2	6	9	3	11	0	2

23	7	14	33	66	52	1	9	0	6	0	2	5	9	0	3	1	4
24	10	20	23	46	26	2	5	0	4	0	3	1	1	6	8	1	2
25	11	22	35	70	48	4	5	0	8	2	2	5	6	0	9	0	5
26	16	32	24	48	16	1	4	2	6	1	1	5	6	6	6	1	1
27	6	12	24	48	36	1	4	5	5	0	2	0	3	0	9	0	1
28	9	18	20	40	22	1	3	3	3	0	1	2	4	2	5	1	4
29	12	24	9	18	-6	2	2	3	1	0	0	4	5	2	0	1	1
30	11	22	23	46	24	1	5	0	1	0	1	6	9	3	3	1	4
31	35	70	46	92	22	5	11	5	6	1	3	11	9	9	12	4	5
32	6	12	21	42	30	1	4	5	2	0	1	0	4	0	9	0	1
33	17	34	42	84	50	2	10	0	4	1	2	10	9	3	12	1	5
34	4	8	38	76	68	4	11	0	6	0	3	0	10	0	6	0	2
35	14	28	22	44	16	4	4	0	8	3	1	2	2	4	6	1	1
36	14	28	15	30	2	3	4	3	3	0	3	6	1	1	3	1	1
37	3	6	23	46	40	3	9	0	8	0	2	0	4	0	0	0	0
38	16	32	34	68	36	3	7	0	1	1	0	1	9	10	12	1	5
39	26	52	39	78	26	8	11	6	6	2	3	9	11	0	6	1	2
40	14	28	34	68	40	2	11	1	5	0	2	2	9	9	6	0	1
41	8	16	40	80	64	2	11	1	1	0	2	3	9	0	12	2	5
42	26	52	35	70	18	6	7	0	6	3	2	13	10	3	9	1	1
43	21	42	28	56	14	8	5	4	2	1	1	5	9	3	7	0	4
44	14	28	38	76	48	4	9	1	6	1	2	1	10	6	6	1	5
45	32	64	45	90	26	8	11	7	6	3	2	10	9	4	12	0	5
46	9	18	31	62	44	2	5	0	7	0	3	0	6	6	9	1	1
47	7	14	21	42	28	1	3	0	8	0	1	3	3	3	6	0	0
48	6	12	30	60	48	2	9	0	6	0	1	5	6	0	6	5	2
49	14	28	24	48	20	6	2	1	8	0	0	6	6	0	8	1	0
50	14	28	33	66	38	1	5	0	7	0	3	6	5	7	8	0	5
51	9	18	24	48	30	2	3	0	6	0	1	6	7	0	6	1	1
52	15	30	27	54	24	5	8	0	1	0	2	9	2	0	12	1	2
53	31	62	44	88	26	9	11	1	5	3	2	10	9	8	12	0	5
54	11	22	39	78	56	2	11	2	3	1	2	5	9	0	9	1	5
55	25	50	25	50	0	5	8	3	4	1	1	8	9	7	2	1	1
56	11	22	29	58	36	1	3	4	6	0	1	5	9	0	5	1	5
57	1	2	29	58	56	1	5	0	7	0	2	0	10	0	5	0	0

58	21	42	36	72	30	2	11	3	5	0	2	4	9	11	8	1	1
59	11	22	36	72	50	2	5	0	9	0	2	7	10	1	6	1	4
60	7	14	25	50	36	0	9	0	0	0	2	7	8	0	6	0	0
61	14	28	32	64	36	5	4	1	5	0	1	7	8	0	9	1	5
62	9	18	10	20	2	0	3	0	0	0	0	9	1	0	6	0	0
63	23	46	24	48	2	9	9	5	4	3	1	4	8	1	2	1	0
64	14	28	33	66	38	2	7	7	5	4	2	1	2	0	12	0	5
65	11	22	23	46	24	7	8	0	7	1	1	3	5	0	2	0	0
66	12	24	36	72	48	2	7	1	4	0	2	9	8	0	10	0	5
67	7	14	13	26	12	0	3	0	0	0	0	0	6	6	3	1	1
68	16	32	23	46	14	4	5	0	0	0	0	8	7	3	9	1	2
69	28	56	35	70	14	8	4	2	8	2	3	13	9	0	6	3	5
70	6	12	18	36	24	1	3	0	6	0	3	4	2	0	4	1	0
71	10	20	39	78	58	2	11	0	8	0	3	4	9	3	6	1	2
72	12	24	33	66	42	3	9	0	3	1	1	6	7	1	11	1	2
73	6	12	30	60	48	2	5	0	7	2	3	1	5	0	9	1	1
74	15	30	29	58	28	2	8	3	1	0	1	3	7	6	8	1	4
75	11	22	31	62	40	2	7	0	4	0	1	2	10	5	9	2	0
76	1	2	21	42	40	1	9	0	3	0	3	0	1	0	4	0	1
77	13	26	37	74	48	6	7	0	8	0	3	3	11	2	8	2	0
78	1	2	27	54	52	1	9	0	6	0	1	0	5	0	3	0	3
79	7	14	8	16	2	2	4	0	0	1	0	1	4	2	0	1	0
80	12	24	15	30	6	3	2	1	5	0	0	4	6	3	0	1	2
81	13	26	34	68	42	1	7	5	1	0	3	6	9	0	9	1	5
82	10	20	31	62	42	6	5	0	7	0	2	4	7	0	6	0	4
83	12	24	41	82	58	3	11	1	5	1	2	6	9	0	9	1	5
84	9	18	37	74	56	2	9	0	6	0	2	3	10	2	9	2	1

Vervolgens is hul gesindheid teenoor die vak en probleemoplossing in die opvolg-onderhoude met leerders ondersoek. Hierdie inligting word in Grafiek 4.14 vervat.

Die onderstaande grafiek reflekteer die elf vrae se uitkomst tydens die onderhoude. Hierdie grafiek vertoon die verbetering in die uitkomst van die eerste vyf van die elf vrae tydens onderhoude.



Figuur 4.15 Die gemiddelde persentasieverbetering per Vraag 1 tot 5

Die elf vrae waarvan klankopnames gemaak is, is aan die begin van die jaar, asook na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering aan die geselekteerde, vrywillige leerders gestel waarna die data geanaliseer is.

'n Breë tendens wat uit die basislyndata verkry is, was dat die leerders onvoldoende voorkennis gehad het en oor die algemeen negatief teenoor die vak Wiskundige Geletterheid ingestel was.

Met die eerste vraag is daar ondersoek ingestel na die leerders se selfvertroue. Daar is gevra of die leerders self probleme wou oplos en of hulle hulp benodig het. Aan die begin van die jaar het die meeste leerders hulp van die onderwyseres verkies.

Nadat die leerders vir ses maande aan die probleemoplossingsbenadering blootgestel is, het daar verskeie veranderinge in hul gesindheid teenoor die vak Wiskundige Geletterdheid plaasgevind. Een van die eienskappe van die probleemoplossingsbenadering is dat dit inspanning van die leerders vereis om die oplossing te vind, dus herhaaldelike probeerslae wat verskeie strategieë toets en implementeer om by die oplossing te kom. Die samewerking in die

klassituasie noop die leerders om herhaaldelik 'n oplossing te probeer vind. Die leerders se vaardighede het ontwikkel. Die oplossing van probleme op hul eie met min ondersteuning het plaasgevind. Hierdie bevinding korreleer met die veldnotas. Die leerders se doelgerigtheid en selfvertroue met die vind van oplossings het verbeter. Hulle het genoem dat hoe meer hulle die oplossings vind, hoe meer het hulle van Wiskundige Geletterdheid gehou.

Uit my aantekeninge en waarneming het dit geblyk dat daar wel karakterontwikkeling tydens die leergeleenthede plaasgevind het. Ook in die onderhoude was leerders oortuig dat karakterontwikkeling by die leerders plaasgevind het. Hulle het genoem dat hulle kommunikasievaardighede verbeter het, en dat empatie en respek vir ander se sieninge toegeneem het. Ook groepswerk en die neem van verantwoordelikheid ten opsigte van werk het verbeter. Hierdie bevinding stem met my eie waarneming ooreen. Leerders het ook genoem dat hulle groepwerk verbeter het aangesien daar ander in die groep saamgewerk het, ondersteuning verleen het en daar dus doelgerigtheid by die meeste van die leerders ontwikkel het. Ook hierdie opmerkings van die leerders tydens onderhoude het met my eie waarneming ooreengestem. Die leerders het baie meer verstaan wat van hul verwag word en hulle het op hul eie begin werk. Hul doelgerigtheid en verantwoordelikheid het beter oplossings verskaf. Indien die oplossing nie korrek was nie, het hulle weer en weer probeer wat baie belangrik in die probleemoplossingsbenadering is. Sodoende het die leerders in die probleemoplossingsbenadering gegroei.

Die tweede vraag het oor die leerders se kritiese gesindheid teenoor ander mense, in dié geval die leerders in die klas en die onderwyseres, gehandel. Aan die begin van die jaar was die leerders passief en het geensins aan die klasgesprekke deelgeneem nie. Hulle het geen of weinig kritiek op die leerders of onderwyseres in die klas gelewer. Dit sou die probleemoplossingsvaardigheid benadeel. Die probleem wat ek met die veldnotas ervaar het, was dat die leerders te veel op die onderwyseres staatmaak vir alle oplossings. Die leerders vra geen vrae, doen tuiswerk net soos die voorbeeld op die bord en betwyfel niks. Die probleemoplossingsbenadering verg juis kritiese denkers (leerders). In die probleemoplossingsbenadering word van die leerders verwag om elke probleem te analiseer om tot 'n waarskynlike antwoord te kom. Die korrektheid van die antwoord word aanvanklik op die agtergrond geskuif sodat die leerders eers kan leer om enige realistiese probleem met

probleemoplossing op te los. Wanneer die proses voltooi is, word aandag aan die korrektheid van die oplossing gegee.

Leerders moet krities kan dink en krities na die bydrae van medeleerders sowel as onderwyseres kan kyk wanneer die uiteensetting van die probleem voorgehou word, sonder om vernederend te wees.

Na ses maande blootstelling aan dié benadering het die leeruitkomste baie verbeter. Die leerders was besig om die die benadering hul eie te maak en hul deursettingsvermoë het ontwikkel. Uit my aantekeninge en waarneming het dit geblyk dat daar verdere karakterontwikkeling tydens die leergeleenthede plaasgevind het. Die onderhoude met die leerders het ook daarvan getuig. Hulle het genoem dat hulle meer verdraagsaam teenoor die groep en die onderwyseres se kritiek was. Die ondervinding van kritieklewering van die vorige onderwyseres het die leerders nou as ondersteuning ervaar. Respek vir ander se siening het ook toegeneem. Hul doelgerigtheid en verantwoordelikheid het beter oplossings gebied aangesien hulle meer waagmoed as gevolg van ondersteuning aan die dag gelê het.

Die derde vraag het die spanningskwessie aangeroe. Die leerders was aan die begin van die jaar baie gespanne. Die verskillende leerders uit ander klasgroepe, maar in dieselfde graadgroep het spanningsvlakke verhoog. Die leerders het my as onderwyseres as die volgende uitdaging gesien, aangesien die leerders nog nooit by my onderrig ontvang het nie. Die laaste kwessie was hul twyfel aan en in hulself.

Die vrees vir mislukking was teenwoordig wat te verstane was aangesien die leerders op een leerder na almal Graad 10 Wiskundige Geletterdheid gedruip het. Die leerders was onseker oor die manier van hantering deur die onderwyseres ten opsigte van bespotting, boeliegedrag, vernederings, minderwaardigheid, asook die onvermoë om te kan presteer. Die leerders was bekommerd oor die hele uitdaging.

Uit my aantekeninge en waarneming het dit geblyk dat daar wel 'n afname in die leerders se spanningsvlak tydens klassituasies was. Ek het dit ook in die onderhoude na ses maande waargeneem. Die leerders was meer ontspanne in die onderwyseres se teenwoordigheid en het die vrae baie gemaklik beantwoord. Tydens groepwerk was die leerders nie so bevrees om



insette te lewer of om foute te maak nie. Dit het natuurlik die gevolg gehad dat die leerders meer verantwoordelikheid ten opsigte van werk geneem het en hulle uitslae ook verbeter het.

Hierdie bevinding stem met my eie waarneming en my veldnotas ooreen. Die leerders het baie meer verstaan wat van hul verwag word en het op hul eie begin werk.

Na ses maande het daar 'n meer gemaklike atmosfeer in die klaskamer geheers. Die leerders was nog 'n bietjie gespanne wat wel nodig was vir prestasie. Volgens die veldnotas het die leerders se selfvertroue en waagmoed met die afname van die spanning verbeter. Hulle was meer positief teenoor die vak en het meer positief reageer wanneer verskillende aktiwiteite vir soeke na oplossings aan hulle uitgedeel is. Hul konsentrasievermoë het ook verbeter. Die spanning wat wel teenwoordig was, was gesond aangesien dit meestal teenwoordig was om te bepaal of die oplossings van die aktiwiteite korrek was. Die gemiddelde verbetering ten opsigte van die leerders se spanningsvlak in klassituasies het vanaf 53,3% aan die begin van die jaar tot 26,7% na ses maande gedaal. Die waarneming is verblydend aangesien die leerders nou 'n groter kans gehad het om in die probleemoplossingsbenadering te groei.

Die vierde vraag het die gevoel van die leerders oor die kwessie *mislukking* getoets. Tydens die onderhoude het die leerders genoem dat hulle nie baie oor mislukkings te sê het nie aangesien hulle die antwoorde van die bord moes afskryf. Die leerders was baie negatief ingestel aangesien hulle nie werklik die werk verstaan het nie en omdat die onderwyseres tevrede was aangesien hul boeke op datum en netjies was.

Na ses maande was daar 'n verskil in die gesindheid van die leerders teenoor die mislukkings wat hulle in klassituasies ervaar het. Die negatiewe gesindheid teenoor die woord *mislukking* het na positief verander aangesien die leerders meer suksesvol met oplossings was met baie ondersteuning van die onderwyseres sowel as die leerders in groepverband. Die leerders het begin om sukses te ervaar en het herhaaldelik probeer om oplossings te vind. Die waarneming wat gemaak is, is dat die leerders in die klas getoon het dat hulle baie meer doelgerig t.o.v. hul werk was. Die gemiddelde persentasieverbetering ten opsigte van hul werksstiek het vanaf Januarie 2017 tot Junie 2017 was 26,7%. In Januarie 2017 was die gemiddelde persentasie 40% en in Junie 2017 was dit 66,7%.

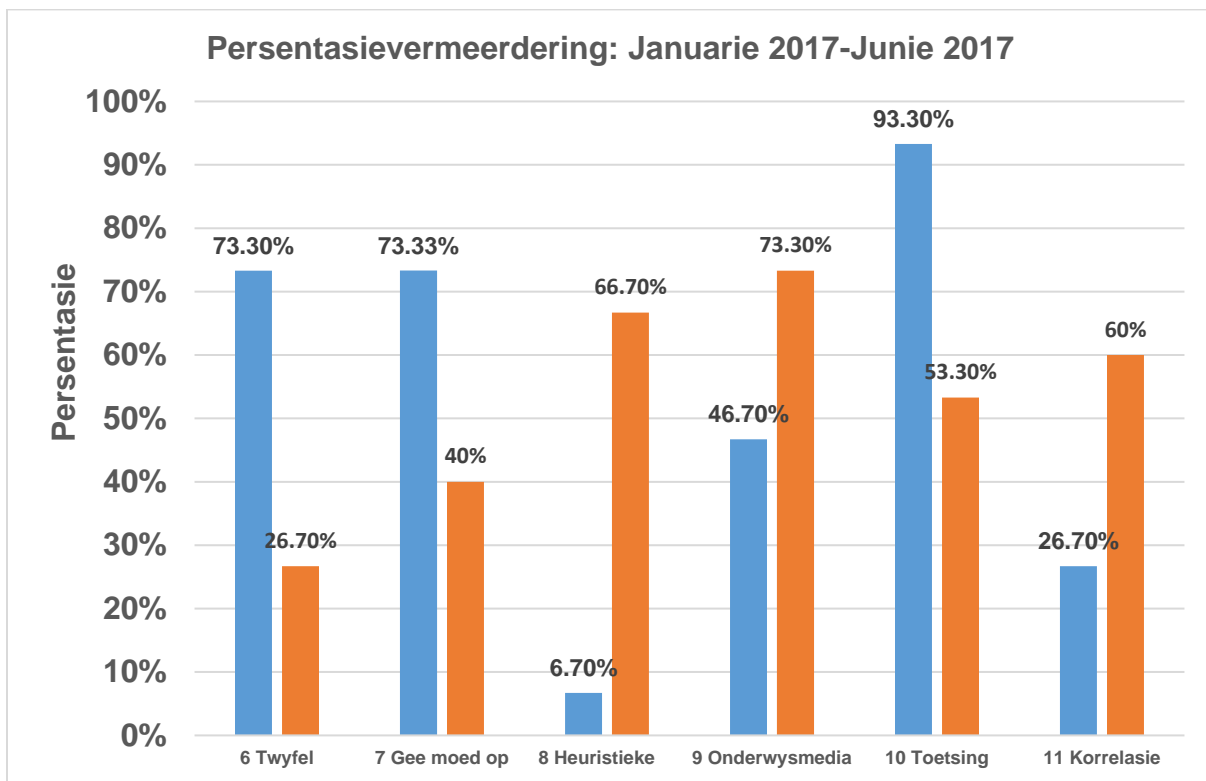
Die uitkomst van Vraag 5 word vervolgens bespreek. Die leerders se siening van die individuele gesprekke met die onderwyseres is geëvalueer. Hulle het genoem dat die vorige onderwyseres baie met die leerders op informele wyse gepraat het. Hulle is ook na die onderwyseres se huis gegaan om eers huistakies te verrig en daarna is hulle onthaal. In die meeste gevalle was die aktiwiteite nie werkgerig nie. Die onderwyseres het met die leerders gesels, maar die werksituasie is verkeerd aangewend. Die moontlikheid bestaan dat sy so hul vertroue wou wen sodat daar later 'n beter vertrouensverhouding kon ontstaan, maar daar is geen verdere kontak met die leerders gemaak wat hierdie persepsie kan staaf nie. Die leerders het nie verder oor onderrig en leer met die vorige onderwyseres gepraat nie.

Die leerders het so gewoon geraak aan die ervarings in die vorige klasse dat hulle gedink het dat hulle dieselfde ervaring en hantering in alle klasse sou kry. Dit was 'n groot struikelblok vir die onderwyseres aangesien die leerders se gesindheid teenoor werk nie besonder positief was nie. Die onderwyseres het baie aandag aan hierdie aspek gegee. Die leerders was te sociaal georiënteerd. Daar was geensins werklike belangstelling in die klasomgewing of in die vak nie. Dit is 'n groot uitdaging vir die probleemoplossingsbenadering.

Na die ses maande het die leerders genoem dat die onderwyseres die leerders inroep en oor skoolwerk gesels, hoe om die leerders te ondersteun, die leerders aangemoedig het om meer vrae te vra, gewys dat sy omgee oor die resultate en ook gebou het aan hul selfvertroue. Uit my veldnotas en waarneming het dit geblyk dat daar wel karakterontwikkeling tydens die leergeleentheid plaasgevind het. Volgens die veldnotas en die onderhoude wat ek na ses maande weer met die leerders gevoer het, het hul werketiek begin verbeter. Die leerders het meer verantwoordelikheid ten opsigte van hul werk ontwikkel. Hierdie bevinding stem met my eie waarneming ooreen. Die leerders het baie meer begrip vir die doel van onderwys ontwikkel. Hulle doelgerigtheid en verantwoordelikheid teenoor hul werk het verbeter. Aan die begin van die jaar was die gemiddelde persentasie 20% en in Junie 2017 was dit 60%. Daar was dus 'n persentasieverbetering van 40%. Die aanname wat ek maak, is dat die leerders ten opsigte van hul werkverrigting gegroei het.

Die onderstaande grafiek reflekteer die uitkomst van die volgende ses vrae van die elf vrae wat tydens die onderhoude gevra is. Die vrae evalueer die leerders se opinie oor

medeleerders, hul eie uithouvermoë, hul benaderings, hul onderwysmediakennis, hoe hulle hul eie werk toets en die vermoë om met vorige ekwivalente probleme te korreleer.



Figuur 4. 15 Die gemiddelde persentasieverbetering per Vraag 6 tot 11

Volgens die terugvoer van Januarie 2017 op Vraag 6 was die uitkomst gelewer nie positief nie. Die leerders het genoem dat hulle nie selfvertroue in die vak Wiskundige Geletterdheid gehad het nie. Hulle het met hul eiewaarde en wat hulle kon doen of nie doen nie, geworstel. Aanvanklik het die leerders geen vertroue in die leerders wat saam met hulle in die groepe was, gehad nie; hulle het genoem dat almal Wiskundige Geletterdheid gedruip het. Die leerders het ook nie die onderwyseres geken nie en was skepties. Die persepsie van die leerders was verstaanbaar.

Hulle het genoem dat hulle gespanne was en dus nie vertroue in die onderwyseres gehad het nie. Die rede was volgens die leerders slegs onsekerheid aangesien hulle haar nie geken het nie.

Hier manifesteer die opvoeding van die leerders van wie die sosiaal-ekonomiese toestand nie goed was nie. Die leerders is nooit gekomplimeteer nie omdat hulle baie swak in Wiskundige Geletterdheid gevaar het. Die onderwyseres het hier probeer intree en die leerders probeer

motiveer sodat hulle meer vrae kon vra en as gevolg hiervan met die res van die groepe begin saamwerk het.

Na ses maande was daar 'n totale ommeswaai in die gesindheid van die leerders. Uit my aantekeninge en waarneming sowel as die onderhoude met leerders het dit geblyk dat daar wel karakterontwikkeling tydens die leergeleenthede plaasgevind het. Hulle het genoem dat hulle nie meer so twyfelagtig oor alle betrokkenes tydens klassituasies was nie en hul selfvertroue het verbeter. Die leerders se respek vir ander se sieninge het gegroei, hulle het meer begin staatmaak op ander se insette en hul kritiese negatiewe eienskap het na 'n samehorigheidsgevoel verander. Die leerders het die onderwyseres verstaan en kennis verwerf oor hoe sy die klassituasies hanteer. Hulle het veilig gevoel en beweer dat hulle meer aktiwiteite kon oplos. Hulle was nie meer huiwerig om oplossings te soek nie aangesien hulle sukses ervaar het en dus die moed gehad het om herhaaldelik te probeer totdat daar oplossings gevind kon word.

Leerders het ook genoem dat hulle groepwerk geniet het aangesien daar ander in die groep saamgewerk het en die kritiek teenoor ander se sienings verdwyn het. Die groep het ondersteuning aan mekaar verleen en daar het doelgerigtheid by die meeste van die leerders ontwikkel. Hierdie bevinding stem met my eie waarneming ooreen. Die gemiddelde persentasie van die leerders se twyfelagtigheid het in Januarie 2017 op 73,3% gestaan. Na die ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering was die gemiddelde verbetering 46,6% wat in Junie 2017 na 26,7% gedaal het.

In Vraag 7 is die leerders se gesindheid teenoor teleurstellings in Wiskundige Geletterdheid getoets. Ek het voorbeelde geneem en dié spesifieke woorde wat met die vak Afrikaans gekorreleer het, verduidelik. Die doel van die aanvangstadium was om die leerders se belangstelling te prikkel. Sodra die leerders se belangstelling geprikkel is, kon meer uitdagende vrae aan hulle gestel word. Aanvanklik was die leerders nie bereid om al die teleurstellings na suksesse om te skakel nie. Dit is te verstane aangesien hulle die vorige jaar net mislukkings ervaar het. Die leerders was angstig wanneer opdragte aan hulle gegee is; hulle was te bang om hul oplossings weer te gee aangesien die vrees bestaan het dat dit verkeerd kon wees. Die probleemoplossingsbenadering verg herhaaldelike probeerslae sonder om formules en patrone te gebruik om die oplossing te vind. Die kans op mislukking is groot. Dit het geblyk dat die

leerders aanvanklik nie doelgerig gewerk het nie en nie die uithouvermoë of deursettingsvermoë gehad het of dit nog self ontdek het nie.

Ek het die leerders gedurig ondersteun, empatie getoon, asook ingetree as hulle nie die probleem verstaan het nie sodat die mislukkings hulle nie sou onder kry nie. Aan karakterontwikkeling d.m.v. van Wiskundige Geletterdheid moet baie gewerk word. Die leerders het 'n behoefte aan baie aanmoediging en ondersteuning gehad sodat mislukkings in die probleemoplossing hulle nie sou kortwiek nie.

Na ses maande was daar verrassende uitkomst. Die aantal leerders wat in Januarie 2017 aangedui het dat hulle vinnig moed opgegee het om oplossings te probeer vind, het verminder. My waarneming tydens leergeleenthede het dit bevestig. Uit my aantekeninge, waarneming en onderhoude het dit ook geblyk dat daar karakterontwikkeling tydens die leergeleenthede plaasgevind het. Hulle het genoem dat hul meer positief was omdat die leerders in die groepe in die klaswerk mekaar ondersteun het. Die meerderheid groepleiers was die sterker leerders in Wiskundige Geletterdheid en daarom is daar meer vertrouwe in hulle gestel. Daar was heelwat minder mislukkings alhoewel daar nog baie ondersteuningswerk nodig was. Die leerders het begin om sukses te smaak en het meer geredelik probeer om oplossings te vind. Die gemiddelde persentasie wat die vermoë in die hantering van teleurstellings toon, was in Januarie 2017, 73,33% en het gedaal tot 40% in Junie 2017 – 'n gemiddelde verbetering van 33,33%.

Vraag 8 waarin die leerders hul siening van die benaderings of die strategieë moes weergee, was volgende. Aan die begin van die jaar het die leerders nie die begrip *strategie* geken nie. Die leerders het genoem dat hulle slegs die probleem deurlees en daarna begin om oplossings te soek. Hulle het geen idee gehad hoe om enige probleem te benader of te hanteer nie. Die vorige onderwyseres het die aktiwiteite bloot aan die leerders verskaf en haar daarna onttrek. Die leerders was op hulself aangewese.

Ek het Schoenfeld se vier stappe van die probleemoplossingsbenadering op die bord hanteer, asook mondeling vrae aan die leerders gestel om te verseker dat hulle die konsepte verstaan. Daarna is die probleme meestal volgens Schoenfeld (1992) se vier stappe opgelos.

Na ses maande het die leerders baie beter gevaar aangesien hulle die konsepte verstaan en die strategieë begin toepas het. Hulle het aanvanklik slegs die eenvoudigste strategie, die teken

van prentjies gebruik. Die leerders se begrip het verbeter en hulle het van meer gevorderde strategieë gebruik begin maak. Uit my aantekeninge, waarneming en onderhoude het dit geblyk dat daar wel karakterontwikkeling tydens die leergeleenthede plaasgevind het. Hulle het genoem dat hulle meer oplossings kon vind, dus het hul kreatiwiteit verbeter. Die groepwerksituasie het hulle geleer om saam na oplossings te soek. Die samehorigheidsgevoel is aangemoedig en empatie vir die swakker leerder aangekweek. Hierdie bevinding stem met my eie waarneming ooreen. Ook hierdie opmerkings van die leerders tydens onderhoude het met my waarneming ooreengestem. Die leerders het baie meer verstaan wat van hul verwag word en hulle het op hul eie begin werk. Die gebruik van die strategieë het die leerders geleer om meer sistematies te werk te gaan. Hul kritiese denke het ook verbeter aangesien hul keuses ten opsigte van watter strategieë om te gebruik om die oplossings te vind, moes maak. Hul doelgerigtheid en verantwoordelikheid het beter oplossings verskaf. Indien die oplossing nie korrek was nie het hulle die siklus van die probleemoplossingsbenadering van vooraf geneem en weer probeer wat baie belangrik in die probleemoplossingsbenadering is. Die gebruik van die strategieë aan die begin van die jaar was 'n ideaal. Die leerders het weinig van die konsep verstaan. Slegs 6,7% van die leerders het geweet waarvan daar gepraat word.

Na die ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het daar 'n verbetering van 60% plaasgevind en in Junie 2017 het die gemiddelde persentasie vir die gebruik van strategieë tydens leergeleenthede tot 66,7%.

Die negende vraag het die insig van leerders in onderwysmedia geverg. Eerstens het die leerders nie werklik geweet wat onderwysmedia is nie. Hulle het gevra of dit iets is waarmee mens gehelp word. Dit was 'n stap in die regte rigting. Hulle het genoem dat daar afgerolde aantekeninge en 'n paar handboeke in die vorige klas was. Daar was sowat vyf sakrekenaars, een vir elke klasgroep, om mee te werk. Die leerders het ook genoem dat daar slegs een plakkaat op die aanplakbord was, naamlik die vermenigvuldigingstabelle. Daar was dus baie min onderwysmedia in die vorige klaskamer beskikbaar.

Na ses maande was die leerders meer aan onderwysmedia blootgestel. Afgesien van die plakkate teen die muur is daar ook sakrekenaars en taakkaarte vir die kognitief-sterker leerder beskikbaar gestel. Daar was leerders wat die plakkate en die taakkaarte in die nuwe klaskamer

gesien het, maar kon dit nie in verband met die werk wat gedoen is, bring nie. Dit toon aan dat die leerders nog nie probleme gedoen het wat 'n verband met die leefwêreld lê nie.

Na ses maande kon die leerders die verband lê aangesien die groepe na die plakkate op die aanplakborde gegaan en probeer wenke kry het om oplossings vir die probleme te kry. Voorts het die leerders beurte in die groepe gemaak om met die sakrekenaars te werk. Die sterker leerders het van die ekstra taakkaarte gedoen en dit daarna self nagesien met memorandums wat aan die leerders verskaf is nadat die taakkaart voltooi is. Uit die waarneming, onderhoude en veldnotas tydens leergeleenthede is die verbetering bevestig. Die gemiddelde persentasie vir die gebruik van onderwysmedia was in Januarie 2017, 26,6%. In Junie 2017 was die gemiddelde gebruik van onderwysmedia 73,3%. Daar was dus met die gebruik van onderwysmedia 'n verbetering van 46,7%

In Vraag 10 is die leerders se selfwerkzaamheid getoets. Hulle het genoem dat hulle baie beangs was om hul oplossings te gee aangesien hulle vroeër verneder is indien hulle foute sou maak. Die leerders het ook genoem dat hulle eerder vir die onderwyseres sou wag om die probleem eers te verduidelik en dan tyd verspeel totdat die klok lui. Die volgende dag is die oplossing op die bord geskryf waarna die leerders dit in hul boeke kon afskryf. Die onderwyseres sowel as die leerders was dan gelukkig en tevrede. Hierdie benadering is oneffektief in die soeke na oplossings in die probleemoplossingsbenadering.

Na ses maande se blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering is die leerders weer aan dieselfde vrae blootgestel. Hulle is waargeneem, ondersteun en veldnotas is in klassituasies gemaak. Die deelnemers het aangedui dat daar meer leerders was wat hul eie sakrekenaars gebruik het om taakkaarte te doen. Die taakkaarte het inligting, wat op die werk wat in die klas gedoen is, van toepassing bevat.

Uit die waarneming, onderhoude en veldnotas is daar ook karakterontwikkeling waargeneem. 'n Gesindheidsverandering is by die leerders bemerk. Hulle was nie meer so ingestel op die oplossing van die onderwyseres op die bord nie. Die leerders het genoem dat hulle meer daarvan gehou het om self die probleme te probeer oplos. Hulle het ook gerapporteer dat dit vir hulle aangenaam was om met die ander leerders saam te werk en dat hulle daarvan gehou het dat die onderwyseres hulle nie te veel en te vinnig te hulp snel nie. Dit was vir my 'n pluspunt aangesien die leerders besig was om te ontwikkel. Hul selfvertroue het toegeneem, hul

eiewaarde het gestyg met die sukses wat hul behaal het, hul selfgeldig en eie regverdiging wat woordeliks oorgedra is, het verbeter. Ek het die ontwikkeling van die leerders waargeneem omdat hulle vaardighede en strategieë gebruik het om verskeie oplossings vir hul probleme te gebruik. Die gemiddelde persentasie vir die leerders se selfwerkzaamheid was 93,3% en het na 53,3% afgeneem. Daar was dus 'n verbetering van 40%.

Die leerders het aanvanklik in Januarie in Vraag 11 genoem dat hulle glad nie die verband tussen sekere probleme kon insien nie. Hulle het elke probleem as uniek van aard beskou. Daar was duidelike tekens dat die leerders die vak Wiskundige Geletterdheid as 'n geslote eenheid beskou het. Dit wat in die klaskamer plaasgevind het en ingeoefen is, kon glad nie aan die leefwêreld van die leerders gekoppel word nie. Dit was 'n groot uitdaging vir die onderwyseres aangesien dit die essensie van die probleemoplossingsbenadering is.

Na ses maande se blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die situasie verbeter. Die leerders het d.m.v. groepwerk en baie ondersteuning sommige verbande gelê. Die sterker leerders het meer sukses met die lê van verbande as die kognitief-swakker leerder behaal. Wanneer na die terugvoer van die leerders na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering gekyk word, neem ek ook waar dat daar wel 'n gesindheidsverandering plaasgevind het. Die verandering in gesindheid het 'n rimpeleffek wat tot die verbetering van prestasie in Wiskundige Geletterdheid gelei het, gehad. Hierdie bevinding stem met my waarneming ooreen.

Die afleiding kan gemaak word dat die probleemoplossingsbenadering wel vrugte afgewerp het en sodoende die leerders in die probleemoplossingsbenadering gegroei het.

#### **4.6 REFLEKSIE**

Die onderwyseres het die probleemoplossingsbenadering aan die leerders bekendgestel. Verskeie strategieë vir moontlike implementering is aan hulle voorgedra. Polya (1945) se vier stappe van die probleemoplossingsbenadering is ook aan hulle voorgedra en in detail aan hulle verduidelik. Daarna is die aktiwiteite deur my aan hulle verskaf.

Ek het tydens die klassituasie leidende vrae gevra om die leerders op die regte pad te hou indien hulle sou afwyk in die verkeerde rigting sonder om enige antwoorde op die probleme te verskaf. Die leerders se optrede in die klas tydens die probleemoplossingsbenadering is in



verskillende afdelings verdeel: verkryging van oplossings, kritiese vermoë, spanning, herhaling van probeerslae en werkverrigting.

### **Verkryging van oplossings**

Die heel eerste insig wat ek met die leerders gekommunikeer het, was dat 'n probleem 'n kwessie is wat sonder enige duidelike uitkomst opduik. Daar moet na 'n uitkoms of oplossing gesoek word. Die leerders moes ook weet dat daar meer as een oplossing vir 'n probleem kan wees. Die oplossing behels dat daar oplossings gevind word deur middel van kreatiewe en kritiese denke. Ek het die vier stappe van Polya (1945) aan die leerders verduidelik sodat hulle die konsep kon verstaan. Die leerders het die konsep *probleemoplossing* beter verstaan. Geldige afleidings kan gemaak word wanneer daar gereflekteer word na die aanbieding van die aktiwiteite, ondersteuning gebied is en die respons van die leerders verreken is.

In Vraag 1, byvoorbeeld, is baie leidende vrae gevra totdat die leerders die konsep *area* verstaan het. Die leerders kon die verskil tussen die konsep *omtrek* en *area* onderskei. Ek het die konsep *area* konkreet aangebied deur 'n diagram te teken. Die leerders kon die blokkies tel om die oplossing te vind. Daarna kon die leerders die formule  $O/A = L \times B$  ontdek. Ek het voorkeur gegee aan die woord *area* om verwarring met die konsep *omtrek* te bekamp. *Omtrek* en *oppervlakte* begin albei met die letter o. In die formule skep dit verwarring by die leerders.

#### **4.6.2 Kritiese vermoë**

Die leerders se karakterontwikkeling het positief by die probleemoplossing-strategie gebaat. Hulle het nie die opmerkings en bespreking in groepsverband as kritiek ervaar nie, maar wel as ondersteuning. Die gevolg was dat hulle meer selfvertroue gehad het om hul oplossings tydens besprekings aan te bied en dus al hoe meer krities leer dink het en dit ook as ondersteuning aan ander gebied het. Hoe meer kritiese denke ontwikkel, hoe meer ontwikkel die leerders as probleemoplossers.

Die tweede vraag leen hom daartoe dat die uitkomst bereik kan word deur die verskillende strategieë te gebruik wat die probleemoplossingsbenadering karakteriseer. Ek het verskillende strategieë aan die leerders voorgedra. Hulle het volgens hul voorbeelde wat in die klas gedoen is, hul voorkennis gebruik, prentjies geteken en visualisering gebruik. Die verhoudingsom is deur middel van die teken van diagramme gedoen.

Ek het die leerders met die berekening van kostes begelei. Indien 1 sakkie sement R93,50 kos, hoeveel sal die sement vir die messelaar kos? Die sakkies wat langs mekaar lê, kon geteken word en daarna sou die leerders hopelik die nodige afleiding kon maak. Die herhaling van optelling van dieselfde getal is vermenigvuldiging.

Die aktiwiteit *afronding* is aangespreek. Ek het die leerders daarop gewys dat die waarde van 'n syfer van die plek of posisie in die getal afhang; byvoorbeeld in die getal 34 780 is die waarde van die 8, 8 tiene dus 80. Daarna kom die konsep *afronding* eers tot sy reg. Notasiekolomme is deur middel van diagramme deur die leerders ontdek en in 'n tabel ontwerp; dit het heelwat leiding en ondersteuning van my geverg. Daarna is die afrondingsproses met die doel van selfontdekking deur middel van die tabel, toegepas. Daar was duidelik 'n groter begrip vir afronding met die ekwivalente voorbeelde in die klassituasies.

#### **4.6.3 Spanning tydens werksessies**

Die leerders se spanningsvlakke het tydens die werksessies in die klas gedaal. Die gevolgtrekking is gemaak dat die leerders al hoe meer in beheer van die probleemoplossingsbenadering was. Die leerders is in alle klassituasies ingetrek en het geglo dat hulle wel die oplossings of ten minste dele van die oplossings vir die probleme kon vind. Die vrees vir mislukking, bespotting en boeligedrag was minder. Die antwoorde op die probleme is nie die hoogste waarde nie; die proses wat die leerders volg om die probleem op te los is van primêre belang. Alle leerders kan aan 'n proses deelneem en insette lewer.

#### **4.6.4 Herhaling van probeerslae**

Die aanname wat gemaak word, is dat die leerders goed oor hul suksesse met probleemoplossing gevoel het en selfvertroue verkry het. Hulle het in hulself begin glo en het weer probeer indien hul eerste poging nie die gewenste oplossing of uitkoms gebied het nie. Die leerders het geleer dat indien die eeste poging nie die oplossing bied nie ander strategieë geïmplementeer moet word totdat sukses bereik word.

In Vraag 5 is daar met die konsep *vergelykings* gewerk. Ek het die leerders met vrae begelei sodat hulle die verskil tussen 'n vergelyking en 'n uitdrukking geken het. Die oop getalsin is die vergelyking. Nadat dit vasgestel is, is die volgende vergelyking voorgehou, naamlik  $X + 6 = 10$ .

Die waarde van X bepaal die oplossing. Met die eerste vraestel het die leerders slegs na die gegewe vergelyking gekyk en dit nageboots om Vraag 5.1 te doen. Daar was weinig begrip vir hoe die vergelyking opgestel is.

Na ses maande kon ek meer insig bespeur. Die leerders kon die ontbrekende spasie in die tabel geredelik doen. Die toepassing van die kennis wat hul opgedoen het, was verblydend.

#### **4.6.5 Taakverrigting**

Die leerders se taakverrigting het verbeter. Die aanname wat hier gemaak kan word, is dat die leerders wel sukses behaal het en dus meer en meer probeer het om die oplossings te vind. Hulle was meer doelgerig en dus meer positief ingestel teenoor hul werk.

In Vraag 4 is die konsep *tyd* aangeraak. Ek het die leerders eers aan die basiese konsepte van tyd blootgestel. Die aantal minute in 'n uur sowel as die aantal sekondes in 'n minuut was voorkennis waaroor die leerders t.o.v. die konsep *tyd* beskik het. Die begrippe is een vir een hanteer en die leerders het aftrekking probeer oplos deur prentjies van die aantal ure en die aantal minute te teken.

Nadat die ure en minute afsonderlik afgetrek is, het die leerders dit saamgevoeg as een konsep. Die strategie om die probleem in verskillende dele op te deel en dan op te los, is gevolg. Na ses maande het dit baie beter gegaan. Die persentasie verbetering van 18,3% dui dit aan.

#### **4.7 GEVOLGTREKKING**

In hierdie hoofstuk is die data soos verkry aangebied. Die hoofstuk begin deur bepaalde basislyn inligting aan die orde te stel. Dit het aangetoon dat die leerder se voorkennis en gevolglik prestasie in Wiskundige Geletterdheid swak was. Dit het ook hulle ingestelheid teenoor die vak negatief beïnvloed. Vervolgens het ek aangetoon hoe die probleemoplossingsmetode geïmplementeer is. Die hoofstuk sluit af met die aanbieding van die eindevaluasie data. In die volgende hoofstuk sal ek my gevolgtrekkings en bevindinge aanbied.

## HOOFSTUK 5

### GEVOLGTREKKING EN BEVINDINGE

#### 5.1 INLEIDING

Ter inleiding tot die opsomming van die verhandeling is dit noodsaaklik om die titel deur te gee. Die titel van die studie is: Watter effek kan die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in die onderrigleer van Wiskundige Geletterdheid op leerders se resultate hê?

Ter aanvulling van die titel meld ek ook die sub-navorsingsvrae en die algemene doelstellings. Die sub-navorsingsvrae is soos volg:

- Wat is leerders se gesindheid teenoor Wiskundige Geletterdheid voor blootstelling aan 'n probleemoplossingsbenadering en verander so 'n onderrigbenadering hul ingesteldheid?
- Watter probleemoplossingsvaardighede, indien enige, toon die leerders ná blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering?
- In watter mate bestaan daar 'n verband tussen die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid en die leerderprestasie in die vak oor die tydperk waarin die probleemoplossingsbenadering toegepas is?

Soos bo genoem word die algemene doelstellings kortliks hanteer.

- Om te bepaal of leerders probleemoplossingsvaardighede aangeleer het wat hulle in die toekoms kan gebruik
- Om te bepaal of leerders se ingesteldheid teenoor Wiskundige Geletterdheid verander indien hulle probleemoplossingsvaardighede aanleer
- Om te bepaal of daar 'n verband tussen die gebruik van die probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid en die prestasie van leerders bestaan.

Daar word van Aksie navorsing gebruik gemaak sodat die teorie en die praktyk nader aan mekaar gebring word. Daar word van die kwalitatiewe data sowel as kwantitatiewe data gebruik gemaak. Die data van die onderhoude en die veldnotas is kwalitatief aard en die data wat

ingesamel is tydens die voortoets en ekwivalente aktiwiteite tydens klassituasies is kwantitatief van aard.

Die uitgangspunt van die studie is dat leerders oor die algemeen swak in Wiskundige Geletterdheid presteer soos in Hoofstuk 1 aangetoon. Een van die moontlike redes vir dié verskynsel is dat onderwysers se onderrigleermetodes minder geskik vir effektiewe Wiskundige Geletterdheidonderwys is. Waar die probleemoplossingsbenadering selde in skole in Suid-Afrika gebruik word, poog hierdie studie om vas te stel na watter mate dié benadering leerders in staat stel om beter in Wiskundige Geletterdheid te presteer.

Die doel van die navorsing was om te bepaal of die prestasie van die leerders sal verbeter indien van die probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid gebruik gemaak word. Die didaktiese driehoek van Schoenfeld (1992) wat uit drie komponente bestaan is as basis vir die studie gebruik naamlik die leerinhoud, leerders en die onderwyseres. Die leerinhoud behels die vereistes van die kurrikulum vir die toepaslike graadgroep, die leerders word deur die steekproef verteenwoordig en die onderwyseres wat by die leerders betrokke is.

Die gepaardgaande algemene doelwitte was om die leerders se verbetering van leerinhoud te bepaal al dan nie, asook of die onderwyseres professioneel verbeter het al dan nie. Aangesien daar 'n sterk korrelasie tussen Kenia en die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel is, verdien 'n vergelyking van die twee lande se stelsels verdere aandag.

Piper, Ralaingita, Akach en King (2016) stel dat die Keniaanse regering 'n vooruitbeplanning tot 2030 opgestel het. Een van die visies was om die land op te gradeer. Hul uitgangspunt was om die middelklaslandsburgers die geleentheid te bied om 'n beter inkomste te genereer. Om hul doel te bereik, wou hulle die Wiskunde-onderrig-en-leer in hul land verbeter.

Ander lande suid van die Sahara soos Suid-Afrika, Tanzanië en Uganda het ook dieselfde visie, naamlik die verbetering van Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid. Kenia het verskeie programme toegepas. Een van die programme was *Centre for Mathematics, Science and Technology Education in Africa (CEMASTE)* wat spesifiek op Wiskunde-uitkomstes gekonsentreer het (Piper et al., 2016).

'n Algemene veronderstelling is dat die lande suid van die Sahara wat Suid-Afrika insluit op tradisionele onderrig staatmaak wat nie die gewenste uitkomstes in Wiskunde sowel as

Wiskundige Geletterdheid bied nie. As gevolg van tradisionele onderrig- en leerstrategieë beskou leerders Wiskundige Geletterdheid as 'n geslote vak; hulle integreer nie die vak Wiskundige Geletterdheid met ander vakke wat in die skool aangebied word nie, ook nie met die leefwêreld buite die klaskamer nie. Piper, B., Ralaingita, W., Akach, L., & King, S. (2016) stel dat volgens (Fuson, Kalchman & Bransford, 2005; Nag et al., 2014; UNESCO, 2012) die ander nadeel van 'n tradisionele onderrigleerbenadering is dat die leerders logaritmes memoriseer en nie werklik begrip van konsepte het nie. Piper, B., Ralaingita, W., Akach, L., & King, S. (2016) stel ook dat (Clements & Sarama, 2009; Commonwealth of Australia, 2008; Dahl, Soendergaard & Cachaper, 2011; Fuson et al., 2005) noem dat dieperdenke in Wiskundige Geletterdheid kan slegs ontwikkel word indien dit saam met aaneenlopende werkswyses deur verskeie tegnieke aangeleer word.

Piper et al. (2016) noem dat daar drie areas van bekwaamheid of vaardigheid van die leerders verwag word om suksesvol in Wiskundige Geletterdheid te wees, naamlik aaneenlopende werkswyse in aksie gepaard met konsepsuele begrip en die bevoegdheid om verskillende strategieë op die regte tyd toe te pas.

Suid-Afrika het aan twee internasionale Wiskunde- en Wetenskapstudies deelgeneem wat met gereelde intervalle gedoen is. TIMSS (2011) evalueer spesifiek die leerders se syfervaardighede. TIMSS word elke vier jaar gedoen.

In 2015 het 57 lande aan TIMSS deelgeneem waarin Suid-Afrika tweede laaste vir Graad 4-Wiskunde en tweede laaste vir Graad 8-Wiskunde geplaas is (Du Plessis, 2017:1). Net Ghana het swakker as Suid-Afrika gevaar. Die uitslae van die 2015 TIMSS bevestig die swak Wiskundeprestasie in Suid-Afrika. Van 1995 tot 2015 was daar wel 'n geringe verbetering in Wiskunde van baie laag tot laag. Suid-Afrika is nog steeds een van die swakste presteerders in TIMSS.

## **5.2 PROBLEEMOPLOSSINGSBENADERING**

'n Studie wat die tydsduur van insette deur die onderwysers en die leerders in klassituasies ondersoek het, is met Graad 8-leerders van sewe lande onderneem. Die lande of dele van lande wat betrokke was, was Nederland, Australië, Japan, Hong Kong, Amerika, Nieu-Zeeland en die Tsjeggiese Republiek. In TIMSS (2003) stel (Cazden, 1988; Goodlad, 1984; Hiebert &

Wearne, 1993; Hoetker & Ahlbrand, 1969; Tharp & Gallimore, 1989) dat die hoeveel betrokke tyd van die onderwyser en van die leerders in klassituasies gerapporteer word. Daar is bevestig dat al die lande se leerders baie kort insette in klassituasies lewer. Dit beklemtoon die literatuuroorsig wat meld dat die onderwyser steeds die meeste praatwerk in die verhouding 8:1 – in die klas tydens leergeleenthede doen soos in TIMSS (2003) bevestig word.

Die volgende aspek is die onderwysmedia wat die verskillende lande gebruik. In die meeste lande word die swartbord, kryt, handboeke of werkblaaie in klaskamers gebruik. Die take wat opgestel word, is aan die leefwêreld van die leerders gekoppel. Oor die algemeen gebruik weinig van hierdie lande 'n sakrekenaar en of rekenaar tydens leergeleenthede (TIMSS, 2003). Wanneer daar na bogenoemde gekyk word, is die probleemoplossingsbenadering heel moontlik die oplossing vir die Suid-Afrikaanse Wiskundige Geletterdheidskrisis.

Daar is verskeie begrippe wat eers verstaan moet word voordat daar oorgegaan kan word na 'n bespreking van die konsep *probleemoplossing*.

Die eerste begrip is *kennis*. Kennis is die samevoeging van feite wat iemand begryp. Hauk et al. (2014) noem dat daar drie elemente van kennis is: 'n mens aanvaar dit, 'n mens het genoeg bewyse daarvoor en sien dit is waar (Hauk et al., 2014).

Skemp (1976:21) in Hauk et al. (2014) noem dat die volgende konsep *begrip* is en sê begrip is *a relational dynamic of knowing and purpose, knowing both what to do and why* (Hauk et al., 2014).

Die woord *dink* beteken organisasie, vanaf die impuls wat jy waarneem tot die rangskikking van denke in die brein nadat jy kennis opgedoen het (Hauk et al., 2014).

Daar word baie wiskundige *kennis en vaardighede* van die leerders verwag omdat Wiskundige Geletterdheid in alle aspekte van die lewe noodsaaklik is. Onder meer word van die leerders verwag om kennis te konstrueer, om daardie kennis te koppel en om kennis te skep (Kim et al., 2018). Nog 'n ander vaardigheid is kommunikasie.

Die aanleer van vaardighede en die grondlegging van kennis is baie belangrik vir die leerders; in dié verband figureer onder meer verskillende leerstyle, die aanleer van logiese denke, die ontwikkeling van kritiese sowel as kreatiewe denke om probleme te kan analiseer en op te los,

en om regverdiging te kry vir die oplossings en goed met ander leerders te kommunikeer (Kim et al., 2018).

Die leerders se individuele vermoë om veronderstellings te maak, te ontdek, logies te redeneer, verskeie leerstrategieë te bemeester en dit toe te pas (Stacey, 2018) moet ontwikkel word. Vervolgens moet leerders, met behulp van die korrekte aktiwiteite, hul selfdenke ontwikkel om self oplossings vir probleme te soek en hul oplossings te herdink (Kollosche, 2018).

Die probleemoplossingsbenadering impliseer dat die leerders Wiskundige Geletterdheidprobleme moet oplos of sin van wiskundige situasies maak sonder dat daar definitiewe roetines of vasgestelde prosedures aan hulle voorgehou word.

Ronda (2013) sluit by Erickson (1999) aan en brei uit deur die stelling te maak dat daar vier vlakke van probleemoplossing by leerders bestaan, naamlik herkenning, heraanbieding, struktureel-afgeleide denkbeelde en strukturele bewustheid. Dit sluit by die ontwikkeling van kognitiewe denke aan. Die vier begrippe is herkenning (Vlak 1), heraanbieding (Vlak 2), struktureel-afgeleide denkbeelde (Vlak 3) en strukturele bewustheid (Vlak 4).

Die uitkomst van my data-analise sluit nou by die bespreking van Hoofstuk 2 aan. Die data-analise het verskillende aspekte uitgelig.

Die leerders het nie die nodige vakkennis of vaardighede gehad om die toets suksesvol af te lê nie. Daar was weinig kennis van die verskillende konsepte soos *persentasie*, *vergelykings*, *afronding*, *plekwaardes*, *notasie*, *oppervlakte* en *volgorde* van bewerkings. Daar was ook geen kennis van leerstrategieë nie.

Die analitiese skaal van Szetela en Nicol (1992) is gebruik om die leerders se uitkomst wat in die klassituasies behaal is, te evalueer. Die volgende is in klassituasies waargeneem: die leerders se selfvertroue in die klassituasie het toegeneem aangesien hulle meer ondersteuning van die groep sowel as van die onderwyseres ontvang het; hulle het geleer om oplossings te vind sonder dat daar van logaritmes en formules gebruik gemaak is, en het verskillende strategieë gebruik om die oplossings te verkry. Die dieptedenke van die leerders het ontwikkel aangesien kreatiewe en kritiese denke ontwikkel het wat ek kon aflei van die leerders se uitkomst in die klassituasie. Die leerders se selfdenke het ontwikkel en daarom kon hul logiese denke ook verbeter, en daarmee gepaardgaande ook die regverdiging vir die uitkomst.



Ek het ook positief ontwikkel aangesien die WTR gebruik is om 'n toets op te stel wat elke kind se ontwikkelingsvlak en verskillende leerstyle in aanmerking geneem het. Die onderwyseres se pedagogiese kennis sowel as kennis van die probleemoplossingsbenadering het verbeter.

Ek het ekwivalente aktiwiteite aan die leerders in die klassituasie gegee. My ervaring is dat daar aanvanklik tyd bestee moet word om strategieë te ondersoek om oplossings te ontdek. Hierdie oplossings kan dan as voorbeeld (voorkennis) gebruik word om soortgelyke probleme op te los. Met refleksie kan soortgelyke probleme in vraestelle deur die leerders herken word.

Na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die uitkomst totaal verander. Dit kan in Hoofstuk 4 waargeneem word waar dit grafies voorgestel word.

Wiskundige Geletterdheid is in alle aspekte van die lewe noodsaaklik; daarom is wiskundige kennis en vaardighede essensieël (Kim, Hsin & Snow, 2018). Die doel van Wiskundige Geletterdheid is die aanleer van vakkennis en vaardighede, die ontwikkeling van kreatiewe en kritiese denke (Erickson, 1999), kommunikasie, asook om te dien as 'n instrument vir ander vaardighede soos intellektuele ontwikkeling, logiese denke, regverdige oordeel en lewenslange leer (Stacey, 2018).

Bogenoemde word grotendeels in die klaskamer aangeleer en daarom is die mees gepaste onderrigleerbenadering wat al die bogenoemde uitkomst bied indien dit reg implementeer word, die probleemoplossingsbenadering. Volgens Schoenfeld (1992) is probleemoplossing 'n proses wat deurloop word om 'n oplossing vir 'n nie-roetine probleem te vind.

### **5.3 BEVINDING RAKENDE DIE SENTRALE NAVORSINGSVRAAG**

Die sentrale navorsingsvraag wat die studie rig is: Watter **effek** kan die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in die onderrigleer van Wiskundige Geletterdheid op leerders se resultate hê?

Soos in die studie aangetoon waarmee ek saamstem, is prestasie in Wiskundige Geletterdheid oor die algemeen swak en daar is ondersoek ingestel of 'n alternatiewe onderrigleerbenadering die gewenste uitwerking kan hê. Die onderzoekgroep (Graad 11-leerders) is aan 'n toets wat die Graad 10-kurrikulum dek, blootgestel en daar is gevind dat hul prestasie oor die algemeen swak was en dat baie van die Wiskundige Geletterdsheidbegrippe nooit vasgelê is nie. Die leerders is daarna aan ekwivalente begrippe blootgestel deur van die probleemgebaseerde

benadering tot onderrig en leer gebruik te maak om te bepaal of daar wiskundige groei tydens die blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering geskied het. Twee metodes is benut om verbetering te dokumenteer. Die uitkomst van probleemgebaseerde lesse is geëvalueer volgens die spesifieke analitiese skaal van Szetela en Nicol (1992) en tweedens is van 'n opvolgtoets aan die einde van die semester gebruik gemaak wat ekwivalente Wiskundige Geletterdheidbegrippe getoets het.

Die data-analise soos in Hoofstuk 4 bespreek, toon duidelik dat positiewe resultate op die vlak van die individuele les sowel as in die ekwivalente aktiwiteite gedemonstreer is. Daar was groei in die leerders se vaardighede en gesindhede t.o.v. Wiskundige Geletterdheid sowel as in die prestasie in die ekwivalente aktiwiteite. Die gevoltrekking kan dus gemaak word dat die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in die onderrigleer van Wiskundige Geletterdheid 'n positiewe effek op leerders se resultate het.

### **5.3.1 Sub-navorsingsvrae**

#### ***5.3.1.1 Wat is leerders se gesindheid teenoor Wiskundige Geletterdheid voor blootstelling aan 'n probleemoplossingsbenadering en hoe verander so 'n benadering hul ingesteldheid?***

Aan die begin van die jaar is daar onderhoude met die Graad 11-leerders wat deel van die ondersoekgroep gevorm het, gevoer. 'n Vraelys wat vertroulikheid gewaarborg het, is aan die leerders voorgehou. Daar was toesig tydens die onderhoude om betroubaarheid en geldigheid te waarborg. Die motivering daarvoor was om die leerders se gesindheid teenoor die vak Wiskundige Geletterdheid te bepaal. Daar is gepoog om die leerders se kennis van die probleemoplossingsbenadering te bepaal.

Die onderhoude het baie insiggewende uitkomst gelewer. Dit was duidelik dat leerders se gesindheid teenoor die vak in die algemeen negatief was en dat hulle sensitief vir ander leerders se opinies, kritiese ingesteldheid teenoor die klasgroep en die onderwyseres was. Mislukkings uit vorige jare se ervaring met Wiskundige Geletterdheid het hul selfbeeld ten aansien van die vak baie negatief geraak. Die leerders se werketiek het ook veel te wense oorgelaat. Daar was geen behoefte om op hul eie iets in klassituasies te probeer nie. Geen tuiswerk is gedoen nie. Hulle het elke keer vir die onderwyseres gewag om die antwoorde op

die bord te skryf. Leerders se vakkennis was ontoereikend en hulle het geen leerstrategieë geken nie. Die oplossings is net blindelings verkry indien daar oplossings gevind is. Hulle refleksievermoë was swak, en hulle kon ook min of geen verbande tussen gedane aktiwiteite en aktiwiteite waarmee hulle besig was, maak. Die basiese vaardighede is nie in die laer grade vasgelê nie; die leerders het byvoorbeeld glad nie begrip vir die verskil tussen die desimale teken en die komma getoon nie.

Na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die prentjie heel anders vertoon. Die verbetering in uitkomst volgens die grafieke (Figuur 4.1 en Figuur 4.2) was insiggewend. Die afleiding wat ek maak, is dat daar meer doelgerigtheid, meer selfvertroue, meer respek vir ander se sienings en kreatiewe en kritiese denke ontwikkel het. Die leerders se spanningsvlak tydens klassituasies het gedaal en as gevolg van die suksesse wat hulle behaal het, het hul waagmoed verbeter. Dit wil voorkom asof die leerders meer in beheer van die probleemoplossing was. Positieweit by die leerders was die dryfveer vir meer werkverrigting. Hulle het die probleme meer doelgerig beplan, uitgevoer en meer uitdagings uit die weg geruim.

Leerders se houding teenoor mislukking is ook ondersoek. Leerders was aanvanklik baie terughoudend, angstig, het boeliegedrag en vernedering gevrees. Onetiese gedrag sowel as 'n gebrek aan werketiek in vorige jare is deur leerders rapporteer, maar daar is gevind dat die gedrag na ses maande 'n verbetering getoon het.

Die leerders se selfvertroue ten opsigte van hul eie bevoegdhede in klassituasies, asook dié van ander leerders in die klas, is geëvalueer. Daar is gevind dat dit ook verbeter het.

Die leerders was na ses maande meer gedetermineerd om probleme op te los. Na die blootstelling het die leerders verskeie strategieë gebruik om probleme op te los; die teken van prentjies, die vervanging van groot getalle met kleiner getalle, skatting en om die verdeling van die vraag in verskillende dele, is gebruik. Die onderwysmedia in die klas het met probleemoplossing gehelp. Leerders het die muurplakkate gebruik vir leiding, meer rekenaartjies het hul werkverrigting verbeter en sodoende is tuiswerk verminder.

Leerders se aanvanklike terugvoer oor werktoewyding was verrasend swak. In laer grade het hulle die swak werkhouding aangeleer om te wag dat die onderwyser die antwoorde op die

bord skryf. Die leerders het dus nie gewerk soos van hul verwag is nie en het ook weinig tuiswerk gedoen. Hulle werketiek was daarom nie na wense nie. Tydens die studie het die leerders se werktoewyding verbeter en die verandering was duidelik sigbaar na ses maande.

Aan die begin van die studie was dit duidelik dat leerders nie verbande tussen die onderskeie Wiskundige Geletterdheidprobleme kon lê nie. Leerders het glad nie geweet hoe om verbande tussen verskillende probleme te lê nie, dus kon ek aflei dat daar nie aandag aan verbandlegging in die Wiskundige Geletterdheidsaktiwiteite gegee is nie.

Na ses maande se blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die uitkomst totaal anders vertoon en het leerders aktief na verbande tussen probleme gesoek.

Uit die data-analise in Hoofstuk 4 kan daar dus afgelei word dat leerders se gesindheid teenoor Wiskundige Geletterdheid deur blootstelling aan 'n probleemoplossingsbenadering positief verander het.

#### **5.3.1.2 Watter probleemoplossingsvaardighede het die leerders ná blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering aangeleer?**

Aan die begin van die jaar het die leerders 'n standaardtoets bestaande uit ses Wiskundige Geletterdheidsvrae wat voorkennis getoets het, afgelê. Elk van die vrae word vervolgens aangetoon.

Die eerste vraag het grootendeels vereis dat leerders persentasies moes bereken. Die leerders het nie die konsep *persentasie (%)* verstaan nie. Daar is 'n ekwivalente aktiwiteit tydens leergeleenthede gedoen waar baie ondersteuning gebied is. Na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die persentasie leerders wat die vraag korrek beantwoord het, gestyg. Die leerders het die konsep met die toepassing daarvan onder die knie gekry.

Vraag 2 het onder meer op breuke gefokus. Die leerders was onseker oor die konsep *breuk*, *breukdeel*, *notasiekolom* en *verhouding*.

Na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die persentasie leerders wat die probleem kon oplos baie gestyg wat my die afleiding laat maak dat die leerders die werk beter verstaan het.

Vraag 3 is aanvanklik baie swak beantwoord. Die konsepte *plekwaarde* en *notasiekolomme*, *heelgetalle*, *desimale breuke* en *desimale teken* was 'n uitdaging.

Na ses maande van blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die getal leerders wat die probleem korrek kon oplos, gestyg. Die begripsvermoë van die leerders het verbeter en hulle kon met breuke werk.

Leerders het Vraag 4 aanvanklik baie swak beantwoord aangesien hulle die konsep *tyd* baie ingewikkeld gevind het. Alle bewerkings met tyd as gegewe was problematies.

Na ses maande van onderrig deur die probleemoplossingsbenadering het die leerders baie beter presteer en het die persentasie leerders wat 'n soortgelyke probleem kon oplos, gestyg. Dit was duidelik dat die leerders konsepte oor tyd verstaan het en probleme wat daarmee verband hou, kon oplos.

Die leerders het aanvanklik Vraag 5 wat oor vergelykings gegaan het, as 'n groot uitdaging ervaar. Probleme soos *begripsles*, *voorkennis* van vergelykings of uitdrukings en *oop* en *geslote getalsinne* het voorgekom. Na baie ondersteuning en leiding tydens leergeleentede en blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering het die gemiddelde persentasie leerders wat hierdie vraag kon beantwoord, gestyg. Die leerders het die aktiwiteite oor vergelykings beter verstaan.

Leerders het aanvanklik Vraag 6 wat die kennis van *volgorde van bewerkings* geëvalueer het, swak beantwoord. Die ander deel van die vraag wat oor oppervlakte gehandel het, is die swakste beantwoord. Deur die probleemoplossingsbenadering te gebruik, kon leerders nie alleen verbandhoudende probleme oplos nie, maar het hulle insig in die oplossing daarvan getoon. In die opvolgtoets het die aantal leerders wat die vraag kon oplos, gestyg wat bevestig dat die leerders die konsep verstaan het.

Indien die aanvanklike toetsdata met die ekwivalente aktiwiteite vergelyk word, is dit duidelik dat die gemiddelde persentasieverbetering daarop dui dat die leerders meer begrip vir die konsepte en meer vaardighede aangeleer het om die oplossings te vind. Die leerders was meer bevoegd om die vier strategieë wat aan die begin van die jaar aan hulle verduidelik is, toe te pas.

### ***5.3.1.3 In watter mate bestaan daar 'n verband tussen die gebruik van 'n probleemoplossingsbenadering in Wiskundige Geletterdheid en leerderprestasie in die vak oor die tydperk waarin die probleemoplossingsbenadering toegepas is?***

Die voortoets aan die begin van die jaar het daartoe gelei dat ek tot die gevolgtrekking gekom het dat die leerders se vakkennis en vaardighede nie op standaard was nie. Hulle was oningelig oor die idee van 'n plan of strategie om 'n probleem op te los en het dus ook nie beplan om wiskundige probleme op te los nie. Daar is veldnotas tydens klassituasies gemaak sodat die verbetering gemonitor kon word. Na verloop van tyd het die leerders begin beseef wat die waarde van beplanning vir die oplossing van 'n probleem is en het hulle begin om self strategieë te ontwikkel om die probleme op te los. Die leerders se vakkennis en vaardighede het verbeter soos aangetoon in die uitkomst (Raadpleeg Hoofstuk 4, Paragraaf 4.5). Daar is definitief 'n verband tussen die gebruik van die probleemoplossingsbenadering en die prestasie van leerders.

## **5.4 BEVINDINGE**

Uit die navorsing het dit geblyk dat leerders oënskynlik swak onderrig in laer grade ontvang het toe hul basis in Wiskundige Geletterdheid gelê moes word. Ek het ook gevind dat die verwagte basiese vaardighede en begrip m.b. t. probleemoplossing by die leerders ontbreek het. Hierdie bevinding stem ooreen met Taylor (2009) wat gevind het dat talle onderwysers self nie die probleme kon oplos wat hul in Graad 4 en 5 aangebied het nie. Taylor (2009) dui aan dat net 12% van die Graad 4- en Graad 5-onderwysers in Suid-Afrika wat Wiskundige Geletterdheid aanbied, die assesseringsvrae kon beantwoord. Indien die onderwyser nie die werk onder die knie het nie, is dit onmoontlik om dit suksesvol te fasiliteer. Onbevoegde onderwysers is geneig tot gebondenheid aan die handboek en benadeel leerders onbewustelik. Die opvatting van onderwysers oor hoe Wiskundige Geletterdheid fasiliteer moet word, was ook 'n probleem wat uit die navorsing na vore gekom het. Daar word dikwels in die omgang beweer dat die onderwyser net so klasgee soos hy dit in sy skool- en tersiêre opleiding ervaar het.

Die ontwikkeling van positiewe gesindhede teenoor die vak Wiskundige Geletterdheid, en die werketiek van leerders sowel as van onderwysers word ook bevraagteken. Leerders word ook nie bewus gemaak dat Wiskundige Geletterdheid 'n menslike aktiwiteit en deel van hul

daaglikse leefwêreld is nie, aldus Freudenthal (1968). Karaktervorming is 'n groot uitdaging van die probleemoplossingsbenadering.

Die aard van die vak Wiskundige Geletterheid is sodanig dat dit leerders se karaktervorming kan beïnvloed en ondersteun. Wanneer 'n mens inspanning benodig om 'n probleem op te los, leer dit jou volharding, geduld, toewyding sowel as uithou vermoë. Daar word ook baie aan 'n samehorigheidsgevoel wat in die groepwerk tydens leergeleenthede beoefen word gewerk. Die leerders leer ook in klassituasies om mekaar se siening te respekteer, en respek teenoor ander te betoon al stem hulle nie saam nie. Die eienskap van empatie word ook tydens leergeleenthede ontwikkel aangesien daar baie ondersteuning en aandag aan leerders wat swakker vaar, geskenk word.

In die studie is gevind dat leerders aanvanklik oor min van hierdie eienskappe beskik het, maar soos die tyd verloop het, het hul karakters meer gevorm geraak (Raadpleeg Hoostuk 4, Paragraaf 4.5).

Een aspek waaraan gewerk moet word, is die karakterontwikkeling van die leerders. Die volgende aspek was die nuwe benadering, naamlik die probleemoplossingsbenadering. Ek het navorsing oor sekere Wiskundige Geletterdheid-onderrig en -leerbenaderings gedoen en nadat ek die uitslae van TIMSS (2011) en PIS (2012) bestudeer het, het ek besef dat Oosterse lande wat heel bo-aan die prestasielys lê, die probleemoplossingsbenadering toepas. Aangesien weinig navorsing in Suid-Afrika oor dié benadering gedoen is, het ek besluit om die winste daarvan te ondersoek.

## **5.5 AANBEVELINGS**

Gebaseer op die gevolgtrekking waartoe in die studie gekom is, word die volgende aanbevelings gemaak:

Die belangrikste gevolgtrekking waartoe in die studie gekom is, is dat probleemoplossingsbenadering 'n alternatief vir tradisionele onderwys-metodes bied wat verdere ondersoek regverdig.

Die studie het aangetoon dat leerders eers aan 'n wiskundige konsep blootgestel moet word en verseker moet word dat die leerders die konsep (byvoorbeeld *vergelings*) verstaan voordat daar na aktiwiteite oorgegaan word. Nuwe strategieë moet eers aan die leerders in

klassituasies deurgegee word voordat dit implementeer word. Leerders moet die begrippe ken en verstaan voordat aktiwiteite voltooi word.

Uit die bevindings van die studie blyk dit dat dit essensieel is dat leerders verstaan hoe verskillende Wiskundekonsepte met mekaar verband hou en interafhanklik van mekaar is in die oplossing van probleme. Konsepte staan nie op hul eie nie, maar vorm 'n eenheid. Begrip vir plekwaarde byvoorbeeld, is belangrik in die oplossing van digitale tyd-probleme.

'n Toevallige bevinding van die studie wat met dié van Taylor (2009) ooreenstem, is dat onderwysers se vakkennis dikwels onvolledig of onvoldoende is om die vak te fasiliteer. Die swak prestasie van leerders soos aan die begin van die studie aangedui kan grootliks aan swak onderrig en leer tot op Graad 10-vlak toegeskryf word. Wiskundige Geletterheidsonderwysers sal bes moontlik verstandelik, emosioneel en vakkundig opgelei en bygestaan moet word ten einde meer effektiewe onderwys te verseker.

## **5.6 BYDRAE VAN DIE STUDIE**

Die studie het die swak prestasie in Wiskundige Geletterdheid wat verband met die kommer oor die lae standaard van die onderrigleerhandeling en die kwaliteit daarvan hou, as vertrekpunt. Die ondersoek na die gebruik van probleemgebaseerde onderrig poog om vas te stel of dié onderrigleermetode prestasie in Wiskundige Geletterdheid kan verbeter. Die studie het bevind dat die onderrigleerbenadering nie net die prestasie van leerders verbeter het nie, maar ook die gesindheid van leerders positief beïnvloed het. Hierin lê die beskeie bydrae wat die studie maak. Die navorsing bied insigte wat ander onderwysers in hul praktyk sou kon implementeer en verder ontgin tot voordeel van ons leerders.

## **5.7 BEPERKINGE VAN STUDIE**

Die studie was 'n enkel Gevallestudie en daarom kan die bevindinge nie veralgemeen word nie. Daar kon verskeie ander oorsake vir die leerders se swak prestasies wees, soos byvoorbeeld die swak ekonomiese en sosiale omstandighede, asook moontlike swak onderrig wat hulle in hul vroeë skooljare ontvang het. Die navorser moes uiters versigtig wees dat empatie nie die data-analise beïnvloed nie.

Tweedens is die studie met 'n enkele klasgroep onderneem. Die analise van die data was problematies omdat die deelnemers die navorser se leerders was. Twee strategieë is gebruik



om asimmetriese spreiding van die data te beperk. Eerstens is 'n moderator vir die toetsing en nasien van die vraestelle gebruik; tweedens is die analise van die kwalitatiewe data deur die studieleier geverifieer. Objektiviteit en integriteit was 'n belangrike navorsingsprioriteit.

## **5.8 SELF-REFLEKSIE**

Die hele studieprojek was vir my as onderwyseres 'n leersame ondervinding. Die uitdaging was aanvanklik vir my 'n bron van kommer. Die bekommernis was dat die leerders nie in die projek belang sou stel nie. Die leerders was reeds ontmoedig deur swak uitslae jaar na jaar. Ek was aangenaam verras dat my bekommernis ongegrond was. Die leerders het oorwegend positief gereageer op aspekte waarvoor ek vraagtekens gehad het.

Die eerste kwessie wat bevestig is, is dat die klaskamer leervriendelik moet wees. Ek het die verbetering in prestasie aan die gesindheid van *ek voel tuis* in die Wiskundige Geletterdheidsklas gekoppel. Die leerders het die onderwysmedia in die klaskamer en die plakkaat op die aanplakbord gebruik om wenke te kry met aktiwiteite waarvoor hulle oplossings gesoek het. Dit is bevestig tydens die onderhoude wat met die leerders gedoen is en die veldnotas wat ek aangeteken het.

My optrede tydens leergeleenthede sowel as my algemene optrede teenoor die leerders was 'n ander insig wat ek verkry het. Die empatie en simpatie waarmee ek leerders hanteer het, asook my toewyding en geduld het 'n positiewe leeratmosfeer geskep wat tot verbetering van prestasie bygedra het. Volgens die uitkomst van die onderhoude waar die spanningsvlak van die leerders noemenswaardig gedaal het, maak ek die gevolgtrekking dat die meer ontspanne atmosfeer tot meer vrymoedigheid gelei het vir die leerders om vrae te vra, ondersteuning te versoek en meer positief teenoor die vak te wees. Dit het tot aansienlike verbetering van die leerders se prestasie bygedra.

Die ander gewaarwording wat uitgespeel het, was dat die leerders meer geïnteresseerd in die aktiwiteite was indien dit deel van hul leefwêreld was. Hulle het die probleem beter verstaan (Malouff, 2015) en daarom het ek as onderwyseres besef dat die aktiwiteite aan hierdie vereiste moes vodoen. Dit is een van die eienskappe van die probleemoplossingsbenadering. Ek het dus geleer om so te beplan dat die kurrikulum gedek word, maar dat die aktiwiteite steeds aan die leefwêreld van die leerder gekoppel moet wees.

Die ander aspek was die mate waarna ek as onderwyseres ondersteuning moes bied. Daar is 'n fyn balans tussen onvoldoende steun en oormatige of onnodige steun wat ek moes aanleer. Wanneer 'n klas onderwysergerig is, bepaal die onderwyser die rigting en tempo en leerders word passiewe navolgers. Die data-analise het gewys hoe gevaarlik dit vir leerders se ontwikkeling is. Wanneer 'n klas probleemgerig werk, word die klas insgelyks leerdergesentreerd en moet bepaal word of die leerders die konsepte verstaan voordat hulle met die aktiwiteit begin. Die leerders het na die ses maande blootstelling aan die probleemoplossingsbenadering genoem dat hulle daarvan gehou het dat die onderwyseres nie te vinnig te veel ondersteuning gebied het nie. Dit was 'n betekenisvolle gewaarwording aangesien ek geneig was om te veel ondersteuning in my klasse te bied. Gepaardgaande hiermee het ek ook geleer hoe om my intervensie by die verskillende leerders se leerstyle aan te pas. Sommige leerders reageer vinniger as ander en ek moes my strategieë daarvolgens aanpas. Die nadeel is dat die groot klasse waarmee ek werk, veertig en meer leerders, baie goeie beplanning verg om by alle leerders uit te kom.

Een van die sewe rolle van die onderwyser is dié van navorser. Hierdie studie het my daardie geleentheid gebied. Die beplanning van aktiwiteite sowel as die waarneming daarvan terwyl die leerders daarmee besig was, het tot my professionele ontwikkeling bygedra. Ek het besef dat daar van ander kollegas gebruik gemaak kan word. Die vraagstelling en soeke na raad moenie gesien word as 'n tekortkoming in jou vakkennis en vaardighede nie, maar wel as 'n ontwikkelingstrategie.

## **5.9 SLOTOPMERKING**

Die leerders het soos in die grafiese voorstellings aangedui, 'n gesindheidsverandering teenoor hul werk, die probleemoplossingsbenadering sowel as die vak Wiskundige Geletterdheid ondergaan. Die ontwikkeling van kreatiewe en kritiese denke het tot gevolg gehad dat die leerders die vrae wat metakognisie verg beter verstaan het, nadat hulle aan die probleemoplossingsbenadering blootgestel was. Hulle het meer begrip getoon en kon dus die strategieë waaraan hulle tydens die ses maande blootgestel was, toepas. Die leerders was meer in beheer van hul eie werkverrigting wat ook die sukses van die probleemoplossingsbenadering vooropstel.

Ek glo dat die probleemoplossingsbenadering wel 'n oplossing vir die swak prestasie in Wiskundige Geletterdheid bied.

## VERWYSINGS

- Adelman, C., Lewin, K., Noffke, S., & Somekh, B. (1993). The Origins of Action Research. *The SAGE Handbook of Educational Action Research*, 7-24.
- Adler, J. (2009). Wits Maths Connect Secondary Project (WMCS) 2015-2019. *SARChI Chair in Mathematics Education*, 1.
- , H. F. (2005). *Teachers investigate their work: An introduction to action research across the professions. Teachers Investigate Their Work: An Introduction to Action Research Across The Professions*. New York: Routledge.
- Ball, D. H. (2004, September). Developing Measures of Mathematical Knowledge for Teaching. *Mathematics Teaching and Learning to Teach*, p. 5. *The Elementary School Journal*, 105(1), 11-30.
- Ball, D. H. (2009). Mathematics Teaching and Learning. In Ball, *Developing Measures of Mathematical Knowledge for Teaching* (p. 5).
- Ball, D., Lubienski, S., & Mewborn, D. (2001). *Research on Teaching Mathematics: The Unsolved Problem of Teacher's Mathematical Knowledge*. New York: Macmillan.
- Bishop, S. (1996). Beliefs Shape Mathematics. *Spectrum*, 28(2), pp. 131-141.
- Bjørn, R. (2009). Richard Rorty: Pragmatized Culture. In R. Bjørn, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (pp. pp: 2-11). Metaphysics Research Lab, Stanford University. Retrieved from Stanford Encyclopedia of Philosophy: <https://plato.stanford.edu/entries/rorty/#3>
- Breytenbach, C. (2002). Navorsingsmetodologie. *Hoofstuk 4: Metode van Ondersoek*, pp. 1-21. Retrieved from <https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/27542/04chapter4.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Bromley, D. (1990). A philosophy of science for the study of individual cases. 1. *Academic contributions to psychological counselling. Counselling Psychology Quarterly.*, 3(3), pp. 299-307. doi:10.1080/09515079008254261
- Burghes, D. (2009). Lesson Study: Enhancing Mathematics Teaching and Learning. *CIMT (Centre for Innovation in Mathematics Teaching)*, 1-56.
- Burghes, D., & Robinson, D. (2009). Lesson Study: Enhancing Mathematics Teaching and Learning. *Perspective*, 1-56. Retrieved from <https://cimt.org.uk/papers/lessonstudy.pdf>
- California Department of Education. (2018). *Professional development for teachers, principals, paraprofessionals, and other staff in selected curriculum areas*. California: California Department of Education.

- Chamberlin, S., & Moon, S. (2005). Model-Eliciting Activities as a Tool to Develop and Identify Creatively Gifted Mathematicians. *The Journal Of Secondary Gifted Education*, 37-47. doi:10.4219/jsge-2005-393
- Cifarelli, V., & Cai, J. (2005). The evolution of mathematical explorations in open-ended problem solving situations. *Journal of Behaviour*, 24(3-4), 302-324.
- Cobb, P., Wood, T., & Yackel, E. (1991). A Constructivist Approach to Second Grade Mathematics. (E. V. Glasersfeld, Ed.) *Radical Constructivism in Mathematics Education*, 7, pp. 157-176. doi:https://doi.org/10.1007/0-306-47201-5
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., Nicholls, J., Wheatley, G., Trigatt, B., & Perlwitz, M. (1991). Assessment of a Problem-Centered Second-Grade Mathematics Project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(1), pp. 3-29. doi:10.2307/749551
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Educatio* (Vol. 6). London & New York: Routledge (Taylor & Francis Group).
- Creswell , J. W., & Plano Clark , V. L. (2006). Understanding Mixed Methods Research. In J. W. Creswell, & V. L. Plana Clark, *Designing and conducting Mixed Methods Research* (pp. 1-19). London, United Kingdom: Sage Publications Ltd.
- Creswell, J., Ebersöhn, L., Eloff, I. F., Jansen, J., Nieuwenhuis, J., Pietersen, J., . . . van der Westhuizen, C. (2012). *First steps in research*. (K. Maree, Ed.) Pretoria: Van Schaik.
- De Klerk, J. (2015, January 6). *Ruk Swak Onderrig so reg*. Retrieved from Netwerk24: <https://www.netwerk24.com/Stemme/Aktueel/Ruk-swak-onderrig-so-reg-20150106>
- Deek, F.P., Hiltz, S.R., Kimmel, H. & Rotter, N. (1999). Cognitive Assessment of Student's Problem Solving and Program Development Skills. *Journal of Engineering Education*, 88(3), pp. 317-326.
- Departement van Basiese Onderwys. (2000). *The National Council of Teachers of Mathematics*. South Africa: Departement van Basiese Onderwys.
- Departement van Basiese Onderwys. (2011). *Kurrikulum- en Assesseringbeleidsverklaring: Wiskundige Geletterdheid*. Pretoria: Departement van Basiese Onderwys.
- Departement van Basiese Onderwys. (2018). *Mathematics Teaching and Learning Framework for South Africa: Teaching Mathematics for Understanding, Draft 6*. Die Departement van Basiese Onderwys.
- Department of Basic Education. (2014). *Report on the National Assessment of 2014 Grades 1 to 6 & 7*. Pretoria: Department of Basic Education of South Africa.
- Dhanapal, S., Kanapathy, R., & Mastan, J. (2014). A Study to understand the role of visual arts in the teaching and learning of science. *Asian-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2), 4.

- Du Plessis, S. (2017). Argief vir Edublox. *www.edublox.co.za*, 1-2.
- Erickson, D. (1999). A problem-based approach to mathematics instruction. *The Mathematic Teacher*, 92(6), 516-521.
- Evan, R., & Lappin, G. (1994). 'Constructing meaningful understanding of mathematics content'. in Aichele, D. and Coxford, A. (Eds.) *Professional Development for Teachers of Mathematics*, pp. 128-143.
- Facilitation Skills. (2007). In D. McCain, *Facilitation Basics* (pp. 1-2). Alexandria, VA: ASTD Press.
- Freudenthal, H. (1968). Why to teach Mathematics so as to Be Useful. *Educational Studies in Mathematics*, 1(1/2), 3-8.
- Freudenthal, H. (1997). Speech by Prof. H. Freudenthal upon being granted an honorary doctorate. *Euclides*, 52, 336-338.
- Froneman, J. A., Vorster, J. A., & Fourie, M. (2000). Uitkoms-gebaseerde onderwys in die lig van moderniteit en postmoderniteit. *Koers* 65, 65(2), 191-203.
- Gheyle, N., & Jacobs, T. (2017). Content Analysis: a short overview. doi:10.13140/RG.2.2.33689.31841
- Glazer, C. (2008). Emotions and Student Roles in an Online Course. 5(1), 51-63. doi:Emotions and Student Roles in an Online Course
- Graumann, G. (September 2012). Investigating the Problem Field of Triangular Pyramids. *Proceedings from the 13 ProMath conference Bergqvist, T* (pp. 17-29). Umea: UMERC.
- Grouws, D. (Ed.). (1992). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. USA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Gumann, C., & Mullinax, A. (2015). The facilitator role within learning networks at USAID. *Knowledge Management for Development Journal*, 11(1), 31 - 40.
- Hähkiöniemi, M., Leppäaho, H., & Francisco, J. (2012). Model For Teacher Assisted Technology Enriched Open Problem Solving. *Proceedings from the 13 ProMath conference Brgqvist, T* (pp. 30-43). Umea Sweden: UMERC.
- Harrison , H., Birks, M., Franklin, R., & Mills, J. (2017). Case Study Research: Foundations and Methodological Orientations. *Forum: Qualitative Social Research*, 18(1), 5. doi:http://dx.doi.org/10.17169/fqs-18.1.2655
- Hauk, S., Toney, A., Jackson, B., Nair, R., & Tsay, J. (2014). Developing a Model Of Pedagogical Content Knowledge For Secondary And Post-Secondary Mathematics Instruction. *Dialogic Pedagogy: An International Online Journal*, 2, pp. 16-19. doi:10.5195/dpj.2014.40

- Henningsen, M., & Stein, M. (1997). Mathematical Tasks and Student Cognition: Classroom-Based Factors That Support and Inhibit High-Level Mathematical Thinking and Reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 524-549. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/749690> .
- Hiebert, J., Morris, A., & Glass, B. (2003). Learning to Learn to Teach: An "Experiment" Model for Teaching and Teacher Preparation in Mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6(3), 201-222. doi:10.1023/A:1025162108648
- Hill, H., Ball, D., & Schilling, S. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic-Specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400.
- Hill, H., Blunk, M., Charalambous, C., Lewis, J., Phelps, G., Sleep, L., & Ball, D. (2008). Mathematical Knowledge for Teaching and the Mathematical Quality of Instruction: An Exploratory Study. *Cognition and Instruction*, 26(4), 430-511. doi:10.1080/07370000802177235
- Ho, K., & Hedberg, J. (2005). Teachers' pedagogies and their impact on students' mathematical problem solving. *Journal of Mathematical Behaviour*, 24(3-4), 238-252.
- Hsu, W.-M. (2013). Examining the Types of Mathematical Tasks Used to Explore the Mathematics Instruction by Elementary School Teachers. *Creative Education*, 4(6), 396-404.
- Human, P. (2009). Leer deur probleemoplossing in wiskundeonderwys. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 28(4), 303-318.
- Hurrel, D. (2013). What Teachers Need to Know to Teach Mathematics: An argument for a reconceptualised model. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(11), 11. doi:10.14221/ajte.2013v38n11.3
- Johnson, R., & Onwuegbuzie, A. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Kaput, K. (2018). *Evidence for Student-Centered Learning*. Minnesota: Education Evolving.
- Karataş, İ., & Baki, A. (2013). The Effect of Learning Environments Based on Problem Solving on Students' Achievements of Problem Solving. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 5(3), 249-268.
- Kazemi, E., & Franke, M. (2004). Teacher Learning in Mathematics: Using Student Work to Promote Collective Inquiry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, pp. 203-235. doi:<https://doi.org/10.1023/B:JMTE.0000033084.26326.19>
- Kemmis, & McTaggart. (n.d.). Action Research Spiral/Cycle. *Action Research for Bhutan?*

- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). Participatory Action Research. In N. Denzin, & L. Y.S. (Eds.), *Handbook of qualitative research* (Vol. 2, pp. 567 - 607). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Kibaki, M. (2007). A Globally Competitive and Prosperous Kenya . *Kenya Vision 2030* , 1 -162.
- Kim, H. Y., Hsin, L. B., & Snow, C. E. (2018). Reducing academic inequalities for English language learners: variation in experimental effects of word generation in high-poverty schools. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*. doi:<https://doi.org/10.1080/13670050.2018.1535574>
- Kollosche, D. (2018). The true purpose of mathematics education: A provocation. *The Mathematics Enthusiast*, 15(1), 303-318.
- Labuschagne, L. (2013). *Die wiskundige bevoegdheid en prestasie van eerstejaar-ingenieurstudente*. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit.
- Le Grange, L. (2007). (Re)imagining method in education leadership and management research. *South African Journal of Education*, 27(3), 421-429.
- Lesh, R. H. (2000). Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers. In R. L. A. Kelly (Ed.), *Handbook of research in mathematics and science education* (pp. 113-149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates.
- Lester, F. (1987). Mathematical Problem Solving In The Elementary School: Some Educational And Psychological Considerations. In L. B. Hatfield (Ed.), *Mathematical Problem Solving: Papers from a Research Workshop* (pp. 53-87). Indiana University: Eric Centre for Science, Mathematics an Environmental Education.
- Lester, F. (1994). MUSING ABOUT MATHEMATICCAL PROBLEM-SOLVING RESEARCH: 1970-1994. *Journal for Education in Mathematics Education*, 25(6), 660-675. doi:10.2307/749578
- Lester, F., Masingila, J., Mau, S., Lambdin, D., dos Santon, V., & Raymond, A. (1994). 'Learning how to teach via problem solving'. in Aichele, D. and Coxford, A. (Eds.) *Professional Development for Teachers of Mathematics*, 152-166.
- Lewis, C., Perry, R., & Murata, A. (2006). How Should Research Contribute to Instructional Improvement? The Case of Lesson Study. *Educational Researcher*, 35(3), 3-14.
- Lewis, G. (2013). Emotion and disaffection with school mathematics. *Research in Mathematics Education*, 15(1), 37-41. doi:10.1080/14794802.2012.756636
- Lincoln, Y., & Guba, E. (1985). Naturalistic Inquiry. *London Sage*, 7-415.
- Linder, S. (2011). The Facilitator's Role in Elementary Mathematics Professional Development. *Mathematics Teacher Education and Development*, 13(2), 44-66.

- Lindvall, J. (2018). *Perspectives on professional development of mathematics teachers* (Vol. 13). Karlstad: Swedish Society for Research in Mathematics Education.
- Maaß, K. (2006). What are modeling competencies? *ZDM: the international journal on mathematics education*, 38(2), 113-135.
- Machamer, P. (2005, March 4). *Galileo Galilei*. Retrieved from Stanford Encyclopedia of Philosophy Archive: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/galileo/>
- Malouff, J. (2018, October 15). *Over Fifty Problem-Solving Strategies Explained*. Retrieved from Using Psychology: <https://blog.une.edu.au/usingpsychology/2018/10/15/over-fifty-problem-solving-strategies-explained/>
- Maniccaa.com/artton-cl. (n.d.). Maniccaa. Retrieved from <https://www.maniccaa.com/catalog/category/view/id/570>
- Maree, J. G., Molepo, J. M., Owen, J. H., & Ehlers, R. (2005). 'n Probleemgebaseerde benadering tot wiskunde in Graad 9 en 11 in die Limpopo-provinsie. *SA Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, 24(4), 124-128.
- Maree, K., & Pietersen, J. (2012). *First Steps in Research Revised Edition*. Pretoria: Van Schaik.
- Maree, K., & Pietersen, J. (2012). Surveys and the use of questionnaires. In K. Maree, *First Steps in Research* (pp. 155-170). Pretoria: Van Schaik.
- Marra, R., Jonassen, D., Palmer, B., & Luft, S. (2014). Why Problem-Based Learning Works: Theoretical Foundations. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3-4), 221-238.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1982). *Thinking Mathematically*. Pearson.
- McIntosh, R., Jarrett, D., & Peixotto, K. (2000). TEACHING MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING: IMPLEMENTING THE VISION. *Mathematics and Science Education Center*, 1-29.
- McNiff, J., & Whitehead, J. (2011). All you need to know about action research 2nd edition. *Sage Publication*, 2, 1-12.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from "Case Study Research in Education."* (Vol. 2). Sansome St, San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Merriam, S. B., & Grenier, R. S. (2019). *Qualitative Research in Practice Second Edition*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Minott, M. A. (2008). Valli's Typology Of Reflection And The Analysis Of Pre-Service Teachers' Reflective Journals. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(5). doi:10.14221/ajte.2008v33n5.4



- Moore, K. D. (2011). *Effective Instructional Strategies. From Theory to Practice* (Vol. 2). Singapore: SAGE Publications.
- Motshekga, A. (2011). *Kurrikulum-en Assesseringbeleidsverklaring Graad 10-12*. Retrieved from <http://www.education.gov.za>.
- Mullis, I., & Martin, M. (2014). *TIMSS Advanced 2015 Assessment Frameworks*. United States: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Mullis, I., Martin, M., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Boston College: Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Murphy, M., & Hayes, D. (2006). *Case Study*. University of Plymouth: Faculty of Education. Retrieved from [www.edu.plymouth.ac.uk/resined/Case\\_study/casest.htm](http://www.edu.plymouth.ac.uk/resined/Case_study/casest.htm)
- Murray, H., Olivier, A., & Human, P. (1998). Learning through problem solving. In A. Olivier, & K. Newstead (Ed.), *Proceedings of the Twenty second International Conference for the Psychology of Mathematics Education*. 1, pp. 169-185. Stellenbosch, South Africa: University of Stellenbosch.
- NCTM. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. *Executive Summary*, 1-6.
- Ndlovu, V. (2017). *Grade 10 – 12 Learners' attitude towards mathematics and how the attitudes affect performance*. Johannesburg: University of the Witwatersrand.
- Nieuwenhuis, F. J. (2015, January). *Qualitative data analysis*. (F. J. Nieuwenhuis, Performer) Bloemfontein, Free State.
- Nieuwenhuis, J. (2012). Analysing qualitative data. In K. Maree, *FIRST STEPS IN RESEARCH* (pp. 99-122). Pretoria: Van Schaik.
- Nieuwenhuis, J. (2012). *FIRST STEPS IN RESEARCH*. Pretoria: Van Schaik.
- Nieuwenhuis, J. (2012). Qualitative research designs and data gathering techniques. In K. Maree, *FIRST STEPS IN RESEARCH* (pp. 70-97). Pretoria: Van Schaik.
- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research.
- O'Donoghue, T., & Punch, K. (2003). *Qualitative Educational Research in Action: Doing and Reflecting*. London & New York: Routledge Falmer.
- OECD. (2012). Maths problemsolving: 2012. New Research Directions of PISA. *Programme for International Student Assessment (PISA)*, 2.
- Olivier, C. (2012). *The DNA of Great Teachers*. Ifafi: South Africa: LearningDesigns.
- Onwuegbuzie, A., & Johnson, R. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.

- OPEPP. (n.d.). *Ohio Partnership Excellence*. Ohio Partnership for Excellence in Paraprofessional Preparation.
- Patton, M. (2002). *Qualitative evaluation and research methods* (Vol. 3). Thousand Oaks: London: SAGE Publications.
- Pietersen, J., & Maree, K. (2010). Standardisation of a questionnaire. In K. Maree, *First Steps in Research* (pp. 214 - 223). Pretoria: Van Schaik.
- Piper, B., Ralaingita, W., Akach, L., & King, S. (2016). Improving procedural and conceptual mathematics outcomes: evidence from a randomised controlled trial in Kenya. *Journal of Development Effectiveness*, 8(3), 404 - 422. doi:10.1080/19439342.2016.1149502
- Pitler, H. (2018, January 8). *Six Tips For Creating A Positive Learning Environment In Your Classroom*. Retrieved from ASCD in Service: <https://inservice.ascd.org/six-tips-for-creating-a-positive-learning-environment-in-your-classroom/>
- Polya, G. (1957). *How To Solve It: A New Aspect Of Mathematics Method Second Edition*. New York: Doubleday Anchor Books and Company, Inc.
- Qualitative Research and Case Study Applications in Educations. (1998). In S. B. Merriam, *Qualitative Research and Case Study Applications in Educations Revised and Expanded from Case Study Research in Education* (pp. 1-25). San Francisco: Jossey-Bass.
- Roh, K. (2003). Problem-Based Learning in Mathematics. *ERIC Digest*, 1-7.
- Ronda, E. (2013). *George Polya's Ten Commandments for Teachers*. Retrieved from Mathematics for Teaching: <https://math4teaching.com/g-polyas-ten-commandments-for-teachers/>
- Rooi, J., & Saba, A. (2015, January 4). *Matriek: Slaagsyfer daal met 5%*. Retrieved from Netwerk24: <https://www.netwerk24.com/Nuus/Onderwys/Matriek-Slaagsyfer-daal-met-5-20150103>
- Rott, B. (2011). Problem Solving in Mathematics Education. *Proceedings from the 13th ProMath conference* (pp. 95-109). Umea, Sweden: Umea University.
- Saba, A. (2015, January 4). *Matric pass rate set to drop*. Retrieved from News24: <https://www.news24.com/News24/Matric-pass-rate-set-to-drop-20150104>
- Scherer, P. (2019). *Low Achievers in Mathematics—Ideas from the Netherlands for Developing a Competence-Oriented View*. Germany: Springer, Cham. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-20223-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20223-1_8)
- Schoenfeld, A. (1985). Mathematical problem solving. *London: Academic Press*.

- Schoenfeld, A. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334 - 370). New York: New York: MacMillan.
- Schoenfeld, A. H. (2014). What Makes for Powerful Classrooms, and How Can We Support Teachers in Creating Them? A Story of Research and Practice, Productively Intertwined. *Educational Researcher*, 43(8), 404-412. doi:10.3102/0013189X14554450
- Serin, H. (2018). A Comparison of Teacher-Centered and Student-Centered Approaches in Educational Settings. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 5(1), 164-166.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Simon, M. (1995). Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145. doi:10.2307/749205
- Skemp, R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. 20-26.
- Sowder, L. (1985). Cognitive Psychology and mathematical problem solving. In E. Silver, *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives* (pp. 139-145). New York and London: Routledge.
- Stacey, K., & Groves, S. (1985). *Strategies for Problem Solving*. Melbourne, Victoria: VICTRACC.
- Stein, M. S. (1998). Mathematical Tasks as a Framework for Reflection: From Research To Practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268-75.
- Stigler, J., & Hiebert, J. (1998). Teaching is a cultural activity. *American Educator*, 1-10.
- Streefland, L. (1985). Wiskunde als activiteit en de realiteit als bron[Mathematics as an activity and reality as source]. *Nieuwe Wiskrant*, 5(1), 60-67.
- Stylianides, A., & Stylianides, G. (2007). Learning Mathematics with Understanding: A Critical Consideration of the Learning Principle in the Principles and Standards for School Mathematics. *The Mathematics Enthusiast*, 4(1), 103-114.
- Szetela, W. (1992). Evaluating Problem Solving in Mathematics. *Educational Leadership*, 49(8), 42-45.
- Taplin, M. (1994). Mathematics Through Problem Solving. *Institute of Sathay Sai Education Hong Kong*, 1-2.
- Taplin, M. (2009). Teaching Values Through A Problem Solving Approach to Mathematics. *Institute of Santhya Sai Education Hong Kong*, 1-2.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: combining qualitative and quantitative approaches* (Vol. 46). Thousand Oaks, London: SAGE Publications.

- Taylor, N. (2009). Standards-Based Accountability in South Africa. *School Effectiveness and School Improvement*, 20(3), 341-356.
- The Curriculum Development Council. (2017). *Mathematics Education Key Learning Area Curriculum Guide (Primary 1- Secondary 6)*. Hong Kong: The Curriculum Development Council Hong Kong.
- Tomlinson, C. A. (2005). *The common sense of differentiation: Meeting specific learner needs in the regular classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Toraman, C. (2019). Effective Teacher Characteristics. *Asya Öğretim Dergisi*, 7(1), 1-14. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/aji/issue/46556/512793>
- Treffers, A. (1987). *Three Dimensions: A Model of Goal and Theory Description in Mathematics Instruction — The Wiskobas Project*. Dordrecht: D. Reidel Publishing.
- Tripathi, P. N. (2009). Problem Solving In Mathematics: A Tool for Cognitive Development. *Proceedings of epiSTEME 3*, 168-173.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2000). Mathematics education in the Netherlands:A guided tour. *Freudenthal Institute Cd-rom for ICME9*, 5-9.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2019). *Seen Through Other Eyes—Opening Up New Vistas in Realistic Mathematics Education Through Visions and Experiences from Other Countries*. Netherlands: Springer. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-20223-1\\_](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20223-1_)
- Van der Walt, M. S. (2010). WISKUND-METODIEK: Intermediere Fase: MATD 323A. *Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus*.
- Van Hiele, P. M. (1973). Begrip en inzicht - Werkboek van de wiskundedidaktiek. *Muusses*.
- Van Zoest, L., Jones, G., & Thornton, C. (1994). Beliefs About Mathematics Teaching Held by Pre-service Teachers Involved in a-First Grade Pre-service Teachers Involved in a-First Grade. *Mathematics Education Research Journal*, 6(1), 37-55.
- Volmink. (2015, January 4). *Matriek: Slaagsyfer daal met 5%*. Retrieved from Netwerk 24: <https://www.netwerk24.com/Nuus/Onderwys/Matriek-Slaagsyfer-daal-met-5-20150103>
- Vygotsky, L. S. (1987). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.) Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wessels, H. M. (2012). Die ontwikkeling van wiskundige kreatiwiteit deur modelontlokkende aktiwiteite. *South African Journal for Science and Technology*, 31, 1-12.
- Wichelt, L., & Kearney, N. E. (2009). *Communication: A Vital Skill of Mathematics*. University of Nebraska-Lincoln: Department of Mathematics.

- Wilson, T. D. (2000). Recent trends in user studies: action research and qualitative methods. *Information Research*, 5(3), 71 - 82.
- Wood, P., & Pratt, N. (2006). *Qualitative Research*. University of Plymouth: Faculty of Education. Retrieved from <http://www.edu.plymouth.ac.uk/resined/Qualitative%20methods%202/qualrsh.htm>
- Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and method* (Vol. 14). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Zorica, I. M., Cindric, M., & Destovic, F. (2012). Traditional and contemporary approach to teaching mathematics. *Technics Technologies Education Management-TTEM*, 2, 880-888.

## **ADDENDA**

### **Addendum 1: ONDERHOUDE (vrae wat aan leerders gevra is)**

Oortuigingsvermoë: Vrae 1, 2, 6

1 Gesindheid: Vrae 3, 4, 5

2 Onderwysmedia: Vraag 9

3 Strategieë: Vraag 8

4 Kontrolevaardighede en refleksie: Vraag 10 en 11

### **BEANTWOORD DIE TOEPASLIKE VRAE**

1. Ek los my eie probleme op of ek werk op my eie.
2. Ek hou daarvan om ander mense en hul sieninge te kritiseer.
3. Ek voel gespanne indien ek onder druk met ander persone moet saamwerk.
4. As ek misluk, probeer ek weer tot ek sukses behaal.
5. Indien my Wiskundige Geletterdheidonderwyser my inroep beskou ek my dit as 'n geleentheid om:
  - a) Lekker te gesels.
  - b) Meer oor my werk te leer.
  - c) Meer oor beroepe te gesels.
6. Ek twyfel aan my eie sowel as die leerders se bevoegdhede wanneer ons aan Wiskundige Geletterdheid voorbeelde in die klassituasie saamwerk.
7. Klein teleurstellings laat my moed opgee.
8. Watter benaderings of strategieë gebruik jy om Wiskundige Geletterdheid te doen, indien enige?

9. Watter onderwysmedia behalwe die handboek was in die klas om jou met die oplossing van probleme te help?

10. Hoe weet jy of die oplossing reg is? Wag jy totdat die onderwyser die antwoord gee of toets jy jou antwoord? Indien wel hoe gaan jy te werk?

11. Kan jy die korrelasie met vorige voorbeelde wat reeds gedoen is, maak?

Baie dankie

## Adendum 2 Toestemmingsbrief: Ouers

Malanstraat 30  
Calvinia  
8190  
19 Januarie 2017

Geagte Ouers

### **Insake die vraestel en die opnames vir my studies aan die Universiteit van die Vrystaat**

Ek is tans besig met studie aan die Universiteit Vrystaat waarmee ek poog om die prestasie van leerders in Wiskunde en Wiskundige Geletterdheid te verbeter. Ek het 'n vraestel opgestel waarin ek die leerders se vaardighede en kennis toets sowel as om die redes vir prestasie/onderprestasie in Wiskundige Geletterdheid te bepaal. Nadat dit vasgestel is, sal die leerders aan die nuwe benadering, naamlik die probleemoplossingsbenadering blootgestel word om te bepaal of die Wiskundige Geletterdheid prestasie sal verbeter al dan nie.

**LET WEL** Die skool se naam sowel as die leerder se naam sal nie op die vraestelle wat aan die Universiteit deurgegee word, verskyn nie. Die leerders sal ook vrywillig deelneem.

Daar sal ook geen finansiële gewin of enige finansiële bydrae van u verwag word nie.

Hiermee versoek ek vriendelik u handtekening vir goedkeuring sodat ons saam 'n verskil aan ons leerders se Wiskundige Geletterdheidprestasie kan maak.

Baie dankie.

Mev. I Saayman

---

Ouer/ Voog

---



### **Adendum 3: Toestemmingsbrief: Skoolhoof**

Malanstraat 30  
Calvinia  
8190  
6 Februarie 2016

Geagte  
Skoolhoof  
Calvinia  
8190

Geagte Heer

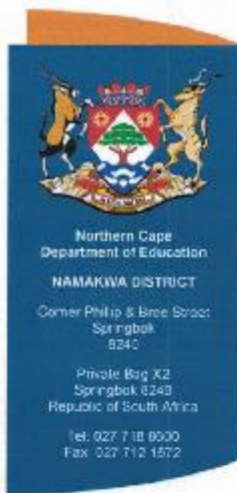
#### **Insake die studie, vraelys, vraestel sowel as die klankopname vir my studies aan die Universiteit van die Vrystaat**

Hiermee wil ek graag toestemming vra om my studie wat data-insameling en die toepassing van die gebeure wat tot data-insameling lei, vir my studies by die skool te kan doen. Ek sluit die vraelys vir onderhoude waarvan klankopnames gemaak gaan word en die vraestel (aangeheg) vir die voortoets in vir u bestudering en goedkeuring in.

Ek sal graag die Graad 11-leerders van die skool as deelnemers gebruik om die studie te voltooi.

**Oorspronklik geteken**

**Adendum 4: Toestemmingsbrief van die HOOF-ONDERWYSKUNDIGE: KRING-  
KöORDINEERDER**



**DEPARTMENT OF EDUCATION**

Enquiries: C.F.G. Cloete  
Contact No: 0826441982  
Ref No:  
Date: 07 Julie 2017

Me. I. Saayman  
Malanstraat 30  
CALVINIA  
8190

Me. I. Saayman

**MEESTERGRAAD-STUDIES: WISKUNDE PROBLEEMOPLOSSINGSBENADERING: VRYSTAAT  
UNIVERSITEIT**

Amptelike goedkeuring word hiermee aan u verleen om u M-Graad met tema:

**\* Die impak van die probleemoplossingsbenadering op die prestasie van leerders in Wiskunde-Geletterdheid \*** by Hantam Hoërskool in Calvinia met die Graad 11 Wiskunde-Geletterdheidsleerders as teikengroep voort te sit.

Ons wil vertrou dat die praktiese studierigting die skool se leerders verder sal verryk in die bemeestering van kurrikuluminhoude en om gevolglik goeie vak-uitslae te behaal.

Alle sêenwense vergesel u.

Die uwe

C.F.G. CLOETE  
HOOF-ONDERWYSKUNDIGE: KRING- KöORDINERING  
0826441982



## Final

---

### ORIGINALITY REPORT

---

<b>10%</b>	<b>8%</b>	<b>3%</b>	<b>8%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

---

### PRIMARY SOURCES

---

<b>1</b>	<b>Submitted to North West University</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repository.nwu.ac.za</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>dspace.nwu.ac.za</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>scholar.sun.ac.za</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>hdl.handle.net</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to University of Stellenbosch, South Africa</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Akademie Reformatoriese Opleiding en Studies (Aros)</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>uir.unisa.ac.za</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

---