

NEL A D

'N HULPPROGRAM IN OPTEL VIR LEERLINGE MET WISKUN-  
DEPROBLEME: 'N KOGNITIEF-TEORETIESE PERSPEKTIEF

MEd (Psig)

UP

1990

**'N HULPPROGRAM IN OPTEL VIR LEERLINGE MET WISKUNDEPROBLEME:  
'N KOGNITIEF-TEORETIESE PERSPEKTIEF**

deur

**ANITA DORATHEA NEL**

voorgelê ter vervulling van 'n deel  
van die vereistes vir die graad

MAGISTER EDUCATIONIS (PSIG)

in die

FAKULTEIT OPVOEDKUNDE  
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

STUDIELEIER: PROF DR R A COETZEE

PRETORIA

SEPTEMBER 1990

**S O L I   D E O   G L O R I A**

## DANKBETUIGINGS

Besondere dank en opregte waardering word hiermee uitgespreek teenoor:

- My man, Willem, sonder wie se volgehoue ondersteuning en aanmoediging hierdie studie beslis nie moontlik sou wees nie.
- My seuns, Janus, Eduard en Wiam, vir belangstelling en opoffering ten opsigte van tyd en aandag.
- My studieleier, prof.dr. R A Coetzee, vir begrip, positiewe aanmoediging en bekwame leiding.
- Prof. dr. S M Kriegler, vir waardevolle wenke en hulp met iniële beplanning.
- My ma, vriende en familie vir hulle belangstelling en ondersteuning.
- Leerlinge van Nuwe Hoop-skool sonder wie die ontstaan van hierdie hulpprogram nie moontlik sou wees nie.

Alle lof en eer aan my Here deur wie se genade alleen ek hierdie studie kon aanpak en voltooi. Mag Hy ons help om elke kind met 'n probleem wat op ons pad geplaas word met Sy groot liefde te bereik en te help.

# **INHOUDSOPGAWE**

## **HOOFSTUK EEN**

### **INLEIDENDE ORIËNTERING, PROBLEEMSTELLING EN NAVORSINGSPROGRAM**

<b>1</b>	<b>INLEIDING.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PROBLEEMSTELLING.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>WISKUNDE: 'N LUS OF 'N LAS?.....</b>	<b>5</b>
3.1	DIE ONTSTAAN VAN WISKUNDE.....	5
3.2	DIE BELANGRIKHEID VAN WISKUNDE.....	6
3.3	DIE WISKUNDEKWESSIE.....	7
<b>4</b>	<b>KOGNITIEF-TEORETIESE BEGRIPSVERKLARINGS.....</b>	<b>9</b>
4.1	KOGNISIE.....	9
4.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	10
4.3	METAKOGNISIE.....	11
4.4	KOGNITIEWE PROSESSE.....	12
4.5	KOGNITIEWE TEORIEë.....	12
<b>5</b>	<b>DOEL VAN HIERDIE STUDIE.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>HIPOTESE.....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>METODOLOGIESE VERANTWOORDING.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>PROGRAM VAN STUDIE.....</b>	<b>18</b>

## **HOOFSTUK TWEE**

### **LEERPROBLEME EN WISKUNDEPROBLEME**

<b>1</b>	<b>INLEIDING.....</b>	<b>20</b>
<b>2</b>	<b>DIE TERM 'LEERPROBLEME'.....</b>	<b>21</b>
2.1	PROBLEME MET BEGRENsing.....	21
2.2	OPERASIONALISERING VAN DIE DEFINISIE.....	24
2.3	IMPLIKASIES VAN HIERDIE BEPALINGS VIR HIERDIE STUDIE.....	24
2.4	VERDERE DEFINISIES.....	26
2.5	DIE SUID-AFRIKAANSE PERSPEKTIEF VAN SPESI- FIEKE LEERPROBLEME.....	27
2.6	IMPLIKASIES VAN HIERDIE BEPALINGS VIR HIERDIE STUDIE .....	29
<b>3</b>	<b>DIE AARD VAN WISKUNDEPROBLEME.....</b>	<b>31</b>
3.1	INDIREK VERWANTE PROBLEME.....	32
3.2	DIREK VERWANTE PROBLEME.....	32
3.3	PROBLEME BLOOTGELê DEUR FOUTE-ANALISE.....	33
<b>4</b>	<b>'N ONDERWYSDINAMIESE PERSPEKTIEF OP WISKUNDEPROBLEME.....</b>	<b>34</b>
4.1	DIE ONDERRIGHANDELING.....	34
4.1.1	Onderrig en onderrigmetodes.....	34
4.1.2	Kennis van wiskundestrukture.....	35
4.1.3	Motivering deur die onderwyser.....	36

4.1.4	Klem op die inhoud ten koste van die kind.....	37
4.1.5	Die ideale onderwyser.....	38
4.2	LEERINHOUD.....	39
4.2.1	Klem op memorisering en memorering.....	39
4.2.2	Getalplafonne.....	39
4.2.3	Aansluiting by lewenswerklikheid.....	40
4.2.4	Algemeen.....	40
4.3	LEERHANDELING.....	41
4.3.1	Die kind self.....	41
4.3.2	Die kind se belewing van die wiskundesituasie.....	42
4.3.3	Leerintensie en ingesteldheid.....	42
5	<b>SAMEVATTING.....</b>	<b>44</b>

## HOOFSTUK DRIE

### KOGNITIEWE LEER- EN ONTWIKKELINGSTEORIEë

1	<b>INLEIDING.....</b>	<b>46</b>
2	<b>KRITERIA VIR DIE SELEKSIE VAN TEORIEë.....</b>	<b>47</b>
3	<b>PIAGET, J.....</b>	<b>47</b>
3.1	AARD VAN DIE TEORIE.....	47
3.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	47
3.2.1	Sensories-motoriese fase.....	48
3.2.2	Pre-operasionele fase.....	48
3.2.3	Konkreet-operasionele fase.....	48

3.2.4	Formeel-operasionele fase.....	49
3.3	LEER.....	49
3.4	LEERMISLUKKING.....	50
3.5	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	50
<b>4</b>	<b>TOLMAN, E.C.....</b>	<b>53</b>
4.1	AARD VAN TEORIE.....	53
4.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	53
4.3	LEER.....	53
4.4	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	54
<b>5</b>	<b>BANDURA A.....</b>	<b>55</b>
5.1	AARD VAN TEORIE.....	55
5.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	55
5.3	LEER.....	56
5.4	LEERMISLUKKING.....	57
5.5	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	58
<b>6</b>	<b>WERTHEIMER, M.....</b>	<b>59</b>
6.1	AARD VAN TEORIE.....	59
6.2	LEER.....	59
6.3	LEERMISLUKKING.....	60
6.4	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	60
<b>7</b>	<b>VYGOTSKY, L.S.....</b>	<b>61</b>

7.1	AARD VAN TEORIE.....	61
7.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	61
7.3	LEER.....	62
7.4	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	63
<b>8</b>	<b>FEUERSTEIN, R.....</b>	<b>64</b>
8.1	AARD VAN TEORIE.....	64
8.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	64
8.3	LEER.....	65
8.4	LEERMISLUKKING.....	66
8.4.1	Belemmering van kennis op die invoerfase.....	66
8.4.2	Belemmering van kennis op die uitbreidingsfase.....	67
8.4.3	Belemmering van kennis op die uitvoeringsfase.....	67
8.4.4	Affektief-motiverende faktore.....	68
8.5	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	68
<b>9</b>	<b>BRUNER, J.S.....</b>	<b>71</b>
9.1	AARD VAN TEORIE.....	71
9.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	71
9.3	LEER.....	71
9.4	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	72
<b>10</b>	<b>AUSUBEL D.P.....</b>	<b>74</b>
10.1	AARD VAN TEORIE.....	74
10.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	74
10.3	LEER.....	75

10.4	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	77
<b>11</b>	<b>GAGNÉ, R.M.....</b>	<b>79</b>
11.1	AARD VAN TEORIE.....	79
11.2	LEER.....	79
11.3	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	83
<b>12</b>	<b>VAN PARREREN, C.F.....</b>	<b>85</b>
12.1	AARD VAN TEORIE.....	85
12.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	85
12.3	LEER.....	85
12.4	LEERMISLUKKING.....	89
12.5	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	89
<b>13</b>	<b>STERNBERG, R.J.....</b>	<b>90</b>
13.1	AARD VAN TEORIE.....	90
13.2	KOGNITIEWE ONTWIKKELING.....	91
13.3	LEER.....	91
13.3.1	Die komponensiële subteorie.....	91
13.3.2	Die ervaringsubteorie.....	93
13.3.3	Die kontekstuele subteorie.....	94
13.4	LEERMISLUKKING.....	94
13.5	DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE.....	95

<b>14</b>	<b>ESSENSIE VAN KOGNITIEWE TEORIEË MET DIDAKTIESE IMPLIKASIES VIR 'N WISKUNDEPROGRAM.....</b>	<b>99</b>
<b>15</b>	<b>SAMEVATTING AS GROEPERING VAN ESSENSIES.....</b>	<b>107</b>
15.1	KOGNITIEWE PROSESSE VIR GEBRUIK BY DIE AANLEER VAN WISKUNDE.....	107
15.2	ALGEMENE KOGNITIEWE BEGINSELS EN BEGRIPPE.....	108
15.2.1	Voorwaardes vir leer.....	108
15.2.2	Beskikbaarheid van vaardighede volgens wordingsvlak.	108
15.3	KOGNITIEWE ONDERRIGPROSEDURES BY DIE WISKUNDEPROGRAM.	109
15.3.1	Rol van taal - verbalisering.....	109
15.3.2	Beelding.....	109
15.3.3	Ordening van leerinhoud in logiese volgorde.....	110
15.3.4	Ordening van bekende na onbekende.....	112
15.3.5	Konkrete na voorstellings- na abstrakte vlak.....	112
15.3.6	Ander onderrigstrategieë.....	112
15.3.7	Ander kognitiewe strategieë.....	113
15.3.8	Affektiewe stand van leerling.....	113
15.3.9	Belewing van klassituasie en leerkrag.....	113

**HOOFSTUK VIER**

**'N KOGNITIEWE TEORIE-GEBaseERDE PROGRAM VIR DIE AANLEER VAN**

**OPTELFESTE**

<b>1</b>	<b>INLEIDING.....</b>	<b>115</b>
1.1	DIE GEBRUIK VAN KOGNITIEWE PROSESSE.....	115
1.2	DIE AANLEER VAN KONSEPTE.....	116
1.3	MOTIVERING.....	117

1.3.1	Leermotiewe.....	117
1.3.1.1	Sosiale motiewe.....	117
1.3.1.2	Ego-integreringsmotiewe.....	118
1.3.1.3	Kognitiewe motiewe.....	119
1.3.2	Bronne van leermotivering.....	119
1.3.2.1	Aangeleerde hulpeloosheid.....	119
1.3.2.2	Veldafhanklikheid/-onafhanklikheid.....	120
1.3.2.3	Metakognisie.....	121
1.3.2.4	Gedragsmodifikasie.....	122
<b>2</b>	<b>ANALISERING VAN KOGNITIEWE OPTELVAARDIGHEDE.....</b>	<b>123</b>
2.1	DIAGNOSTIESE OPTELVAARDIGHEIDSTOETS.....	123
2.2	INTERPRETASIE VAN DIAGNOSTIESE OPTELVAARDIGHEIDSTOETS.....	125
<b>3</b>	<b>HULPPROGRAM VIR OPTEL.....</b>	<b>126</b>
3.1	Hiërargie VIR DIE AANLEER VAN DIE OPTELVAARDIGHEID...	126
3.2	TELAKTIWITEITE.....	127
3.2.1	Telaktiwiteite op makrogetallelyn.....	127
3.2.2	Telaktiwiteite op konkrete vlak.....	129
3.2.3	Telaktiwiteite op 'n voorstellingsvlak.....	129
3.2.4	Telaktiwiteite op 1 - 100-kaart.....	130
3.2.5	Telaktiwiteite op 'n abstrakte vlak.....	131
3.3	GETALBEWERKINGS.....	132
3.3.1	Getalbewerkings deur middel van aantelvaardighede...	132
3.3.1.1	Plus-1-bewerkings.....	132
3.3.1.2	Plus-2-bewerkings.....	134
3.3.1.3	Getal + 0-bewerkings.....	136
3.3.2	Getalbewerkings met vyf as 'n intermediêre eenheid..	137
3.3.2.1	Getalherkenning.....	137

3.3.2.2	5 + Getal-bewerkings.....	140
3.3.2.3	Kombinasies van 10.....	142
3.3.2.4	Dubbelgetalle.....	143
3.3.2.5	Amper-dubbelgetalle.....	147
3.3.3	Volmaak van tiene-metode.....	149
3.3.3.1	9 + Getal-bewerkings.....	149
3.3.3.2	8 + Getal-bewerkings.....	151
3.3.3.3	Ander bewerkings.....	152
3.4	KONSOLIDERING EN HERSIENING VAN AL DIE OPTELFEITE....	154
3.5	EVALUERING.....	156
3.5.1	EVALUERING TER MOTIVERING VAN DIE LEERLING.....	156
3.5.2	EVALUERING AS RIGLYN VIR VERDERE HULPVERLENING.....	156

## **HOOFSTUK VYF**

### **BEVINDINGS, GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS**

1	BEVINDINGS EN GEVOLGTREKKING.....	160
2	AANBEVELINGS TEN OPSIGTE VAN DIE IMPLEMENTERING VAN HIERDIE HULPPROGRAM EN VERDERE NAVORSING.....	170
2.1	Onderwys in die algemeen.....	170
2.2	Aanvangswiskunde.....	171
2.3	Spesiale klasse en skole.....	171
2.4	Skole met gekombineerde klasse.....	172
	<b>SAMEVATTING.....</b>	<b>173</b>
	<b>SUMMARY.....</b>	<b>176</b>
	<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>179</b>

**LYS VAN FIGURE**

FIGUUR 1: Telaktiwiteit op makrogetallelyn.....128

FIGUUR 2: Kol-na kol telaktiwiteit.....130

FIGUUR 3: 1 - 100-kaart.....131

FIGUUR 4: Getalbeelde op vingers.....138

FIGUUR 5: Blokkies met dominopatrone.....140

FIGUUR 6: Optelbewerking met behulp van hande.....141

FIGUUR 7: Kombinasie van 10.....143

FIGUUR 8: Dubbelgetalbewerking met hande.....145

FIGUUR 9: Dubbelgetalbewerking op geruite papier.....146

FIGUUR 10: Amper-dubbelgetalbewerking op geruite papier.....148

FIGUUR 11: 9 + getal-bewerking.....150

FIGUUR 12: Optelkaart.....155

## HOOFSTUK EEN

### INLEIDENDE ORIËNTERING, PROBLEEMSTELLING EN NAVORSINGSPROGRAM

The addition table is as useful as a penknife;  
so useful in fact that it should form part of  
the equipment of every cultured mind.

- P.B. Ballard (1928)

#### **1 INLEIDING**

Hoeveelhede is deel van elke persoon se leefwêreld. Dit is dus opvallend dat dit juis hierdie kwantitatiewe aspek in ons lewens is wat deur soveel mense in negatiewe terme gedefinieer word. Wiskunde of rekene word beskou as 'n vaardigheid wat slegs vir begaafdes beskore is, terwyl die oorgrote meerderheid mense maar gedwee hul syferonvermoë aanvaar.

'n Klemverskuiwing is tans besig om plaas te vind vanaf die uitsluitlike gebruik van ou geykte memoriseringstegnieke na 'n meer kognitiewe aanpak waar kreatiewe denke vooropgestel word om langs hierdie weg na outomatismes te beweeg. Memorisering is te dikwels as die enigste strategie gebruik om getalfeite te herroep. 'n Kognitiewe aanpakwyse by bewerkings of by die oplossing van probleme bestaan dikwels nie. Prof. Dr. P.H. Bredenkamp, Uitvoerende Direkteur: Transvaalse Onderwysdepartement (1988:5), het

in sy openingsrede by 'n onderwyssimposium gesê dat '...om aan ons kinders bloot resepmatig bepaalde metodes te leer vir bepaalde probleme sodat hulle dit meganies kan herhaal en uitvoer, sou geen diens aan hulle lewer nie, maar hulle 'n onguns bewys'. Hy vra dat die leerlinge hulle leefwêreld analities en selfs krities sal deurskou en interpreteer sodat hulle kreatief metode-ontwerpers sal wees.

Ook mnr. P.J. Clase, Minister van Onderwys en Kultuur van die Administrasie: Volksraad pleit in sy openingstoespraak by die kongres van die Opvoedkundevereniging van Suid-Afrika dat kinders in 'n groter mate moet leer dink, eerder as om feite te memoriseer. Hiervoor het ons 'n benadering tot onderrig nodig wat groter klem plaas op die vaardighede wat kinders aanleer vir die oplossing van probleme. Hierdie klemverskuiwing hou belangrike implikasies vir die onderwys in waar kinders geleer sal moet word om kennis te bekom, te selekteer en toe te pas (Botha, 1989:9).

Volgens Lozanov, soos aangehaal deur Greyling, (1989:9) vervlak die brein as gevolg van memorisering deur linkerbreinherhaling, terwyl die koppeling van feite aan bekende geheuebeelde deur assosiasie met die praktyk en kreatiewe gedagtebeelde in die regterbrein, die brein verryk, stimuleer en gebalanseerd laat ontwikkel. Kognitiewe denke bevraagteken, begryp, analiseer, sintetiseer, visualiseer, evalueer, interpreteer en pas toe.

Kriegler (1988:2) konstateer tereg dat die essensie van rekenen en wiskunde-onderwys nie slegs is om die leerling af te rig om korrekte antwoorde op syferprobleme te verskaf nie, maar veral

ook om die basiese begrippe en denkpatriene waarop die antwoorde berus, te bemeester. Eweneens voer Oosthuizen (1973:5) aan dat 'die klem verskuif het van meganistiese manipulasies en gedagtelose nadoen na die verkryging van insig en 'n deurstoot na heldere begripsvorming'

## 2 PROBLEEMSTELLING

Die aantal leerlinge wat goed vaar met rekene, en dan later wiskunde op senior sekondêre vlak op hoër graad by hulle vakpakkette insluit, verminder jaarliks (Transvaalse Onderwysdepartement, 1986:66). Dit is reeds op junior primêre vlak waar grondbegrippe aangeleer word en die basis vir 'n positiewe gesindheid ten opsigte van getalbewerkings vasgelê word.

Wiskunde verskil van sommige ander vakke in dié opsig dat 'n kind afhanklik is van spesifieke wiskundige voorkennis. Dit is 'n kumulatiewe leerproses waarin die leerling nie jaarliks alles van nuuts af leer nie. Wanneer een konstruk nie begryp word nie, sal wiskundevakinhoud wat daarop volg betekenisloos wees. As sleutelbegrippe weens siekte, skoolwisseling of gebrekkige aandag kortkom, raak die leerling agter. So 'n agterstand kan 'n bydraende faktor wees tot 'n leerling se wiskunde probleme, negatiewe beleving van die vak of selfs tot wiskunde-angs (Botha, 1987:28). Barnard (1989:1) voer ook aan dat aangesien wiskunde by uitnemendheid 'n hiërargiese struktuur het, waar hoër strukture op laer en minder komplekse strukture berus, die aanspraak wel gemaak kan word dat indien basiese begrippe onvolledig en/of oppervlakkig in die kognitiewe struktuur gevorm word, 'n onvermoë om

te verder, toenemend duidelik sal word.

'n Sterk positiewe korrelasie bestaan tussen 'n leerling se gesindheid teenoor wiskunde en die mate waarin hy sukses in dié spesifieke vak behaal (vgl. Ballard, 1928:35 en Freer, 1980:15). Sou dié vak uit 'n klomp sinnelose getalfeite bestaan wat gememoriseer moet word, en 'n klomp algoritmes wat slegs deur vele sinlose herhaling vasgelê word, kan aangeneem word dat leerlinge belangstelling en liefde vir die vak sal verloor. Ons huidige stelsel steun, by die aanleer en vaslegging van getalfeite, sterk op memorisering en inoefening.

Die vraag ontstaan of leerlinge nie 'n groter waardering vir, en vaardigheid met, getalle en getalbewerkings sal hê, indien hulle op grond van die wetmatigheid van rekene en wiskunde, metakognitief (sien 4.3) met getalbewerkings omgaan en van kognitiewe strategieë gebruik maak nie. Die rol van die onderwyser in die daarstelling van 'n positiewe gesindheid by die leerling ten opsigte van getalfeite, kan ook nie oorbeklemtoon word nie.

Op grond van reeds genoemde feite is dit duidelik dat daar 'n behoefte ontstaan het aan 'n hulpprogram vir rekene waar van kognitiewe strategieë gebruik gemaak sal word en blote memorisering van getalfeite 'n veel kleiner rol sou speel. In die jare wat ondersoeker gemoeid was in wiskunde-onderwys en -remediëring, het daar, na aanleiding van die gebruikmaking van metakognitiewe beginsels, 'n hulpprogram tot stand gekom waar kennis geneem is van leerlinge se denkpattre by die oplossing van getalprobleme. Om aanspraak te maak op die feit dat dit 'n kognitiewe hulppro-

gram is, is besluit om vas te stel hoedanig hierdie program voldoen aan die essensies van die bekendste kognitiewe teorieë. Ten einde hierdie essensies te bepaal is dit nodig om eers 'n studie van kognitiewe teorieë te maak. Daar is besluit op die fundering van die program vir die aanleer van die optelbewerking aangesien dit tot 'n groot mate die moederbewerking is.

### **3 WISKUNDE: 'N LUS OF 'N LAS?**

#### **3.1 DIE ONTSTAAN VAN WISKUNDE**

Strauss (1982:2) konstateer dat die kultuursisteem wat as wiskunde bekend staan, sy ontstaan in die mens se omgang met die materiële werklikheid gevind het. Reeds 3 500 jaar voor Christus het die mees primitiewe volke al 'n begrip van getalle, bewerkings met getalle en 'n telproses gehad. Halmos soos aangehaal deur Paul (1986:31) sê:

No one knows when and where mathematics got started, or how, but it seems reasonable to guess that it started from the same primitive physical observations (counting, measuring) with which we all begin our own mathematical insight.

Volgens Behr (1955:17) het die mens aan die begin van sy geskiedenis op sy vingers getel, vandaar die Engelse woord 'digit' (Latyn: digitus - 'n vinger). Later het baie volkere klippies gebruik om mee te tel. Die Engelse woord 'calculate' is afgelei van die Latynse woord vir klippies, naamlik calculi. Toe die

mens besitter van groot veetrokke geword het, en die behoefte ontstaan het aan groter getalle, het dit nodig geword om met groepe te werk, en was groeperings wat op sy vingers en tone berus het 'n logiese uitvloeisel, dus 5, 10, 15, 20. Die Zoeloe-woord vir vyf (hlano) beteken 'vol hand'.

### **3.2 DIE BELANGRIKHEID VAN WISKUNDE**

Die vermoë om te kan reken is een van die belangrikste en oorkoepelendste vaardighede waaroor die mens kan beskik. Dit bevorder die ontwikkeling van die kognitiewe, affektiewe, sosiale en beroepkundige lewe van die mens. Indien 'n mens op geletterdheid, ontwikkeling en beskaafdheid wil aanspraak maak, is kennis van en vermoë om wiskunde te kan doen noodsaaklik (Grovè en Hauptfleisch: 1979:228).

Engelbrecht (1989:1) maak in sy referaat, gelewer by die Sielkunde vereniging van Suid-Afrika se kongres, gewag van die feit dat die tegnologiese sofistikasie wat die eerste wêreld en die derde wêreld onderskei, onder meer gebaseer is op die suksesvolle beheersing van wiskunde. Wiskunde behoort tot die meer abstrakte vakke op skool en het 'n uitgebreide toepassingsveld.

Die belangrikheid en doelstellings van wiskunde word soos volg deur Denvir, Stolz en Brown (1982:27) gekategoriseer:

- \* Wiskunde is bruikbaar as 'n instrument vir die individu asook vir die gemeenskap, byvoorbeeld, as 'n sosiale bedrewenheid en as 'n beroepsvaardigheid.

- \* Wiskunde is 'n onderdeel van ons kultuur waarvan alle leerlinge kennis en ervaring behoort te hê.
- \* Wiskunde is prettig en genotvol.

'n Persoon wat goed kan reken, funksioneer meer effektief in sy daaglikse lewe (Grovè en Hauptfleisch, 1979:228). In die wêreld van meganiese en tegnologiese ontwikkeling waarin ons ons bevind is wiskunde ook nodig as 'n beroepsvaardigheid. Dit is ook 'n kragtige ordenings- en beheermiddel van die denke (Roos in Engelbrecht, 1989:1).

### 3.3 DIE WISKUNDEKWESSIE

Ten spyte van die belangrikheid van wiskunde as gevolg van reeds genoemde redes, is daar wêreldwyd 'n ontstellende groot getal leerlinge wat 'n negatiewe houding teenoor wiskunde openbaar (Boonstra, 1980:7). Hierdie leerlinge se persepsie, van rekene en wiskunde is volgens Freer (1980:15) soos volg:

- \* Wiskunde is 'n moeilike, onaangename vak wat deur onderwysers geniet word omdat dit so maklik gemerk kan word.
- \* Wiskunde is iets wat jy op jou eie moet doen. As jy iemand anders om hulp vra of 'n probleem wil bespreek, word jy verdink van oneerlikheid.
- \* Wiskunde beteken netjiese rye syfers in 'n boek. Al kan jy gou die antwoord skryf, mag jy nie, want al die stappe moet gebruik word, al verstaan jy dit nie altyd nie.

- \* In wiskunde behaal jy gewoonlik laer punte as in die ander vakke tensy jy besonder begaafd is. Mislukking blyk onvermydelik te wees.

As probleme met wiskunde, vermyding van wiskunde en 'n hekel in of aversie teen wiskunde, simptome van wiskunde-angs is, dan ervaar die meeste mense op die een of ander tydstep wiskunde-angs. Wiskunde-angs, wat deur sommige as 'n intense, negatiewe, emosionele reaksie teenoor wiskunde beskryf word, is twee-dimensioneel, naamlik 'wiskundetoetsangs' en 'numeriese angs'. Wiskundetoetsangs behels die angs wat 'n persoon voor of in 'n toets ervaar, terwyl numeriese angs, die angs is wat gepaard gaan met die doen van wiskunde oor die algemeen. Die oorsake van wiskunde-angs is viervoudig. Eerstens ontstaan dit vanweë die eiesoortige aard van die vak, tweedens kan dit toegeskryf word aan gebeure by die skool, derdens as gevolg van probleme by die kind self, en vierdens kan die probleem vanuit die huisgesin of gemeenskap ontstaan (Botha, 1987;27).

In die Republiek van Suid-Afrika word die feit dat baie leerlinge probleme met rekene of wiskunde het, onderstreep deur die feit dat daar in Transvaal alleen gedurende 1986, 9 465; 1987, 10 051; en in 1988, 10 438 blanke leerlinge individuele diagnostiese toetse in wiskunde moes ondergaan (Transvaalse Onderwysdepartement, 1987, 1988 en 1989).

McLeskey (1989:436) het in sy ondersoek gevind dat meer leerlinge met 'n groot diskrepans tussen hulle verwagte en bereikte vlakke van prestasie in wiskunde (31.5% van steekproef) as met 'n groot

diskrepanse in leesprestasies (24.1% van steekproef) aangemeld word vir hulp. Verdere ondersoek het egter aangetoon dat 77.4% van hierdie leerlinge met leesprobleme as leergestremd geïdentifiseer is, terwyl slegs 59.7% leerlinge met wiskunde-probleme as leergestremd geïdentifiseer is. Interessant om daarop te let dat daar uiteindelik 63.7% leerlinge met leesprobleme gekies is om ortodidaktiese hulp te kry en slegs 34.9% leerlinge met wiskunde-probleme. Hierdie neiging word deur Malherbe (1983:891) bevestig. Sy bevind dat die meeste hulp aan leesgeremde leerlinge en die minste hulp aan rekengeremdes verleen word.

#### **4 KOGNITIEF-TEORETIESE BEGRIPSVERKLARINGS**

Voordat gepoog word om kognitiewe teorieë te omskryf, is dit nodig dat eers na die verklaring van sekere begrippe soos kognisie, kognitiewe ontwikkeling, kognitiewe prosesse en metakognisie gekyk sal word.

##### **4.1 KOGNISIE**

Flavell (1985:9) meen dat die ideale konsep van **kognisie** wyd en omvattend moet wees, en meer as die tradisionele, eng opvatting van intellektuele prosesse, soos redenering en probleemoplossing, moet omvat. Hy beskou die menslike brein as 'n komplekse sisteem met wisselwerkende prosesse wat skep, kodeer, transformeer, en verskillende tipes inligting manipuleer.

Turner (1984:2) is van mening dat die bestudering van kognisie die studie van strukture en prosesse behels waardeur die mens

eksterne gebeure selektief inneem, aanvanklike indrukke uitsorteer, hulle verwerp of aanvaar en laastens hierdie sistematies gestoorde inhoude gebruik wanneer nodig om in die alledaagse lewete gebruik. Die definisie van kognisie soos aangegee deur Gouws, Louw, Meyer en Plug (1979:153) is soos volg:

Alle prosesse waardeur 'n organisme kennis verkry van 'n objek of saak, of bewus word van sy omgewing, byvoorbeeld, waarneming, herkenning, verbeelding, redenering, beoordeling, herinnering, leer en dink.

#### 4.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING

Die term **kognitiewe ontwikkeling** verwys gewoonlik na veranderinge in denkvaardighede. Hierdie veranderinge ontstaan uit die interaksie tussen eksterne stimulasie met idees waaroor die kind alreeds beskik - sy interne kennisstrukture. Hierdie denkvaardighede, soos alle ander vaardighede, verbeter met oefening en is hiërargies gestruktureerd. Tot die mate wat hierdie ervarings vermeerder, word dit vir die kind nodig om sy idees te struktureer anders bestaan die gevaar dat 'n verstandelike chaos kan ontstaan. Kognitiewe ontwikkelingsielkundiges het waargeneem dat kinders deur verskillende stadia van sistemativering van idees en gedagtes gaan en dit beskryf. 'n Voorbeeld hiervan is Piaget se fase-teorie (Farnham-Diggory, 1972: 2).

Om van **kognitiewe ontwikkeling** te praat kan misleidend wees, aangesien daar verwys word na die proses sowel as die inhoud waarop hierdie proses toegepas word. Daar word ook gepostuleer dat bei-

de besig is om te ontwikkel. Dit is so, word aangevoer, dat bas en kleuters oor die vermoë beskik om waar te neem, te onthou, konsepte te vorm en te kommunikeer, maar uit die aard van die saak verskil die wyse waarop hulle hierdie vaardighede inspan van dié van volwassenes. Turner noem ook dat daar 'n kontraversie bestaan oor wat presies ontstaan as kognisie ontwikkel. Wat wel gekonstateer kan word is dat wanneer van kognitiewe ontwikkeling gepraat word, daar verwys word na die ontwikkeling van die prosesse self of die toepassing van sodanige prosesse op verskillende inhoude of beide (Turner, 1984:2).

#### 4.3 METAKOGNISIE

Volgens Turner (1984:12) is die finale en baie populêre uitgangspunt van kognitiewe ontwikkeling dié van **metakognisie** waar die noodsaak van 'n persoon se vermoë om bewus te wees van sy eie denke beklemtoon word. Flavell (1985:104) praat van 'cognition about cognition'. Hy onderskei tussen metakognitiewe ervaring en metakognitiewe kennis. Metakognitiewe ervaring het te make met hier en nou reaksies op huidige kognitiewe aktiwiteite. Metakognitiewe kennis bestaan uit kennis van die self (vaardighede en swakhede), die taak (hoe die aard van die taak die aard van handeling beïnvloed) en die strategieë (kennis van alternatiewe strategieë om 'n taak meer effektief uit te voer).

Flavell (1985:110) wys ook op die belangrikheid van metakognitiewe vaardighede by die leerproses van kinders en meen dat as 'n kind se metakognitiewe vaardighede ontoereikend is, dit direk vir die kind geleer behoort te word as deel van die skoolleerplan.

Voorlopige resultate van Brown se ondersoek waar metakognitiewe vaardighede ten opsigte van lees vir kinders aangeleer word, dui op die feit dat hierdie vaardigheid met sukses aan kinders geleer kan word en dat die kinders se leesbegrip heelwat verbeter het (vergeelyk ook Turner, 1984:13).

#### **4.4 KOGNITIEWE PROSESSE**

Volgens Reid en Hresko (1981:51) verloop die **kognitiewe prosesse** van kinders met leerprobleme nie in essensie anders as dié van ander kinders nie, hulle leer is slegs minder toereikend en oënskynlik agter ten opsigte van leerontwikkeling. Totale nuwe onderwysstrategieë is nie nodig om hierdie kinders effektief te onderrig nie. 'n Onderwysstrategie wat gerig is op die kind se vermoë om betekenis te vertolk, om verantwoordelik te wees vir sy leerakt, om inligting na die langtermyngeheue oor te plaas en wat ook die eenheid tussen psigologiese prosesse en akademiese vaardighede erken, is voldoende. So 'n kognitiewe aanpak veronderstel slegs dat die kognitiewe strategieë wat ontwikkel is, meer effektief in werking gestel sal word en dat klem gelê sal word op die feit dat hulp aan die kind met leerprobleme gegee sal word om sy leeraanpak meer te struktureer.

#### **4.5 KOGNITIEWE TEORIEË**

As die vraag gevra word wat **kognitiewe teorieë** nou eintlik behels, sal daar soveel antwoorde as teorieë wees. Mayer (1981:1) beskou sy definisie egter as 'n definisie waarmee die meeste kognitiewe teoretici sal saamstem:

Cognitive psychology is the scientific analysis of human mental processes and memory structures in order to understand human behaviour.

Die eerste deel van hierdie definisie verwys na wetenskaplike analise ('scientific analysis'), wat na die 'hoe' van die kognitiewe teorieë verwys. Die belangrikste metode by hierdie teorieë sluit verfynde analitiese tegnieke in waarmee denkhandelinge in meetbare eenhede verdeel word.

Die begrippe denkprosesse en -strukture ('mental processes and structures') het te make met die 'wat' van die kognitiewe teorieë. Kognitiewe teorieë neem kennis van die denkprosesse wat plaasvind as 'n persoon 'n handeling uitvoer, asook hoe hy die inligting berg en dit gebruik by die uitvoering van 'n taak - die denkstrukture.

Die laaste deel van die definisie, 'human behaviour', verwys na die 'hoekom' van die kognitiewe teorieë. Die doel van die kognitiewe teorieë is om 'n duidelike beeld van innerlike kognitiewe gebeure weer te gee sodat menslike gedrag beter voorspel en verstaan kan word. Dit is byvoorbeeld nodig om die prosesse by wiskundeprobleemoplossing te bestudeer om sodoende beter in staat te wees om te verstaan en voorspel waarom party kinders probleme ondervind en ander nie (Mayer, 1981:2).

Die definisie van **kognitiewe teorie** soos in die Psigologiewoordeboek (Gouws et al, 1979:154) sluit aan by Mayer se definisie, en

lui soos volg:

Enigeen van 'n groep teorieë wat, in teenstelling met behavouristiese teorieë, ter verklaring van die leerproses wys op die prosesse binne die organisme, soos verwagtinge, doelstellings of kognitiewe skemas, wat tydens die leerproses gevorm of verander word.

## **5 DOEL VAN HIERDIE STUDIE**

Op grond van ondersoeker se jarelange ondervinding as onderwyseres verantwoordelik vir wiskunde-onderdig in spesiale onderwys, asook as remediërende onderwyseres verantwoordelik vir wiskunde-remediëring aan 'n skool vir buitengewone onderwys, het dit opgeval dat leerlinge met wiskunde probleme byna uitsluitlik op memoriseringsvaardighede - dikwels totaal ontoereikend - staat maak ten einde hul getalfeite te kan onthou. Omdat hierdie aanpakwyse dikwels so onsuksesvol is, ontstaan gevoelens van ontoereikendheid en beleef die leerling homself as mindersynde wat dan weer negatiewe implikasies vir sy hele menswees inhou.

Ten einde 'n oplossing vir hierdie probleem te vind moet gepoog word om die leerling aan te moedig om van kognitiewe en metakognitiewe metodes gebruik te maak waar hy dan uitgedaag sal word om self te analiseer, evalueer, klassifiseer, visualiseer, interpreteer en toe te pas. Daar sal gepoog word om getalfeite te koppel aan bekende geheuebeelde deur assosiasie met die praktyk en aangename, kreatiewe gedagtebeelde in die regterbrein (Greyling, 1989:9).

Die doel van hierdie studie is ook om 'n hulpprogram te toets aan die kriteria wat deur die kognitiewe teoretici neergelê is. Hierdie hulpprogram sal ten doel hê die onderrig van basiese optelsteite aan leerlinge met wiskunde probleme.

## 6 HIPOTESE

Ten einde die genoemde doelstellings te kan bereik is dit nodig om hipoteses as voorlopige antwoorde of oplossings te stel.

- \* As eerste aanname kan dit gestel word dat dit nodig sal wees om die term 'spesifieke leerprobleme' van nader te beskou waarna daar meer indringend na die aard van wiskunde probleme gekyk sal moet word om sodoende die onderwysdinamiese perspektief, en dan veral die disharmoniese onderwysdinamiek soos dit in die wiskunde klas vergestalt, te kan deurskou. Die hipotese wat hieruit voortvloei kan soos volg gestel word: Analise van spesifieke leer- en wiskunde probleme dra by tot die begryping van momente van disharmoniese onderwysdinamiek soos dit in die wiskunde klas figureer.
- \* Die aanname kan ook geld dat kennis van die kognitiewe ontwikkeling van die kind noodsaaklik is omdat dit didaktiese implikasies vir die opstel en implimentering van 'n hulpprogram vir die optelbewerking vir leerlinge met wiskunde probleme inhou. Die hipotese kan soos volg geformuleer word: Kennis van die kognitiewe ontwikkeling van die kind, hoe leer plaasvind en hoe leermislukkings ontstaan, dra by tot die

effektiewe ontwerp en implementering van 'n hulpprogram vir die optelbewerking vir leerlinge met wiskunde probleme.

- \* As 'n verdere aanname kan geld dat die belangrikste kriteria waaraan 'n hulpprogram in die optelbewerking moet voldoen, gevind sal word in die essensies soos geopenbaar in kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë soos dié van Piaget, Tolman, Bandura, Wertheimer, Vygotsky, Feuerstein, Bruner, Ausubel, Gagnè, Van Parreren en Sternberg. Die hipotese wat hieruit voortvloei is: Die essensies van die onderskeie kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë figureer noodwendig in 'n hulpprogram vir die optelbewerking.
  
- \* Ten slotte kan dit ook as aanname gestel word dat die kriteria, soos geopenbaar in die essensies van hierdie teorieë, onder andere sal bestaan uit 'n klassifisering volgens strategieë, ordening van leerinhoud in logiese volgorde, die gebruikmaking van kognitiewe strategieë, metakognitiewe denke, internalisasie deur visuele voorstelling, voorsiening vir uitbreiding na en toepassing op hoër getalgebiede en dat vanaf die bekende en konkrete na die onbekende en abstrakte vlak gewerk sal word.

Aansluitend hierby sal die volgende kognitiewe kategorieë en prosesse (tussen hakies weergegee) ingesluit wees:

- Attendering en interpretering (vergelyking, klassifisering en ordening)
- Organisering (verbandlegging, bevraging en afleidings maak)

- Toepas (skatting, hipotesestelling en toetsing)
- Onthou (inoefening, visuele voorstelling en memorisering)
- Probleemoplossing ('n verskeidenheid kognitiewe prosesse).

## 7 METODOLOGIESE VERANTWOORDING

Die navorsingsmetodologie staan in diens van begryping van die problematiese met die oog op die praktiese opheffing daarvan, sowel as praktykverbetering. Die volgende fasette sal vervolgens aandag geniet:

- \* 'n Verkenning van relevante literatuur oor die begrensing van die term 'spesifieke leerprobleme', en implikasies van die operasionalisering van die definisie vir hierdie studie, die aard van rekenprobleme en 'n onderwysdinamiese perspektief op rekenprobleme.
- \* 'n Literatuurstudie van die kognitiewe leerteorieë sal ook gedoen word met die doel om die essensies van elke teorie te kan peil ten opsigte van kognitiewe ontwikkeling, leer, leer-mislukking, didaktiese implikasies en bydrae vir hierdie studie. Die fenomenologiese metode sal gevolg word om deur te dring tot die eidos, dit wil sê essensie-openbaring waar die essensiële van die nie-essensiële, dit wil sê die wegdinkbare, die kontradiktoriese en die nie-tersaaklike, geskei word (Landman, 1989:5). Nadat hierdie essensies bepaal is, sal dit in tabelvorm georden word.
- \* 'n Hulpprogram vir die onderrig van basiese optelsteite aan

leerlinge met wiskunde probleme, wat sy ontstaan in die praktyk gehad het, sal aangebied word met aanduidings van waar die essensies van die kognitiewe teorieë in beweging gaan. Die essensies sal ook as kriterium gebruik word om die hulpprogram te beoordeel sodat bepaal kan word of die program aan die vereistes van 'n kognitiewe hulpprogram voldoen.

## **8 PROGRAM VAN STUDIE**

In hierdie hoofstuk is aandag geskenk aan die ontstaan van wiskunde, die noodsaak van wiskunde en die dilemma dat daar soveel kinders is wat hul omgang met getalle negatief beleef. Begripsomskrywings van kennis, kognitiewe ontwikkeling, metakognisie, kognitiewe prosesse en kognitiewe teorieë is gedoen en ten slotte is die doel van die studie, hipoteses en metodologiese verantwoording bespreek.

Hierdie studie is verder soos volg ingedeel:

Hoofstuk 2 : Die begrensing van die term spesifieke leerprobleme, die implikasies van die operasionalisering van die definisie vir die doel van hierdie studie die aard van wiskunde probleme en 'n onderwysdinamiese perspektief op wiskunde probleme word in hierdie hoofstuk bespreek.

Hoofstuk 3 : 'n Verkenning word gedoen van die bekendste kognitiewe teorieë ten opsigte van hulle bydraes oor kognitiewe ontwikkeling, leer, leermislukking,

didaktiese implikasies en bydrae vir die doel van die studie.

Hoofstuk 4 : Kriteria wat deur die kognitiewe teoretici neergelê is, word op die hulpprogram vir die onderrig van optelfeite aan leerlinge met wiskunde probleme toegepas.

Hoofstuk 5 : Samevatting van die bevindings van die studie en aanbevelings vir verdere navorsing.

## HOOFSTUK TWEE

### LEERPROBLEME EN WISKUNDEPROBLEME

There is no time which the flow of thought is more intermittent than when it deals with a problem in arithmetic - and to the young beginner every exercise in number is a problem. - P.B. Ballard (1928)

#### 1. INLEIDING

Bertrand Russel se definisie van wiskunde as 'die vak waar ons nooit weet waarvan ons praat nie, ook nie of wat ons sê waar is nie', is volgens Kavale & Forness (1985:1) amper van groter toepassing op die terrein van leerprobleme. Leerprobleme is 'n algemene verskynsel van die didaktiese situasie aangesien bykans alle kinders een of ander tyd in hulle skoolloopbaan 'n leerprobleem ervaar (Van der Stoep & Louw, 1976: 358). Tradisioneel word daar egter in die ortodidaktiese pedagogiek tussen ophefbare probleme van toevallige en verbygaande aard, en onophefbare probleme van ernstige aard onderskei (vgl. Kriegler, 1989:49). As gevolg van ophefbare, maar veral onophefbare leerprobleme, wat meer dikwels wiskunde probleme insluit, is daar groot getalle kinders wat nooit die vreugde van skolastiese prestasie beleef nie.

Dit is baie moeilik om te skat hoeveel kinders wel leerprobleme

het, omdat die afbakening van die begrip leerprobleme steeds probleme oplewer en daar steeds nie eenstemmigheid bereik kan word oor die begrensing van die begrip nie. Kriegler (1989:24) meld dan ook dat al sou slegs vyf persent leerlinge leergestremd wees, wat 'n uiters konserwatiewe skatting is, daar op enige gegewe dag 35 000 swart leergestremde Graad-één leerlinge is. Sy noem dat daar volgens die voorlopige verslag van die Sielkundige Vereniging van Suid-Afrika 'n skatting gemaak kan word dat daar tans altesaam bykans 'n driekwart miljoen spesifiek leergestremde swart kinders in Suid-Afrika is. In 'n multi-kulturele opset soos in die Republiek van Suid-Afrika kan dit van die allergrootste belang wees om 'n algemeen gangbare definisie wat algemeen aanvaarbaar en implimenteerbaar is, te kry.

## 2. DIE TERM 'LEERPROBLEME'

### 2.1 PROBLEME MET BEGRENSING

Leerprobleme is waarskynlik een van die mees kontensieuse en problematiese subafdelings van die opvoedkundige-sielkunde (Kriegler, 1988,2). Hoewel leerprobleme nie 'n nuwe verskynsel is nie, is die teorie en die praktyk wat daarmee verband hou, redelik resent en is daar steeds probleme rondom die begrensing van die begrip leerprobleme of leergestremdheid.

Die term **leergestremdheid** het eers in 1963 sy ontstaan gehad op 'n nasionale saamtrek van groepe besorgde ouers in Chicago, waar gepoog is om almal in een organisasie saam te snoer en Kirk die benaming **leergestremdheid** as 'n sambreelterm vir al die bena-

minge wat reeds bestaan het voorgestel het (Kriegler, 1988:7 en Lerner, 1985:6). Die opgaaf om 'n algemeen aanvaarbare definisie te genereer was so 'n formidabele taak dat Lerner (1985:6) daarin 'n ooreenkoms met pornografie sien, beide is 'impossible to define but you always know it when you see it'!

In 1965 word die term 'minimale breindisfunksie' weer deur 'n nasionale taakgroep onder leiding van Clements in gebruik geneem. 'Ontwikkelingswanbalans' en 'psigoneurologiese leergestremdheid' is ander terme wat ook weer in gebruik gekom het (Kriegler, 1988:8).

Die definisie wat mees algemeen gebruik word is 'n federale definisie wat deel uitmaak van die reëls en regulasies van Public Law 94-142, the Education for All Handicapped Children Act (US Office of Education, August 23, 1977) en soos volg daar uitsien:

**Specific learning disability** means a disorder in one or more of the basic psychological processes involved in understanding or in using language spoken or written, which may manifest itself in an imperfect ability to listen, think, speak, read, write, spell, or to do mathematical calculations. The term includes such conditions as perceptual handicaps, brain injury, minimal brain dysfunction, dyslexia, and developmental aphasia. The term does not include children who have learning problems which are primarily the result of visual, hearing, or motor handicaps, of mental retardation, of emotional disturbance, or of environmental, cultural, or economic disadvantage (Lerner, 1985:7).

Volgens Kriegler (1988:9, vergelyk Lerner, 1985:18) het daar na die inwerkingstelling van hierdie definisie 'n skrikwekkende ont-ploffing van die leergestremde skoolpopulasie plaasgevind. Dit het geskied, deels omdat die etiket van leergestremdheid minder skadelik as verstandsgestremdheid of emosionele versteurdheid was, en ook omdat dit nou makliker vir hierdie toestande was om onder die mantel van **basiese psigiese prosesse**, wat oop is vir verskeie interpretasies, ingesluit te word (vergeelyk ook Reid & Hresko, 1981: 6). Die vraag ontstaan ook of 'n kind **spesifiek** leergestremd is as hy agterstande in al sy basiese skoolleer-vaardighede vertoon.

'n Verdere punt van kritiek teen die definisie is die **uitsluitingsklousule** wat bepaal dat kinders met emosionele versteurings, verstandsgestremdheid, omgewings-, kulturele of sosio-ekonomiese agterstande nie leergestremd is nie. Kirk (soos aangehaal deur Reid & Hresko, 1981:7), noem dat dit bykans onmoontlik is om vas te stel wat primêr is, leerprobleme of emosionele probleme, aangesien hulle gewoonlik saam voorkom. Kriegler (1988:23) noem ook dat, veral in ons opset in Suid-Afrika met sy groot Derde Wêreld skoolpopulasie, kinders met agterstande ten opsigte van omgewing, sosio-ekonomiese stand of kultuur wat dieselfde simptome en leerprobleme as 'n leergestremde kind openbaar, op grond van hierdie uitsluitingsklousule nie as leergestremd beskou kan word nie.

Persoonlik meen ondersoeker dat hierdie kinders beter beskryf kan word met die term 'kinders met leeragterstande' aangesien hulle nie outentiek leergestremd is nie, hoogstens leegeremd.

## 2.2 OPERASIONALISERING VAN DIE DEFINISIE

Die tweede deel van die federale definisie word as operasioneel beskou en verskyn as 'n aparte stel bepalings. Volgens hierdie bepalings is 'n leerling spesifiek leergestremd:

- \* as hy nieteenstaande blootstelling aan toepaslike leergeleenthede steeds nie op die vereiste ouderdoms- en vermoënsvlakke in een of meer spesifieke areas presteer nie.
- \* as daar 'n ernstige diskrepansie tussen werklike en moontlike leerprestasie ten opsigte van een van die volgende areas bestaan: mondelinge ekspressie, luisterbegrip, skriftelike ekspressie, basiese leesvaardighede, leesbegrip, wiskunde berekeninge en wiskunde redenering (Lerner, 1985:7).

## 2.3 IMPLIKASIES VAN HIERDIE BEPALINGS VIR HIERDIE STUDIE

Wanneer wiskunde probleme teen die agtergrond van hierdie bepalings beskou word, dien daarop gelet te word dat daar, ten spyte van aansprake op volledigheid van die definisie en die bepalings, steeds probleme ondervind kan word om die kind met wiskunde probleme daarvolgens te identifiseer.

Die begrip **toepaslike leergeleenthede** is oop vir 'n verskeidenheid interpretasies, afhangende van die kultuurvlak of sosio-ekonomiese vlak van die skoolgemeenskap waarin die kind homself bevind. In 'n wiskundelessituasie kan die moontlikheid ook be-

staan, dat hoewel die kind aan toepaslike leergeleenthede blootgestel word, hy affektief oorspoel is en nie die leergeleentheid ten volle kan benut nie.

Die kind moet ook volgens hierdie bepaling **blootgestel** word aan toepaslike leergeleenthede, met geen imperatief om ook aktief betrokke te wees by die leergeleenthede nie. Die woord blootstel suggereer die moontlikheid van 'n passiewe toeskouerrol, wat veral by die aanleer van basiese wiskundevaardighede fataal kan wees.

By die **vereiste vermoënsvlak** waarop die kind behoort te wees, word nie gespesifiseer wat die norm moet wees waaraan hy gemeet moet word nie. Dit kan die gemiddelde prestasie van die klas of ouderdomsgroep in 'n spesifieke vak soos byvoorbeeld wiskunde wees, of die gemiddelde van 'n gestandaardiseerde toets (vergeelyk Coetzee & Du Toit, 1986:186). Eweneens is **moontlike leerprestasie** moeilik bepaalbaar deur die onderwyser aangesien hier gewoonlik verwys word na 'n intelligensiemeting om die ware potensiaal, die moontlike prestasievlak van die kind, vas te stel (vergeelyk Kriegler, 1988:11). Selfs indien 'n intelligensiekwasiënt beskikbaar is, is ondersoeker nie altyd oortuig daarvan dat dit optimale segswaarde vir die bepaling van wiskundepotensiaal het nie.

Kinders met wiskunde probleme vaar uit die aard van die saak swak op die subtoets Probleme van die Senior Suid-Afrikaanse Intelligensie Skaal omdat hulle kennis van getalfeite, woordeskat, geheue en wiskunderedeneringsvermoë, uit die aard van hulle leer-

probleem, gewoonlik ontoereikend is (vergelyk Siegel, 1989:470). Die ander subtoetse op die Verbale Skaal gee 'n aanduiding van hoe 'n kind verbaal kan redeneer, verbaal begrippe kan vorm en logies dink, woorde en begrippe kan klassifiseer en ooreenkomste insien, aandag kan gee en konsentreer. Hoewel hierdie vaardighede 'n rol speel by wiskundeprestasie is dit ook nie die belangrikste determinante van prestasie in wiskunde nie.

Tradisioneel word die nie-verbale vermoë beskou as 'n aanduiding van 'n kind se rekenmoontlikhede (vergelyk Van Zyl, 1986:16). As daar egter na die inhoud van die subtoetse gekyk word, is dit duidelik dat die vaardighede wat nodig is om hier goed te vaar, hoofsaaklik visuele analise en sintese, ruimtelike oriëntasie en visueel-motoriese integrasie is, wat gebiede is waar leergestremde leerlinge gewoonlik uitvalle het, (vergelyk Siegel, 1989:470) en wat dus 'n beperkte aanduiding kan gee van 'n kind se wiskundemoontlikhede. Die vasstelling van die **vereiste vermoënsvlak** waaraan die kind moet voldoen in wiskunde, asook die **moontlike prestasievlak** ten einde die grootte van die diskrepansie tussen werklike leerprestasie en moontlike leerprestasie in wiskunde te kan vasstel ten einde die kind as spesifiek leergestremd te kan klassifiseer, bly dus steeds 'n probleem sonder 'n duidelik omlýnde oplossing.

#### **2.4 VERDERE DEFINISIES**

As gevolg van 'n algemene ontevredenheid met die Education for all Handicapped Children Act of 1975 (PL 94-142), het die National Joint Committee for Learning Disabilities (NJCLD) in

1981 die volgende definisie uitgereik:

Learning disabilities is a generic term that refers to a heterogeneous group of disorders manifested by significant difficulties in the acquisition and use of listening, speaking, reading, writing, reasoning, or mathematical abilities. These disorders are intrinsic to the individual and presumed to be due to central nervous system dysfunction. Even though a learning disability may occur concomitantly with other handicapping conditions ( e.g. sensory impairment, mental retardation, social and emotional disturbance) or environmental influences (e.g. cultural differences, insufficient/inappropriate instruction, psychological factors), it is not the direct result of those conditions or influences (Kavale & Forness, 1985:53 en Bryan, Bay & Donahue, 1988:24)

In 1985 verskaf The Association for Children and Adults with Learning Disabilities 'n verdere definisie, te wete:

Specific learning disabilities is a chronic condition of presumed neurological origin which selectively interferes with the development, integration and/or demonstration of verbal and/or nonverbal abilities (Bryan et. al., 1988:24).

## **2.5 DIE SUID-AFRIKAANSE PERSPEKTIEF VAN SPESIFIEKE LEERPROBLEME**

In Suid-Afrika word daar onderskeid gemaak tussen kategorie A-, kategorie B- en kategorie C-leerlinge. Die uitgangspunt is dat:

- \* **Kategorie A-leerlinge** se leerprobleme nie ernstig is nie en binne klasverband met individuele hulp deur die onderwyser reggestel kan word;
  
- \* **Kategorie B-leerlinge**, wat as legeremd beskou word, se leerprobleme word as ophefbaar beskou en word net tydelik uit die gewone klas na 'n hulpklas of remediërende skool oorgeplaas waar hulle kan bly tot aan die einde van hulle negende jaar. Hierdie leerlinge moet 'n intelligensiesyfer van 95+ hê anders is hulle kandidate vir spesiale onderwys wat voorsiening maak vir verstandelik gestremde leerlinge.

Die doel van kategorie A- en B-onderwys is om hulpverlening so te konsentreer dat hierdie kinders se probleme gou weer opgehef kan word sodat hulle weer teruggeplaas kan word na hoofstroomonderwys;

- \* **Kategorie C-leerlinge** word as leergestremd beskou met probleme wat onophefbaar is. Hierdie kinders word in skole vir buitengewone onderwys geakkommodeer (Coetzee & Du Toit, 1986: 188; Kriegler, 1988:44). Die kriteria vir die uitkenning van die groep C-leerlinge is volgens die KOH-inligtingstuk (Komitee van Onderwyshoofde-inligtingstuk) soos aangehaal deur Coetzee en Du Toit (1986:187) soos volg:
  - 'n Ernstige agterstand ten opsigte van een of meer van die volgende: taal, lees, skryf, spel en reken;
  - die leeronvermoë moet vanuit 'n bepaalde psigoneurale disfunksie manifesteer;
  - die moontlikheid van eksterne faktore as oorsake van die

- leerprobleme moet uitgeskakel kan word;
- die leerling moet verkieslik nie ouer as twaalf wees nie;
  - hierdie leerling moes al ortodidaktiese hulpverlening ontvang het;
  - hierdie leerling moet oor 'n gemiddelde of bogemiddelde verstandvermoë soos gemeet met 'n individuele skaal, beskik;
  - die aanwesigheid van òf 'harde' neurologiese tekens, òf 'sagte' neurologiese tekens en/of EEG-abnormaliteite. Aanwesigheid van een of meer van hierdie genoemde dui- dings is bepalend by die finale beslissing.

## **2.6 IMPLIKASIES VAN HIERDIE BEPALINGS VIR HIERDIE STUDIE**

Dit is dus duidelik dat kinders met leerprobleme deur middel van 'n skolastiese eliminasiëprosedure uitgeken word wanneer hulle weinig of geen vordering toon by voltydse of deeltydse remedië- rende hulp nie (Coetzee & Du Toit, 1986:188). Tereg vergelyk Kriegler (1988:283) hierdie proses met dié van 'n reuse kinder- meule met 'n sif waar sekere leerlinge moet deurval na die voor- lopige opvangbak van die hulpklas, wat op sy beurt weer die droe- sem uitsif na die buitengewone onderwysmandjie. Volgens haar is die grootte van die gaatjies wat sal bepaal wie se probleme 'op- hefbaar' of 'onophefbaar' is, 'n funksie van die waardestelsel en die vermoë van diegene wat die fabriek beheer om te individuali- seer.

As een van die kriteria vir die uitkenning van kategorie C-leer- linge word genoem dat hulle 'n ernstige agterstand ten opsigte

van een of meer van lees, spel, reken, taal of skryf moet openbaar. Die vraag ontstaan onmiddellik: hoe word 'n ernstige agterstand bepaal, wat is die norm waarteen die kind met probleme gemeet word, hoe ernstig moet die agterstand wees? Daar is nie 'n duidelike aanduiding of die ernstige agterstand ten opsigte van die verskil tussen die leerling se werklike en moontlike prestasievlakke is nie, en of dit dui op 'n agterstand ten aansien van die klas waarin die kind homself bevind se gemiddelde prestasie.

In die praktyk is gevind dat leerlinge dikwels met skolastiese toetse getoets word waarvan baie dikwels nie Suid-Afrikaans gestandaardiseerde toetse is nie, en dat die kind se werklike prestasievlak dan so vasgestel word. By die vasstelling van die grootte van die gaping tussen die leerling se werklike en moontlike prestasievlakke, ontstaan die probleem weer, soos reeds vermeld, dat die bepaling van moontlike prestasievlakke op grond van die SSAIS-uitslae, ook bevraagteken word.

Die kriterium dat 'n leerling se leeronvermoë vanuit 'n bepaalde psigoneurale disfunksie moet manifesteer word hedendaags al meer bevraagteken. Kavale en Forness (1985:65) voer dan ook aan dat hulle studie in verband met die psigoneurale disfunksie by die uitkenning van leergestremde leerlinge '...the majority of findings provide little support for CNS (central nervous system) dysfunction underlying LD (learning disability) problems'. Kriegler (1988:282) konstateer dan ook dat die hipotetiese fiksie van 'n 'minimale breindisfunksie' steeds in die praktyk te maklik vir 'n diagnose aangesien word, veral by kinders met aandagste-

korte en hiperaktiwiteit.

Oor die kriterium van die aanwesigheid van 'harde' en/of 'sagte' neurologiese tekens as aanduiding van leergestremdheid, voer Kavale en Forness (1985:65) aan dat hulle ondersoekke geen bevestiging van die voorkoms van 'harde' tekens by leergestremde kinders kon kry nie, maar haal Nichols en Chen aan wat uit 'n steekproef van 30 000 kinders, neurologiese abnormaliteite by slegs drie persent van die leergestremde leerlinge kon vind. Ook ten opsigte van die voorkoms van EEG-abnormaliteite wys Wender (soos aangehaal deur Kavale & Forness, 1985:67) daarop dat 'there is no doubt that the syndrome (minimal brain disorder) can appear with the total absence of neurological signs or symptoms or EEG abnormalities'.

### **3. DIE AARD VAN WISKUNDEPROBLEME**

Gedurende die eerste twintig jaar wat spesifieke leerprobleme as sodanig erken word, is min aandag geskenk aan die probleme wat kinders met getalbewerkings en wiskundige begrippe het (Hallahan, 1985:266). Die algemene opvatting dat lees- en skryfprobleme meer voorkom as rekene- en wiskunde probleme word verkeerd bewys vandat empiriese studies vanaf die sewentigs en tagtigs gedoen word. Daar is nog nie bevind dat kinders met wiskunde probleme oor 'n spesifieke versameling eienskappe beskik wat nie by kinders sonder wiskunde probleme voorkom nie. Daar is egter volgens die kenners van leerprobleme verskillende tipes probleme wat geassosieer kan word met wiskunde probleme (Hallahan, 1985: 270).

### 3.1 INDIREK VERWANTE PROBLEME

Hierdie probleme is nie direk verwant aan wiskunde probleme nie, en hoort in die kategorie van wordingsagterstande en inligting-verwerkingstekorte. Probleme hier, is onder andere, algemene wordingsagterstande (byvoorbeeld die onvermoë om objekte te orden volgens lengte, gewig en grootte, of probleme om infantiele optrede te ontgroei), perseptuele agterstande (byvoorbeeld probleme met voorgrond-agtergrondonderskeiding, ruimtelike probleme en oog-handkoördinasie), gedragsprobleme (byvoorbeeld perseveransie, onoplettendheid en hiperaktiwiteit) (Hallahan, 1985:271).

### 3.2 DIREK VERWANTE PROBLEME

Sommige van hierdie probleme wat deur die kenners aangegee word as aanduidend van wiskunde probleme, dui meer op die wyse wat wiskunde-opdragte uitgevoer word. Volgens Rosner, (1979:225) is die groot verskil tussen kinders met ontoereikende rekenvaardighede en kinders met toereikende rekenvaardighede, laasgenoemde groep se vermoë om 'n probleem in minder stappe op te los wat 'n vinniger werkspoed tot gevolg het. Die kind met wiskunde probleme sal byvoorbeeld as hy die antwoord van  $6 + 5 = ?$  moet kry, eers ses ene tel en daarna vyf ene bytel (soos 'n kind wat letter vir letter uitklank as hy lees), terwyl die kind sonder wiskunde probleme die antwoord binne sekondes sal kan verskaf op grond van sy kennis dat  $5 + 5 = 10$  is en hy dan net 1 hoef by te tel. Al twee kinders kry die korrekte antwoord, maar die uittelmetode is totaal oneffektief.

Bogenoemde verduideliking van Rosner sluit aan by ondersoeker se ervaring en waarneming van kinders met wiskunde probleme. Dit is gevind dat kinders met wiskunde probleme, voor ortodidaktiese hulp, elke som as nuut ervaar en benader, en dat daar weinig gebruik gemaak word van reeds bestaande kennisbesit. Rosner (1979: 226) maak dan ook tereg die stelling, dat as gevolg van die groter hoeveelheid stappe wat die kind met wiskunde probleme gebruik, hy 'n groter kans staan om foute te maak. Ingesluit in 'n lys wat eienskappe van ontwikkelingsdiscalculie aangee, word probleme soos die onvermoë om getalle en wiskundesimbole korrek te skryf, om die betekenis van simbole en getalfeite te onthou, om korrek te tel en om die korrekte opeenvolgende stappe by probleemoplossing te volg, ingesluit. Hallahan (1985:271) noem ook dat probleemsonne vir kinders met leerprobleme uiters moeilik is as vreemde informasie ingesluit word, wanneer komplekse sintaktiese strukture gebruik word, wanneer getalle en tipe naamwoorde verander word en as werkwoorde soos 'aangekoop' en 'gegeë' gebruik word.

### **3.3 PROBLEME BLOOTGELÊ DEUR FOUTE-ANALISE**

Analise van bewerkingsfoute is al in 1926 gedoen deur Buswell en John. Ashlock (soos aangehaal deur Hallahan, 1985:272) voer aan dat foute wat deur kinders met leerprobleme gemaak word, ondersoek moet word om patrone vas te stel ten einde die remediëring daarvan meer doelgerig te stuur. Volgens hom sal so 'n foute-analise foutiewe strategieë blootlê. Ondervinding leer dat dit nodig is om kennis te neem van die kind se metakognitiewe vaardighede deur hom te laat verbaliseer hoe hy die probleem oplos.

Alleen so kan die onderwyser waarlik vasstel waar die kind denkfoute, begripsfoute en insigfoute maak in sy probleemoplossing. In Hoofstuk Vier word 'n voorbeeld van 'n diagnostiese toets gegee wat ingeskakel kan word ten einde patrone van vaardigheids-tekorte te kan vasstel asook die hulpverlening meer doelgerig te laat geskied.

#### **4 'N ONDERWYSDINAMIESE PERSPEKTIEF OP WISKUNDEPROBLEME**

Om 'n omvattende onderwysdinamiese perspektief op wiskunde probleme te kry, is dit noodsaaklik dat ons eerstens die opvoedings- en onderrighandeling, tweedens inhoud en derdens die leerhandeling, veral ten opsigte van die disharmoniese onderwysdinamiek in die wiskunde klas van nader sal beskou.

##### **4.1 DIE ONDERRIGHANDELING**

###### **4.1.1 Onderrig en onderrigmetodes**

Wanneer oor reken- en wiskunde probleme en die oorsake daar van geskryf word, is die meeste skrywers dit eens dat ontoereikende onderrig en onderrigmetodes een van die groot veroorsakende faktore van hierdie probleme is (vergelyk Denvir et al, 1982:21). So vroeg as 1928 haal Ballard Professor Spearman aan wat die volgende mening toegedaan is:

How comes it that this mathematics, controller of destinies, source of delight, fount of emotion, breeder of romance, has arrived at being almost universally besmir-

ched with the attribute of 'dull'? For my part, I would mainly attribute this huge miscarriage of justice to the manner in which the subject is being taught in school (Ballard, 1928:xvii).

Volgens die huidige benadering tot wiskunde-onderrig in ons skole gee onderwysers 'n wiskunde-'les' met min betrokkenheid deur die leerlinge. Die onderwyser is voorskriftelik en die bewerkings word baie resepmatig onderrig, die kinders moet stilsit en luister en min krediet word gegee vir kreatiewe probleemoplossing. In toetse en eksamens kan die kind alleenlik die maksimum punte vir 'n som kry indien hy al die stappe volg soos hy geleer is. Die kind verbeur punte indien hy kreatief genoeg is om die antwoord op 'n ander, korter wyse te verkry. Alle interaksie tussen kinders in die klas word ontmoedig omdat daar orde en stilte in die wiskundeklas moet wees, en sodoende verbeur die kind waardevolle begeleiding deur en gedagtewisseling met ander kinders in die klas om tot, vir hom, sinvolle oplossings te kom (vergelyk Senekal, 1990:1).

#### **4.1.2 Kennis van wiskundestrukture**

Dit word van 'n onderwyser verwag om 'n goeie basiese kennis van die strukture in wiskunde te hê. Glennon en Cruikshank (1981:81) beweer dat baie kinders met wiskunde probleme se probleme gewoonlik begin met 'n onderwyser wat nie genoegsame kennis van die struktuur van wiskunde het nie, nie in wiskunde en getalle belangstel nie, nie entoesiasties oor getalbe-

werkings kan word nie en soms self aan rekenangs lei. Houck, soos aangehaal deur Kriegler (1989: 182) het tot die gevolgtrekking gekom dat persone wat wiskunde onderrig dikwels self nie werklik begryp waarom dit gaan nie, hy sê:

If such is the case, it may be necessary to reassess the question of who manifests (or 'owns') the disability, or at the very least, recognize the compounding impact of the teacher's as well as the learner's inefficiencies.

Onderwysers wie se kennis van wiskunde beperk is tot 'n paar kunsgrepe word as onbevoeg beskou om die vak begripsmatig te onderrig. Hulle kan nie wiskunde sodanig onderrig dat betekenisvolle leer moontlik is, dat memorisering bevorder word, dat oordrag van kennis moontlik is, dat retro-aktiewe inhibisie - die proses wat verantwoordelik is vir die feit dat retensie van leerstof swak is wanneer die leertaak gevolg word deur 'n tweede leertaak (Gouws et al, 1979:261) - verminder en dat probleemoplossingstegnieke verbeter nie (Glennon et al, 1981:81).

#### **4.1.3 Motivering deur die onderwyser**

May (1974:12) is van mening dat positiewe motivering van deurslaggewende belang in veral wiskunde-onderwys is. Onderwysers kan die onderrig van wiskunde grootliks verander deur, in plaas daarvan om slegs vir die kind te sê dat 'n bewerking verkeerd is, hom te vra om die bewerking te verduidelik. Sodoende word die kind bewus gemaak van sy eie

metakognitiewe denke en kan die onderwyser ook presies vasstel hoe die kind by die foutiewe antwoord uitgekom het en kan hulpverlening meer effektief wees (vergelyk Sewell, 1986: 104). Die kind kom dan met hulp tot 'n korrekte oplossing en het weer moed om verder te om te gaan met die leerinhoud. Meer oor motivering in Hoofstuk Vier.

#### 4.1.4 Klem op die inhoud ten koste van die kind

Volgens Sonnekus (1971:78) is daar in wiskunde-onderwys 'n oordrewe beklemtoning van die vak in plaas van die kind. Die klem val daarop om vir die kind **wiskunde** te leer, in plaas daarvan dat die onderwyser altyd besef dat dit 'n **kind** is aan wie wiskunde geleer word. Wiskunde word aangebied as 'n eksklusiewe leeraktiwiteit met 'n taal en sisteem eie aan die vak en die kind sien dikwels nie die verband tussen wat hy in die wiskundeklas doen en die wêreld daarbuite nie. Die wêreld van rekenkunde en wiskunde is vir hom lewensvreemd aangesien dit nie vir hom aansluit by sy eie ervaringswêreld nie. Die kundige onderwyser sal deur die ervaringswêreld van die kind beweeg na die taal en sisteem van wiskunde, hy sal die persoonlike ervarings van die kind as betekenisvol en waardevol beskou en dit na die kind terug reflekteer as deel van die nuwe leersituasie wat vir hom geskep word (Grossman, 1986:4).

Wiskunde-onderwysers verwag dikwels dat kinders maklik rekenaarsisteme sal baasraak. Indien 'n kind dit nie so maklik vind nie word hy maklik as minderbegaafd beskou. Die **kind** word

dus as ontoereikend beskou en nooit die **sisteem** waar die kind moet inskakel nie. Die klein persentasie kinders wat maklik die sisteme baasraak word 'n eksklusiewe, elite groepie en die res van die kinders beleef hulself as ontoereikend omdat hulle hulself buite hierdie eksklusiewe groep bevind (Grossman, 1986:5).

#### **4.1.5 Die ideale onderwyser**

Reeds in 1928 beskryf die gevierde wiskundige, Ballard, die ideale wiskunde-onderwyser in 'n idioom eie aan daardie tyd, maar met essensies wat vandag nog geld:

.....the best teacher of arithmetic is not the most eloquent exponent of its principles, but rather the most skilful organiser of arithmetical studies. It means much foresight, much vigilance, much care. It means an easy grading of the work; a prompt and scrupulous marking of the sums; a keeping of records of many kinds; a display of diagrams showing class progress and team progress; the making and keeping of a private graph by each pupil for his own behoof; a nod of approval to the diligent; a word of encouragement to the struggling; a timely rebuke to the slack; an occasional team race; a frequent time test; an exhibition of work of special merit; ample opportunity for individual initiative and for forging ahead (Ballard, 1928: 35).

## 4.2 LEERINHOUD

### 4.2.1 Klem op memorisering en memorering

Na ondersoeker se mening steun die sillabus, veral in die laer klasse, waar die klem op die onderrig van getalfeite is, veels te sterk en soms byna uitsluitlik op memorisering en memorering. Volgens Senekal (1990:1) is daar aanvanklik sukses en presteer die kinders, maar omdat daar nie begrip is nie, sak daardie kinders uit en kan hulle nie hul 'kennis' toepas nie. Daar word byvoorbeeld van kinders verwag om die optel- en aftrekkombinasies van die verskillende getalle te ken sonder dat daar aan groepering van konsepte en kognitiewe strategieë aandag gegee word. Die sillabus gee geen riglyne ten aansien van die gebruikmaking van kognitiewe metodes in die onderrig van wiskunde nie.

### 4.2.2 Getalplafonne

'n Verdere punt van kritiek op die leerinhoud soos deur die sillabus voorgeskryf, is die feit dat die sillabus 'n getalplafon in elke klas in die laer klasse het. Ondersoeker het juis gevind dat soepelheid met die omgaan met getalle sowel as motivering verhoog word as die kind op grond van sy aangeleerde strategieë sy klas se getalplafon kan oorskry. So kan 'n kind nadat hy die strategie om getal + 2 bewerkings te doen uitgedaag word om 'n oplossing vir 'n probleem soos 3 honderde + 2 honderde te vind. Omdat die kind self die strategie ontdek het deur middel van onderwyserbegeleiding, is sy

begrip van die tipe bewerking soveel beter en kan hy dit dan makliker toepas op ander getalgebiede en in lewenswerklike situasies.

#### **4.2.3 Aansluiting by lewenswerklikheid**

Ondersoeker het gevind dat getalinhoud op 'n abstrakte vlak vir die kind met probleme baie bedreigend kan wees omdat dit dikwels geen aansluiting vind by die kind se leefwêreld nie, en hy nie altyd besef dat hy sy getalkennis kan gebruik om probleme in sy daaglikse lewe op te los nie. Dit is belangrik dat die onderwyser gedurig getalinhoud sal koppel aan die kind se voorkennis en ook aan situasies in sy leefwêreld. Die kind met toereikende getalvaardighede daarenteen kan soepel omgaan met getalle, beskou getalle en getalbewerkings as 'n uitdaging en het insig in die toepasingsmoontlikhede.

#### **4.2.4 Algemeen**

Ballard (1928:32) noem dat ons die sombere feit moet aanvaar dat wiskunde, hoe ons dit ook al dokter en dresseer, nie 'n interessante vak vir die gewone, gemiddelde kind is nie. Hy doen egter aan die hand dat vreugde van prestasie in die wiskundeklas gebring moet word, ook deur kompetisie teen hulself. Hy noem ook dat:

And if our boys and girls can be brought to feel that arithmetic is a game - a noble game - one of the noblest

though not one of the most spectacular that the human race has played - and that it is an honour and a privilege to play at it; and if we can keep that feeling alive by the right exercise and the apt stimulus, cunningly applied with a smile and a jest, as becomes a noble game, the arithmetic lesson will cease to be a dismal grind and become a grand pursuit full of glamour and excitement (Ballard, 1928:34).

### **4.3 LEERHANDELING**

#### **4.3.1 Die kind self**

Volgens Paul (1986:19) maak die kind met wiskunde leeruitkomstekorte homself bekend deur sy gedrag in die klaskamer. Hy is dikwels die 'onmoontlike' kind deurdat hy gou ontmoedig word, liggeraak is, onseker is oor sy eie rekenvaardighede, 'n swak selfbeeld het, hom dikwels afhanklik en infantiel gedra en angstig en gespanne is.

Volgens Pretorius en Wentzel (1971:184) vertoon hierdie kinders 'n beeld van konsentrasie-stoornisse, ongeordende denke, geringe gnostiese gerigtheid, onderaktualisering van intellektuele moontlikhede, asook van 'n eng belewenissfeer. Hy toon nie ten aansien van sy omgang met getalle dat hy iemand is wat graag iemand wil wees nie, sy wordingsgang kry as gevolg van sy probleem met wiskunde die karakter van vertraging, stagnering, belemmering, mislukking en ontsporing.

#### 4.3.2 Die kind se belewing van die wiskundesituasie

'n Groot persentasie kinders wat vir remediëring of ekstra klasse in wiskunde verwys word, is glad nie kinders met erge wiskunde probleme nie. Hulle is volgens Grossman (1986:2) slagoffers van 'n sisteem waar gediskrimineer word teen almal behalwe die uitsonderlik rekenvaardige kinders. 'n Resulterende negatiewe teenoor die vak en 'n algemene gebrek aan vaardigheid is dikwels die uitkoms. Die kind belewe sy mislukkinge in die wiskundesituasie nie slegs met sy verstand nie, maar as totale persoon, en daarom raak sy mislukkinge sy totale menswees. Dit is belangrik dat die onderwyser kennis sal neem van die kind se denk-, gevoels-, streef- en waardebetekenisse wat hy heg aan sy mislukking op getalgebied (Pretorius & Wentzel, 1971:162).

Sewell konstateer dat wiskunde, vir 'n kind wat homself alreeds as 'n mislukking beleef ten opsigte van syfervaardighede, vir hierdie kind meer onheilspellend as enige ander vorm van kennis is. Hy beleef dit as koud, onwerklik en duister. Weens 'n gebrek aan selfvertroue is hy geneig om van die lessituasie te onttrek, te droom, infantiele raaiskotte te waag en eenvoudige foute te maak (Sewell, 1986:104).

#### 4.3.3 Leerintensie en ingesteldheid

Motivering word in Hoofstuk Vier volledig bespreek, maar daar dien hier gelet te word op die feit dat onderwysers dikwels van meet af aan te make het met kinders wat ongemotiveerd en

leerhulpeloos in die wiskundesituasie is. Hulle openbaar 'n swak waaghouding wat gepaard gaan met 'n onwilligheidsbeleving. Hierdie sterk affektief-gekleurde ingesteldheid van die kind bemoeilik die opheffing van sy wiskunde probleme, en 'n afwys- en afweerhouding teenoor getalbewerkings wat vir hom problematies is, ontstaan (vergelyk Pretorius & Wentzel, 1971:180-181).

Hierdie houding vind dikwels sy ontstaan in die kind se ouerhuis en leefwêreld, waar 'n ouer dikwels prestasie in wiskunde as van minder belang beskou aangesien een van hulle self ook te kampe gehad het met 'n onvermoë in wiskunde. 'n Verdere oorsaak vir die onentoesiastiese ingesteldheid van sommige kinders teenoor wiskunde, is die feit dat baie mense die mening toegedaan is dat die aanleer van getalkombinasies en algoritmes van geen waarde is in die wêreld waarin ons ons bevind nie, aangesien 'n eenvoudige rekenaartjie die getalprobleem binne sekondes kan oplos wat nou vir 'n kind jare neem om baas te raak. Hierdie gedagtes word aan die kind met probleme genoem om hom te troos en daarmee saam verdwyn alle verantwoordelikheid wat die kind nog gevoel het om getalbewerkings te leer doen.

Herhaalde mislukking, gevoelens van ontoereikendheid, beleving van verwerping deur onderwysers en klasmaats asook 'n tekort aan positiewe versterking skep 'n verwagting om te misluk. Die kind glo dat hy glad nie in staat is om enige getalbewerkings te doen nie, en ervaar intense angs in sy omgaan met getalle en 'n totale gebrek aan motivering (verge-

lyk Johnson & Morasky, 1980:19).

## 5 SAMEVATTING

Uit die bespreking in hierdie hoofstuk van die begrensing van die term 'spesifieke leerprobleme' is dit duidelik dat die laaste woord oor die bepaling van kriteria waarvolgens kinders as spesifiek leergestremd geëttiketteer kan word nog nie gespreek is nie. Hoewel daar baie punte van kritiek teen die Amerikaanse federale definisie, wat deel uitmaak van Public Law 94-142, sowel as die Suid-Afrikaanse bepalings soos in die KOH-inligtingstuk vervat, uitgespreek kan word, is daar immers gepoog om riglyne neer te lê vir die identifisering van kinders met spesifieke leerprobleme.

Wiskunde probleme het veral drie fasette, te wete indirek verwante probleme wat wordingsagterstande, perseptuele agterstande, gedragsprobleme, onoplettendheid en hiperaktiwiteit insluit; direk verwante probleme wat verwys na die wyse waarmee die kind wiskunde-opdragte uitvoer en veral die feit dat leergestremde kinders baie dikwels nalaat om van hul reeds bestaande kennisbesit gebruik te maak by probleemoplossing; en laastens probleme blootgelê deur foute-analise wat deur waarneming van die kind met probleme se metakognitiewe vaardighede deur middel van die kind se verbalisering by probleemoplossing.

Die onderwysdinamiese perspektief, veral die disharmoniese onderwysdinamiek word van nader beskou en by die onderrighandeling word gebrekkige leerlingbetrokkenheid en interaksie tussen kinders, onderwysers se kennis van wiskundestruktuur, motivering as

taak van die onderwyser en wiskunde as 'n eksklusiewe leeraktiwiteit, aangeraak. Die leerinhoud word bespreek en daar word veral genoem dat die aanleer van getalfeite te dikwels bloot op memoriseringsvaardighede staatmaak, dat die huidige sillabus voorsiening maak vir getalplafonne in elke laer klas, wat perke plaas op sy soepel omgaan met getalle en die noodsaaklikheid dat die wiskunde-inhoud vir die kind lewenswerklik sal wees en aansluiting sal vind by sy leefwêreld. Ten aansien van die leerhandeling word 'n beeld van die kind met wiskunde probleme geskets as die kind wat homself opvallend maak. Die kind se belewing van sy mislukkings op getalgebied, nie slegs met sy verstand nie maar as totale persoon, rakende sy hele menswees word genoem. Gebrekkige leeringesteldheid waar dit veral duidelik is dat die kind met wiskunde probleme se affektief-gekleurde ingesteldheid teenoor getalle dikwels uitloop op 'n afwys- en afweershouding teenoor getalbewerkings, word ook bespreek.

Dit is uit bostaande opsomming duidelik dat daar van wiskunde probleme as deel van die wetenskap van leerprobleme wel deeglik kennis geneem moet word. Waar so 'n probleem wel voorkom, dien daar op gelet te word dat die probleem nie net vanuit die persepsie, dat die enigste oorsake van wiskunde probleme in die kind self geleë is, beskou moet word nie, maar moet deeglik besin word oor die onderrigsituasie en die onderwyser se aandeel in die ontstaan van die leerprobleem, asook die leerinhoud wat strukturering van die getalfeite en lewenswerklike situasies moet insluit.

## HOOFSTUK DRIE

### KOGNITIEWE LEER- ONTWIKKELINGSTEORIEË

After making a few concessions to the immature mind, which may be allowed to gain its first notions of number from bricks or beans, they hasten to apply general principles to particular instances. - P.B. Ballard (1928)

#### **1 INLEIDING**

Die doel van hierdie hoofstuk is om die volgende vrae te beantwoord:

- \* Hoe kan die studie van kognitiewe leer- en ontwikkelings-teorieë bydra tot 'n beter begrip en kennis van die kognitiewe ontwikkeling van die kind?
- \* Hoe kan die studie van hierdie teorieë bydra tot ons kennis van hoe leer plaasvind en hoe leermislukkings ontstaan?
- \* Wat is die didaktiese implikasies en bydrae van hierdie teorieë vir die doel van hierdie studie en hoe kan die studie van kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë bydra tot 'n beter kennis van kognitiewe leerteorieë en -strategieë ten einde essensies te kan reduceer wat as basis gebruik kan word om 'n teoreties-verantwoordbare rekeneprogram daar te stel?

## **2 KRITERIA VIR DIE SELEKSIE VAN TEORIEË**

Teorieë wat in die literatuur bekend staan as kognitiewe teorieë, en wat 'n bydrae kan lewer tot die begronding van 'n wiskunde-program in besonder, is in hierdie studie ingesluit. Sowel kognitiewe ontwikkelingsteorieë as kognitiewe leerteorieë is vir die doel van die studie bestudeer.

## **3 PIAGET, J.**

Een van die bekendste kognitiewe ontwikkelingsteorieë is dié van Jean Piaget (1896 - 1980), 'n Switserse sielkundige. Hy wou 'n begrip vorm van die elementêre vorme van kennis en hoe hoër vlakke van intelligensie en wetenskaplike denke hieruit voortvloei (Van der Walt, 1986:28). Sy primêre belangstelling was dan ook die ontwikkeling van logies-wiskundige intelligensie (Copeland, 1979:11 en Thornton et al., 1983:79).

### **3.1 AARD VAN TEORIE**

Kognitiewe ontwikkelingsteorie.

### **3.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Volgens Piaget se fase-teorie word die kognitiewe ontwikkeling van 'n individu in vier fases ingedeel (Van der Walt, 1986:28-30; Naudè et al., 1987 :18-20; Copeland, 1979:19-28; Crain, 1985: 91-107), te wete:

### **3.2.1 Die sensories-motoriese fase (0-2 jaar)**

Die naam van hierdie fase dui op die feit dat die kind se intellektuele ontwikkeling tydens hierdie fase redelik beperk is tot sy sensoriese en motoriese ervarings (Naude et al., 1987:18). Gedurende hierdie fase ontwikkel ruimtelike verhoudings tussen die self en dinge, asook die belewing dat die self die bron of oorsaak is van wat om hom gebeur (Thornton, 1983:81).

### **3.2.2 Pre-operasionele fase (2-7 jaar)**

Hierdie fase is pre-operasioneel omdat die kind in hierdie stadium nog nie in staat is om 'operasies', dit wil sê, geïnternaliseerde voorstellings van handeling, uit te voer nie (Lerner en Spanier, soos aangehaal deur Naudè et al., 1987:18). Die kind se wording word dus tot 'n groter mate bepaal deur eksterne stimuli as deur innerlike denke en probleemoplossing. Hierdie fase kan as 'n oorgang tot die eerste vorms van sosiale gedrag en die begin van denkkonsepte beskou word (Van der Walt, 1986:29). Woorde word as simbole gebruik en die kind se denke is al op 'n voorstellingsvlak (Copeland, 1979:21). Teen die einde van hierdie fase kan die kind gewoonlik tot 10 tel sonder veel begrip vir een-tot-een afparing by versamelings (Thornton, 1983:82).

### **3.2.3 Konkreet-operasionele fase (7-12 jaar)**

Dië fase word konkreet-operasioneel genoem omdat die kind sy logiese denke tot 'n baie groot mate baseer op die hantering van

konkrete objekte (Copeland, 1979:22). Hy het nog probleme met die stel van hipoteses en het 'n baie beperkte abstrakte redeneervermoë (Naudè et al., 1987:19). Die kind begin nou verskillende probleemoplossingstegnieke gebruik en aanvaar nie meer dat daar net een oplossing kan wees nie. Gedurende hierdie periode kan voorwerpe volgens grootte, massa, en ander fisiese eienskappe geklassifiseer word. Dit moet egter nog op 'n konkrete wyse aan hom voorgehou word (Van der Walt, 1986:30). Induktiewe denke en getalbegrip kom ook nou sterker na vore (Thornton, 1983:83).

#### **3.2.4 Formele operasionele fase ( 12 jaar - volwassenheid)**

Formele denkhandelinge en abstrakte redeneervermoë is kenmerke van hierdie fase. Die persoon is nou in staat tot suiwer simboliese denkhandelinge sonder die teenwoordigheid van voorwerpe. Hierdie eienskap verseker 'n meer soepel denkstruktuur wat groter kreatiwiteit tot gevolg het (Van der Walt, 1979:30). Volgens Flavell is formele operasionele denke metakognitief van aard, aangesien dit denke aangaande stellings, hipoteses en veronderstelde oplossings insluit (Flavell, 1985:104).

### **3.3 LEER**

Volgens Piaget bepaal die ontwikkelingstadium van die kind wat hy in staat sal wees om te leer. Ontwikkeling, wat beïnvloed word deur ryping, ervaring, sosiale gedrag en ekwilibrering, lê dus leer ten grondslag. Leer vind plaas deur middel van twee prosesse, naamlik akkommodasie en assimilasie. Die kind assimileer inligting vanuit die omgewing wat die bestaande ekwilibrium ver-

steur. Deur middel van akkommodasie word die nuwe inligting in bestaande strukture geakkommodeer sodat die ekwilibrium weer herstel word (Copeland, 1979:37). Hierdie akkommoderingsproses in bestaande strukture kan met Sonnekus en Ferreira (1981:130) se leerverloop vergelyk word waar die voltrekking van die totaal van die leerwyses integreer in die kind se ervaringsbesit.

### **3.4 LEERMISLUKKING**

Piaget is van mening dat een van die groot oorsake van leermislukking in ons skole die feit is dat onderwysers se opleiding om metodes en die sillabus sentreer en nie om die kind nie. Onderwysers wil klasgee en 'n klas hê wat stil sit en luister (Copeland, 1979:13), terwyl Piaget baie sterk klem plaas op die feit dat kinders nie wiskunde geleer moet word op 'n deduktiewe wyse nie, maar dat die kind self wiskundepatrone moet ontdek deur sy omgang met konkrete apparaat en deur waarneming van die wêreld om hom - induktiewe metode (Copeland, 1979:253). Hy meen ook dat kinders te gou as swak gemotiveerd geëtiketteer word as hulle, as gevolg van die feit dat die leerstof wat deur die opvoeder aangebied word, te ver van sy eie skemata verwyderd is en hy dus nie die nuwe leerstof by bestaande skemata kan akkommodeer en assimileer nie (Copeland, 1979:16).

### **3.5 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Piaget beklemtoon die feit dat kinders maksimaal leer wanneer hulle die wêreld om hulle ervaar en beleef. Kennis word ontdek deur die kind se interaksie met sy omgewing, veral gedurende die

konkreet-operasionele fase (Grossman, 1986:18).

Die fokus word deur Piaget verskuif vanaf onderwyser-gesentreerde onderwys na kind-gesentreerde onderwys, waar die onderwyser deel word van die objektiewe omgewing. Hy is ook 'n voorstander van 'n vryer styl van onderwys waar die kind in 'n oopplansituasie kennis kan opdoen deur self te verken (Grossman, 1986:19).

Piaget konstateer dat alle kennis deel uitmaak van 'n, algemene, gestruktureerde raamwerk waarin alle dele funksioneer en in 'n onderlinge verhouding tot mekaar staan. Daar behoort dus nie kunsmatige grense tussen vakke wat op skool onderrig word, te wees nie, maar 'n onderlinge samehang (Grossman, 1986:19).

Gebruikmaking van 'n sentrale tema vir die aanbieding van tale, rekene en kulturele vakke sou dus voldoen aan hierdie vereiste van Piaget.

Kinders beskik, volgens Piaget, oor verstandstrukture wat verskil van diè van volwassenes. Hulle het hulle eie unieke wyse van omgaan met die werklikheid, volgens hulle individuele stel strukture (Grossman, 1986:19). Kinders is nog nie in die laerskool gereed om op 'n abstrakte vlak met formele logika en bewyse om te gaan nie. 'n Induktiewe benadering waar hulle aktief op 'n ondersoekende en ontdekkende wyse met konkrete objekte omgaan en patrone in die syfersisteem ontdek, word deur Piaget voorgestaan (Copeland, 1979:253). 'n Rekene-laboratoriumsisteem waar die nodige konkrete apparatuur tot die beskikking van die leerling gestel word kan in hierdie opsig van groot waarde wees.

Die belangrikheid van Piaget se teorie vir die doel van hierdie studie, lê veral geleë in die feit dat hy voorsiening maak vir verskille in wordingsvlakke. By elke wordingsvlak identifiseer hy aspekte van die kind se ontwikkeling wat segwaarde het vir die vorm en inhoud van 'n rekeneprogram, asook die volgorde waarin die aanleer, of die herleer, meer suksesvol kan plaasvind.

Omdat ruimtelike verhoudings tussen die self en dinge asook die belewing van die self as bron van sy ervarings hoofsaaklik in die sensories-motoriese fase plaasvind, kan die afleiding dus gemaak word dat dit van waarde sal wees as 'n rekeneprogram hierdie aspekte ook in die beginfase sal inkorporeer.

Tydens die pre-operasionele fase word die wording van die kind meer bepaal deur eksterne stimuli as interne denke en probleemoplossing. Woorde en syfers word al as simbole gebruik. Daar kan dus vervolgens in die program oorgegaan word na die gebruik van eksterne stimuli en die skryf van syfers as simbool van die getal wat hulle voorstel.

Logiese denke gebaseer op die hantering van konkrete objekte, die besef dat van verskillende probleemoplossingstegnieke gebruik gemaak kan word, en die vermoë om te klassifiseer en induktief te dink is vaardighede wat ontwikkel tydens die konkreet-operasionele fase en is dus die volgende stappe wat in die wiskunde-program ingesluit sal moet word.

Laastens moet vaardighede soos simboliese denke en metakognitiewe denke soos wat dit in die formeel-operasionele fase voorkom by

die program ingesluit word.

#### **4 TOLMAN E.C.**

Edward C. Tolman (1886 - 1959) kan as een van die eerste en beste kognitiewe teoretici beskou word (Farnham-Diggory, 1972:96, Her-genhahn, 1982: 298 en Bry, 1975:55). Hy het gedrag bestudeer ten einde die onderliggende kognitiewe strategieë te kon ontdek.

##### **4.1 AARD VAN TEORIE**

Kognitiewe leerteorie

##### **4.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Tolman is van mening dat 'n kind sy omgewing leer ken deur die dele waaruit dit bestaan asook deur die verwantskap tussen die dele en die doel wat hy wil bereik, te bestudeer (Watson, 1979: 373).

##### **4.3 LEER**

In teenstelling met die behaviouriste se teorie dat leer plaasvind as gevolg van stimulus-responsverwantskappe, beweer Tolman dat leer 'n onafgebroke proses is en dat motivering nie nodig is nie. Hy word dus beskou as 'n stimulus-stimulus teoretikus. Motivering, volgens hom, bepaal slegs watter omgewingsaspekte geaktentueer word.

Tolman voer verder aan dat die leerder op grond van sy ervaring, 'n kognitiewe kaart, 'n gevisualiseerde prent van die omgewing, genereer wat hom dan in staat stel om sy doelwit vanaf verskillende rigtings te bereik, om dus verskeie probleemoplossingsmetodes aan te wend. Sonnekus en Ferreira (1981: 122-123) sluit hierby aan as hulle aanvoer dat voorstelling, waar die waargenome objek nie teenwoordig is nie maar deur die voorstellingsakt gepresenteer word, werklikheidsoorskrydend is aangesien iets nuuts bygevoeg kan word en manipulasie van die voorstelling kan plaasvind. Hierdie kognitiewe kaart word tot stand gebring deur middel van hipoteses. As 'n hipotese bevestig word, word dit behou, terwyl onbevestigde hipoteses verwerp word (Farnham-Diggory, 1972:97).

Latente leer is nog 'n aspek van leer waaraan Tolman groot waarde geheg het. Onder latente leer kan verstaan word daardie aangeleerde inhoude wat soms dormant is en eers tot uitvoering gebring word wanneer dit nodig is (Hergenhahn, 1972:305).

#### **4.4 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Tolman se begrip van 'n kognitiewe kaart wat gegeneer word as gevolg van die leerling se ervaring en visualisasie het besliste didaktiese implikasies vir die onderwyser. Sorg moet deur die onderwyser gedra word dat die leerling genoegsaam met werk op 'n konkrete vlak en voorstellingsvlak omgaan ten einde so 'n kognitiewe kaart te kan genereer om hom in staat te stel om hierdie gevisualiseerde beeld so te kan manipuleer ten einde tot sinvolle probleemoplossing te kom. Die onderwyser moet die leerling

spesifiek bewys maak van die bestaan van die kognitiewe kaart en telkens by probleemoplossing daarna verwys.

By die opstel van 'n rekeneprogram is dit belangrik om kennis te neem van Tolman se kognitiewe kaart wat deur middel van hipoteses tot stand gebring word. Die leerling kan op grond van sy ervarings met wiskunde-apparaat op 'n konkrete vlak, 'n visuele beeld of 'n kognitiewe kaart tot stand bring wat hy by die oplossing van wiskunde probleme weer inskakel.

## **5 BANDURA A.**

Die konsep van navolging en nabootsing is baie oud, maar Bandura (1925 - ) beklemtoon weer eens die waarde en rol wat dit in die aanleer van vaardighede speel.

### **5.1 AARD VAN TEORIE**

Sosiale leerteorie.

### **5.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Hoewel Bandura toegee dat kognitiewe vaardighede perke stel op wat kinders kan aanleer deur waarneming, gee hy nie baie aandag aan hierdie feit nie. Sy teorie maak ook nie genoegsaam voorsiening vir die feit dat die kognitiewe struktuur en ontwikkelingsvlak van die kind die waarnemingsakt beïnvloed nie, met ander woorde dit wat nagevolg word, en hoe dit wat waargeneem is, nagevolg word (Crain, 1985:242).

### 5.3 LEER

Bandura is van mening dat wanneer nuwe gedrag aangeleer word deur waarneming alleen, kognitiewe leer plaasvind (Crain, 1985:228). Volgens hom vind leer dan ook vinniger plaas. Deur waarneming word ook die gevolge van nuwe gedrag geleer, Bandura noem dit plaasvervangende versterking, wat ook 'n kognitiewe proses is. Hy verdeel die waarnemingsleerakt in vier subprosesse:

- \* Aandaggeeprosesse: Waarneming kan nie plaasvind tensy aandag gegee word aan dit wat waargeneem word nie. Die keuse van dit wat waargeneem word hang af van die behoeftes en belange van die waarnemer. Interessant is dit om te let op die feit dat Sonnekus en Ferreira (1981:112-115) ook aanvoer dat 'n kind waarneem wanneer hy aandaggee aan dit waarvan hy bewus word en dat aandaggee 'n leerwyse is wat alle kennende leer vergesel.
- \* Retensieprosesse: Retensie vind, volgens Bandura, hoofsaaklik plaas deur middel van verbale kodes en deur beelding. Hierdie beelding toon ooreenkoms met Tolman se 'kognitiewe kaart' en Sonnekus en Ferreira se beskrywing van voorstelling as deel van die leerakt. Bandura beweer egter dat retensie met behulp van verbale kodes meer suksesvol is en dat kleiner kinders wat meer geneig is om uitsluitlik op visuele beelde staat te maak, ook geleer moet word om te verbaliseer.
- \* Motoriese reproduksieprosesse: Responspatrone kan deur waarneming aangeleer word, hoewel die motoriese uitvoering

van wat aangeleer is deur waarneming, dikwels eers geoefen moet word voordat dit motories uitgevoer kan word. Die uitvoering van wat aangeleer is hang ook af van, onder andere, die motoriese vaardigheidsvlak van die leerder (Hergenhahn, 1982:334, Crain, 1985: 229).

- \* Versterking en motiveringsprosesse: Bandura onderskei tussen die aanleer van nuwe response en die uitvoering van nuwe response. Die uitvoering van nuwe response hang af van eksterne versterking, plaasvervangende versterking en innerlike versterking (Crain, 1985:229).

Bandura staan ten opsigte van sy teorie van leer deur waarneming, so te sê in direkte kontras met teoretici soos Piaget, wat 'n geweldige premie plaas op die omgaan met konkrete voorwerpe ten einde leer suksesvol te laat plaasvind.

#### **5.4 LEERMISLUKKING**

Leermislukking is moontlik wanneer kinders, wat volgens Bandura leer deur navolging en nabootsing van modelle, negatiewe modelle naboots. So kan waargenome negatiewe, afwysende omgaan met syfers van 'n ouer of 'n onderwyser nageboots en nagevolg word, en vir 'n kind die verskil tussen sukses en mislukking in sy hante - ring van syfers beteken. Dit is belangrik dat opvoeders kennis sal neem van die verantwoordelikheid wat op hulle rus om te alle tye navolgingswaardige modelle te wees. Navorsing het ook bewys dat geweld op televisie aggressie by veral jong kinders verhoog as gevolg van die feit dat hulle die waargenome gewelddadige

gedrag van die aggressors modelleer (Crain, 1985:240).

## **5.5 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Volgens Bandura bestaan daar 'n noue verband tussen dit waaraan aandag gegee word en die behoeftes en belange van die leerling. Dit is dus van groot belang dat leerstof 'n vertrekpunt sal hê in die leefwêreld van die leerling en dat die aanbieding van die leerstof op die begripsvlak van die leerling sal wees. Hoewel Bandura nie die waarde van beelding by retensie ontken nie, beveel hy aan dat veral kleiner kinders geleer sal word om ook te verbaliseer ten einde retensie te verhoog. Die kwaliteit van leeruitkomste is dan ook die resultaat van eksterne en interne versterkings- en motiveringsprosesse.

Kognitiewe ontwikkelingsteoretici is van mening dat Bandura se teorie te veel klem op die model wat waargeneem word lê, en te min aandag aan die kognitiewe ontwikkelingsvlak van die waarnemer gee (Crain, 1985:241). Tog is dit in die opvoedingsituasie van groot belang dat die model, in hierdie geval die onderwyser, wat waargeneem word en sodoende 'n aandeel het in die vorming van die leerling wat hom waarneem, positief en entoesiasties sal wees ten opsigte van rekenaktiwiteite en dat hy deurlopend ordelik en geordend met syfers sal omgaan ten einde die wetmatigheid van syferbewerkings vir die leerling 'n werklikheid te maak.

Vir die doel van hierdie studie is dit van groot belang dat Bandura bo en behalwe die gevisualiseerde kognitiewe kaart, soos ook deur Tolman voorgestaan, klem laat val op die feit dat die

leerling ook moet verbaliseer, waardeur retensie van dit wat geleer word, versterk word.

## **6 WERTHEIMER M.**

Wertheimer (1880 - 1943) se werk is vir die doel van hierdie studie van groot belang, aangesien hy die aard van probleemoplossing en tegnieke vir die onderrig daarvan, nagevors het.

### **6.1 AARD VAN TEORIE**

Leerteorie

### **6.2 LEER**

Hy vergelyk verskille tussen die waarde van memorisering sonder insig, en probleemoplossing gebaseer op ware begrip van die onderliggende aard van die probleem, met mekaar. Memorisering, volgens Wertheimer, is rigied, word gou vergeet en het 'n beperkte toepassingsmoontlikheid. Leer, gegrond op insig in die onderliggende aard van die probleem, word deur die leerder self gegeneer, kan veralgemeen word en word lank onthou (Hergenhahn, 1982:266). Om tot insig en begrip van 'n probleem te kom, word die emosies, houdings, persepsies asook die intellek van die leerder betrek. Volgens Wertheimer moet die leerder nie logika of assosiasie gebruik om tot probleemoplossing te kom nie, maar moet hy op 'n kognitiewe vlak die komponente van die probleem rangskik en herrangskik totdat 'n oplossing gegrond op begrip bereik word (Hergenhahn, 1982:270 en Farnham-Diggory, 1972:110).

### **6.3 LEERMISLUKKING**

Volgens Wertheimer kan ontoereikende leer plaasvind as te veel klem op memorisering geplaas word in plaas van op die basiese begrip van die onderliggende probleem. Hy voer verder aan dat tradisionele onderrigmetodes begrip inkort. Waar die belangrikheid van logika te veel beklemtoon word, word reëls deduktief sowel as induktief afgelei, en volgens Wertheimer bevorder die gebruik van reëls nie probleemoplossingsvaardighede nie. Eerder as om reëls te implimenteer moet die leerling die komponente van die probleem kognitief rangskik, en herrangskik totdat 'n oplossing gevind word. Nog 'n leermetode wat volgens Wertheimer nie bevorderlik vir goeie insig en begrip is nie, is die gebruik van assosiasiemetodes (Hergenhahn, 1982:267-268).

### **6.4 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Wertheimer se uitgangspunt dat memorisering rigied is, gou vergeet word en beperkte toepassingsmoontlikhede het, is van uiters-te belang by die ontwerp van 'n rekeneprogram. Hy ondersteun die uitgangspunt dat 'n leerling deur middel van rangskikking van die komponente, in hierdie geval die getalfeite, op 'n kognitiewe vlak, tot insig, begrip en kennis van die getalfeite sal kom. Tradisionele onderrigmetodes maak grootskaals voorsiening vir die aanleer van getalfeite deur gebruikmaking van memorisering, wat tot gevolg het dat die leerlinge oor gememoriseerde kennis beskik wat beperkte toepassingsmoontlikhede het. Ook die feit dat Wertheimer van mening is dat gebruikmaking van assosiasiemetodes nie

bydra tot insig en begrip nie, is van groot belang in die didaktiese situasie waar onderwysers en leerlinge dikwels van hierdie metode gebruik maak om inhoude te memoriseer.

## **7 VYGOTSKY L.S.**

Die Russiese psigoloog, Vygotsky (1896 - 1934) lê klem op die dinamiek van die leerakt by kinders en het 'n groot invloed uitgeoefen op die Russiese opvattinge oor denke en leer en ook oor onderwys en kognitiewe ontwikkeling (De Wet et al., 1981: 93).

### **7.1 AARD VAN TEORIE**

Kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorie.

### **7.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Vygotsky wys op die verband tussen maturasie en leer. In teenstelling met Piaget, wat ontwikkeling as 'n feitlik outonome proses beskou wat feitlik sonder die tussenkoms van leer kan plaasvind, huldig Vygotsky die standpunt dat leer ontwikkeling moet voorafgaan. Volgens hom volg ontwikkeling op leer soos 'n skaduwee die voorwerp wat dit veroorsaak. Hy onderskei tussen twee wordingsvlakke by 'n kind. Die eerste vlak is die ware wordingsvlak, dit is die resultaat van voltooide wordingsiklusse en is wat ons meet as ons 'n kind se verstandsouderdom bepaal. Die tweede vlak is die vlak van potensiële wording, wat die vermoë van die kind is om in samewerking met ander (volwassenes of meer

bedrewe portuurgroepede) tot oplossings te kom. Die gaping tussen die ware en potensiële wordingsvlakke word deur Vygotsky 'sone van naaste ontwikkeling' genoem en hierdie sone is 'n aanduiding van watter leerinhoude die leerling volgende gereed is om te bemeester. Wanneer die onderwyser die kind leer op die ware wordingsvlak word die 'gister' van die kind geleer, maar wanneer die leer op die vlak van potensiële wording plaasvind, word die kind se toekomstige wording aangespreek en maak ons hom weerbaar om sy toekoms op sy eie te oorwin (Sutton in Meadows, 1983:196 en De Wet et al., 1981:93).

### 7.3 LEER

Vygotsky voer aan dat dit van geen waarde is om konsepte slegs aan kinders mee te deel nie, dan is dit gelykstaande aan leë verbalisme en 'n te groot klem word dan op memorisering gelê. Gesimuleerde kennis van konsepte is die gevolg van hierdie metode, wat dan eintlik 'n konseptuele vakuum verdoesel. Om die kind te help met die assimilasië van nuwe konsepte, moet die onderwyser die kind aan gekontroleerde ervarings blootstel vanuit sy eie ervaringswêreld, waarna die kennisveld kan uitkring na die onbekende. Die basiese konsep van Vygotsky se teorie is mediasie (begeleiding). Hy het 'n stimulus, 'n respons en mediërende (begeleidende) skakel gebruik (S-X-R), waar die individu aktief betrokke is by die verandering van die stimulusituasië as deel van sy reaksie daarop (Naudè et al., 1987:30-32). Leer is vir Vygotsky dus ook die verinnerliking van eksterne waarneembare handelinge (De Wet et al., 1981:94).

By 'volwasse leiding' gebruik Vygotsky die term mediasie. Die konsep van mediasie beklemtoon die histories-kulturele bydrae tot kognitiewe ontwikkeling en veral die rol van taal. Feuerstein baseer groot gedeeltes van sy teorieë op dië van Vygotsky (Naudè et al., 1987:33).

#### **7.4 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

As ons na Vygotsky se standpunt met betrekking tot kognitiewe ontwikkeling kyk, is dit duidelik dat dit die taak van die onderwyser sal wees om dit wat in die sone van naaste ontwikkeling is, tot selfstandige kennisbesit van die kind te maak en om kognitiewe ontwikkeling te stimuleer deur by die kind steeds weer 'n nuwe sone van naaste ontwikkeling te skep (De Wet et al., 1981:93). In die praktyk kom dit daarop neer dat die onderwyser ten volle op hoogte moet wees van elke leerling se ware en potensiële wordingsvlakke (vermoëns en moontlikhede), en dat daar dan deur middel van differensiasie voorsiening vir individuele vlakke gemaak sal word.

Vygotsky sluit by Piaget, Feuerstein en Bruner aan in sy kontensie dat die kind aan ervarings blootgestel moet word waardeur sy ervaringsveld uitgebrei moet word na die onbekende. Dit sal dus die taak van die onderwyser wees om deur middel van gekontroleerde ervarings die kind te lei tot sinvolle ontdekkings ten einde sy kennisveld te laat uitkring. Vygotsky se siening van die rol van 'n begeleier as skakel tussen die leerstof en die leerder word bevestig deur Sonnekus en Ferreira (1981:202-204) wat tussen kognitiewe begeleiding sowel as affektiewe begeleiding deur

'n volwassene onderskei.

## **8 FEUERSTEIN R.**

Reuven Feuerstein het onder Piaget en Rey gestudeer en is veral bekend vir sy werk op die gebied van kognitiewe potensiaal en funksionering van kinders en adolessente wat na Israel geïmmigreer het.

### **8.1 AARD VAN TEORIE**

Teorie van kognitiewe veranderbaarheid

### **8.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Feuerstein postuleer dat kognitiewe tekorte by die kind nie noodwendig voortspruit uit swak genetiese oorerwing of organiese gebreke nie. Dit is meer die gevolg van die afwesigheid, gebrek aan of ontoereikendheid van volwassene-kind interaksie (Feuerstein, 1979:70). Volgens Feuerstein is intelligensie dus die gevolg van interaksie tussen die kind en die omgewing met of sonder 'n volwassene as 'n begeleier. As intelligensie volgens hom die somtotaal van 'n kind se leer is, en leer bestaan daaruit om verander te word, dan sal die spoed en akkuraatheid waarmee die verandering plaasvind, as daar gepoog word om 'n verandering te weeg te bring, 'n korrekte aanduiding van verstandsmoontlikheid wees (Feuerstein, 1979:50).

### 8.3 LEER

Feuerstein beweer dat leer op twee maniere kan plaasvind. Eers- tens, deur direkte ervaring van die werklikheid en tweedens, deur begeleide leerervarings ("Mediated Learning Experience"), waar 'n volwassene doelbewus tussen die kind en die werklikheid intree en sy leerervarings rig deur middel van ordening, klassifikasie, seleksie, reduksie, ensovoorts (Feuerstein, 1980:15; Naudè et al., 1987:61; Grossman, 1986:21). Hier vind sy teorie aansluiting by Sonnekus en Ferreira (1981:202-204) se siening van volwassebegeleiding op affektiewe sowel as kognitiewe vlakke. Die modaliteit van leer as 'n funksie van direkte ervaar, hou verband met die stimulus-respons formule van die leerteorieë, asook die teorieë van Piaget.

Deur die proses van begeleide leerervarings word die kognitiewe struktuur van die kind verander en word hy toegerus met kognitiewe strategieë wat hom in staat stel om die werklikheid tot 'n groter mate te omstel tot 'n geordende, begryplike wêreld. Die kind word dus toenemend kognitief veranderbaar. Hoe vroeër hy blootgestel word aan begeleide leerervarings, hoe gouer sal hy in staat wees om die direkte ervaring van die werklikheid as grootste bron van leerstof te ontgin (Feuerstein, 1980:16). Waar Piaget se benadering een is van stimulus-organisme-respons (S-O-R), kan Feuerstein se teorie voorgestel word as stimulus-menslike begeleier-organisme-respons (S-M-O-R). Volgens Piaget is menslike begeleiding nie essensiëel vir kognitiewe wording nie, maar is dit slegs een van talle direkte bronne van inligting in die onmiddellike ervaringswêreld van die kind. Feuerstein

beskryf leer as 'n verandering, na blootstelling aan of ervarings met die werklikheid, in teenstelling met leer as gevolg van veranderinge as gevolg van wording (Grossman, 1986:21).

#### **8.4 LEERMISLUKKING**

Volgens Feuerstein (1979:58-60; vergelyk Naudè, 1987:64), is die primêre oorsaak van leergebreke, 'n gebrek aan begeleide leer. Hy beweer dat genetiese faktore, wordingsvlakke, sosiokulturele faktore of affektiewe stand nie noodwendig kognitiewe gebreke tot gevolg behoort te hê nie, indien genoegsame begeleide leerervarings voorsien word.

Feuerstein identifiseer funksietekorte wat verwant is aan, en help om, voorvereistes vir kognitiewe denke en leer te identifiseer. Hierdie funksietekorte voorsien 'n wyse van begrip en diagnostisering van die oorsake van 'n individu se lae waarneembare vlak van prestasie. Hy verdeel die funksietekorte in vier kategorieë, te wete:

##### **8.4.1 Belemmering van kognisie op die invoerfase**

Hierdie fase sluit alle probleme in verband met die kwantiteit en kwaliteit van data wat ingesamel word deur die individu as hy die aard van 'n probleem begin insien en oplos in, onder andere:

- Onplanmatige, impulsiewe en onsistematiese gedrag.
- Gebrek aan of ontoereikende verbaal-reseptiewe toerusting en konsepte wat diskriminasie beïnvloed.

- Gebrek aan of ontoereikende ruimtelike oriëntering.
- Gebrek aan of ontoereikende behoud van hoeveelhede van faktore soos grootte, vorm, hoeveelheid, ensovoorts.
- Gebrek aan vermoë om twee of meer informasiebronne tegelyk te oorweeg.
- Gebrek aan of gebrekkige behoefte aan akkuraatheid en noukeurigheid by data-insameling.

#### **8.4.2 Belemmering van kognisie op die uitbreidingsfase**

Hier word faktore ingesluit wat die individu verhoed om doeltreffend gebruik te maak van data tot sy beskikking, onder andere:

- Ontoereikende ervaring van die bestaan van 'n werklike probleem en die daaropvolgende definiëring daarvan.
- Onvermoë om relevante leidrade by die definiëring van 'n probleem te selekteer.
- Episodiese greep op die werklikheid.
- Gebrek aan of ontoereikende internalisering.
- Gebrek aan of ontoereikende beplannende gedrag.
- Gebrek aan of ontoereikende strategieë vir hipotesetoetsing.
- Begrensde verstandsterrein.
- Brei nie uit op sekere kognitiewe kategorieë nie weens 'n gebrek aan ekspressiewe taal.

#### **8.4.3 Belemmering van kognisie op die uitvoeringsfase**

Faktore wat lei tot ontoereikende oordrag van die uitkoms van die uitbreidingsfase word hier ingesluit. Moontlike tekorte is:

- Probeer-en-tref response.
- Blokkering.
- Gebrek aan of ontoereikende verbale toerusting om uitgebreide response doeltreffend oor te dra.
- Gebrek aan of ontoereikende behoefte daaraan om akkuraat en doeltreffend response oor te dra.
- Impulsiewe, aanstellerige gedrag.

#### **8.4.4 Affektief-motiverende faktore**

Hierdie faktore kan negatief kombineer om sodoende die ingesteldheid van die kultureel-minderbevoorregtes te beïnvloed. Dit is bevind dat die laer klas kinders vreemdes minder vertrou, minder selfvertroue het, minder kompetierend op 'n intellektuele vlak is en meer irriteerbaar is. Hierdie ingesteldhede kan die algemene betrokkenheid met kognitiewe take soos vereis word by akademiese studies, toetse en situasies in die werklike lewe beïnvloed.

#### **8.5 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Feuerstein se teorie het aansienlike didaktiese implikasies vir die onderwyser wat die kind se begeleier in die sekondêre opvoedingsituasie van die skool is. Dit is duidelik dat die onderwyser doelbewus tussen die kind en die werklikheid, in hierdie geval die leerinhoud, moet intree en sy leerervarings moet rig. Die onderwyser moet hom begelei tot klassifisering, ordening, reduksie en seleksie van die werklikheid - vergelyk Sonnekus en Ferreira (1981:204) se kognitiewe begeleiding deur 'n volwassene. By die onderrig van getalfeite sal dit dus nodig wees dat die

onderwyser die kind sal begelei tot analisering van die feite, klassifisering van die getalfeite volgens strategieë en ordening volgens 'n hierargiese struktuur.

Aangesien die kind ook, volgens Feuerstein, leer deur direkte ervaring van die werklikheid, het die onderwyser weer eens die verantwoordelikheid om die kind te voorsien van genoegsame leer-ervarings. By wiskunde-onderrig kan dit beteken dat daar genoegsame konkrete hulpmiddels beskikbaar sal wees wat die kind kan manipuleer en hanteer sodat daar interaksie tussen hom en sy omgewing sal wees. Sodoende word die kognitiewe struktuur van die kind verander en ontwikkel hy self strategieë wat hom in staat sal stel om sy leerwêreld te omskep tot 'n geordende, wetmatige leerwêreld.

Die onderwyser moet homself ten doel stel om funksietekorte wat 'n lae prestasievlak by die kind veroorsaak, te identifiseer en op te hef. Hierdie funksietekorte kan informeel deur middel van waarneming, gesprek en die verkenning van die kind se denkstrategieë met behulp van verbalisering, vasgestel word.

By vasgestelde funksietekorte op die invoerfase sal die onderwyser dan die kind ondersteun om sy onplanmatige, impulsiewe gedrag te kontroleer en meer planmatig en akkuraat te werk. Baie kinders moet spesifiek geleer word om hulle gedagtes te kontroleer om sodoende kognitief met getalfeite om te gaan. Daar moet ook seker gemaak word dat die kind met ontoereikende verbaal-reseptiewe toerusting behoorlik verstaan en aan hom bystand verleen word by die interpretasie van meer as een informasiebron op 'n

spesifieke tydstep. Hierdie funksietekort is dikwels baie duidelik by die kind se hantering van woordsomme, waar hy deur middel van konkrete apparaat, kleurkodering en die omkringing van tersaaklike getalfeite gelei moet word tot gelyktydige hantering van meer as een informasiebron.

By vasgestelde funksietekorte op die uitbreidingsfase sal die onderwyser die kind bystaan om probleme te identifiseer, te definiëer, leidrade by die definiëring te selekteer en leidrade vir hipotesetoetsing vas te stel. Hierdie funksietekorte kan veral vasgestel word wanneer die kind sy metakognitiewe denke verbaliseer terwyl hy sy getalbewerkings doen. Die onderwyser kan deur middel van induktiewe en deduktiewe metodes die kind lei om toepaslike kognitiewe strategieë in te skakel by die oplossing van getalprobleme. Hierdie kinders moet ook gehelp moet word om feite te internaliseer, gedrag te beplan en hulle ervaringsbesit uit te brei.

Die onderwyser se taak na vasstelling van funksietekorte op die uitvoeringsfase sal wees om die kind wat met probeer-en-tref response tot probleemoplossing wil kom, te lei tot die gebruik van suksesvolle strategieë. Blokkerings wat dikwels lei tot affektiewe labiliteit, en in die geval van wiskunde, dikwels tot wiskunde-angs, kan deur die onderwyser opgehef word deur die genotsaspek van syferbewerkings by die kind te beklemtoon, self entoesiasies met getalle om te gaan en die kind te wys op die wetmatigheid van die getalsisteem.

## **9 BRUNER J.S.**

Jerome S Bruner (1915 - ) is 'n betekenisvolle kognitiewe teoretikus wat aan sowel die teorie as die didaktiese implikasies van sy teorie aandag gee.

### **9.1 AARD VAN TEORIE**

Leer- en onderrigteorie

### **9.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Hoewel Bruner soms van Piaget verskil, erken hy ook die bestaan van ontwikkelingsfases en verskillende wyses van inligtingverwerking op verskillende stadia van ontwikkeling by die kind. Die fases is: die enaktiewe of sensories-motoriese waar leer deur aktiwiteite geskied; die ikoniese, wat gedomineer word deur persepsie en konkrete voorstellings, asook die abstrakte of simboliese waar die werklikheid deur middel van taal verteenwoordig word (Hamilton & Vernon, 1979:511 en De Wet et al., 1981:106). Volgens Bruner is taalontwikkeling uiters beduidend in die leerproses. Taal dra by tot kommunikasie en abstrahering, en vergemaklik die verkryging van kennis en effektiewe probleemoplossing (Holmes, 1985:9).

### **9.3 LEER**

Bruner beskryf leer as die herrangskikking of transformering van inligting op so 'n wyse dat daar verder as die gegewe inligting

gegaan kan word om nuwe insigte te bekom (De Wet et al., 1981: 108). Volgens hom is konsepte en beginsels die basis van insig. Hy glo dat 'n kind basiese strukture en beginsels geleer moet word wat uit fundamentele idees, verwantskappe of patrone bestaan, wat dit dan vir die kind makliker sal maak om te verstaan, te onthou en op ander inhoude toe te pas. Indien ware insig getoon word, sal die leerling sy eie strategieë genereer. Die leerling kan 'n verskeidenheid oplossings gebied word, hy moet dan op 'n induktiewe wyse die onderliggende reëls en beginsels aflei. Volgens Bruner moet die kind ervaring op die enaktiewe, ikoniese sowel as die simboliese modi kry.

Hy gee ook baie aandag aan motivering en glo dat die intrinsieke motivering van die kind soos geopenbaar in nuuskierigheid, 'n begeerte tot bedrewenheid, roldidentifikasie en interaksie met ander deur die onderwyser gebruik moet word om die kind se wil om te leer en te presteer aan te moedig (Holmes, 1985:10 en Naudé et al., 1987:70-71).

Bruner beklemtoon ook die feit dat die leerling wat kennis verwerf, nie 'n passiewe ontvanger van leerstof moet wees nie, maar 'n aktiewe agent wat meewerk. Wanneer die kind aktief besig is om kennis te verwerf, bring hy die inkomende inligting in verband met sy reeds bestaande psigologiese inligtingsraamwerk van voorkennis. Sy voorkennis maak dus ware leer moontlik (De Wet et al., 1981:108).

#### **9.4 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Van besondere belang vir wiskundiges is Bruner se teorie dat leer in essensie konsepformasie is. Ons het, volgens hom, 'n voorraad geestesbeelde nodig ten einde abstrakte begrippe te kan vorm - vergelyk Sonnekus en Ferreira (1981:122) se siening van voorstelling as deel van die leerakt. Ons bou konsepte deur middel van drie modi, naamlik, die enaktiewe modus (sluit fisieke ervarings, byvoorbeeld stap op 'n makrogetallelyn en hantering van konkrete wiskunde-apparaat in), die ikoniese modus (waar onder andere van uitbeeldings en manipulasie van voorstellings van konkrete objekte gebruik gemaak word) en die simboliese modus (waar gesproke taal en geskrewe simbole op 'n abstrakte vlak gebruik word) (Liebeck, 1984:241; Farnham-Diggory, 1972:71 ; Lunt in Meadows, 1983:96 ;Thornton, 1983:85).

Bruner se onderrigteorie dui op vier sake wat onderwysers in gedagte moet hou, naamlik:

- \* Kinders is gepredisponeer tot die leerakt. Die onderwyser het die taak om hulle natuurlike leergierigheid te kanaliseer in begeleide leerervarings deur hulle byvoorbeeld bloot te stel aan wiskundige beginsels op die enaktiewe of ikoniese vlak en hulle dan te begelei tot die aflei van strategieë of beginsels.
- \* Leerstof moet op so 'n gestruktureerde wyse aan kinders gebied word dat die onderliggende konsepte maklik deur die kinders self geïdentifiseer en geverbaliseer kan word. Optel-fekte word dan deur die onderwyser in strategiegroeperings gestruktureer, en so aangebied dat die kind dit self kan

identifiseer en toepas.

- \* Die volgorde van aanbieding van leerstof het 'n invloed op die gemak waarmee kinders leerstof aanleer. Bruner stel 'n spirale kurrikulum voor, waar leerstof eers op 'n baie elementêre vlak aangebied word om dan later dieselfde leerstof op 'n meer gevorderde vlak aan te bied. Die basiese optel-feite tot by getal 20 sal dan eers ingeoefen word om dan later dieselfde strategiebeginsels op hoër getalgebiede toe te pas.
- \* Aangaande motivering en beloning, meen Bruner dat daar vir kinders doelwitte en doelstellings gestel moet word, hulle moet die gebruikswaarde van die leerstof, in hierdie geval getalfeite, kan insien. Intrinsieke bevrediging is die belangrikste beloning vir die leerakt (Liebeck, 1984:242).

## **10 AUSUBEL D.P.**

Ausubel is 'n kognitiewe leerpsigoloog wat hom ten doel stel om die innerlike samehang tussen mens se kognitiewe struktuur aan die eenkant en die leerstof aan die ander kant van nader te bekyk.

### **10.1 AARD VAN TEORIE**

Leerteorie

### **10.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Ausubel is nie 'n voorstander van òf die tabula rasa-benadering waar die omgewingsinvloede beklemtoon word in die kognitiewe ontwikkeling van die kind nie òf die pre-deterministiese standpunt waar die faktor wat oorerwing speel beklemtoon word nie. Hy stel die standpunt dat die interaksionêre benadering, bekend as die konvergensieleer waar die bydrae van beide die omgewing sowel as oorerwing erken word, meer aanvaarbaar is. Hy noem ook dat sekere psigo-sosiale eienskappe by die kind ontwikkel as gevolg van konvergensie en interafhanklikheid van die twee reekse faktore (Sonnekus & Ferreira, 1981:175).

### **10.3 LEER**

Ausubel het ten doel gehad om 'n leerteorie te ontwikkel wat spesifiek relevant sou wees vir skoolse leer en moes derhalwe as 'n teorie van onderwys gefundeerd wees op 'n leerteorie (De Corte et al., 1983:235). Volgens Ausubel word nuwe sinvolle idees geleer deurdat dit in die reeds bestaande kognitiewe struktuur (struktuur van relevante voorkennis) van die leerling gesubsumeer word. Subsumering is die inkorporering van nuwe leerstof by die kind se reeds bestaande kognitiewe struktuur - vergelyk met akkommodasiebegrip van Piaget (Copeland, 1979:371) en ook met Sonnekus en Ferreira (1981:131) se siening dat dit wat die kind leer geïntegreer word as deel van sy ervaringsbesit. Die leerling se bestaande voorkennis is dus van deurslaggewende belang by sinvolle verbale leer, retensie van leerstof en probleemoplossing (De Wet et al., 1981:103).

In teenstelling met van die ander teoretici, is hy van mening dat

kinders meer deur leerstofontvangs as deur selfontdekking leer. Volgens hom moet die leerstof op 'n georganiseerde, opeenvolgende en afgeronde wyse aan die leerlinge deur die onderwyser aangebied word. Ausubel noem dit 'eksposisie-onderrig'. By hierdie vorm van onderrig vind heelwat interaksie tussen leerling en onderwyser plaas en word baie van voorbeelde op 'n voorstellingsvlak gebruik gemaak. Verder is dit deduktief van aard aangesien algemene konsepte eers aangebied word waaruit die meer spesifieke konsepte dan afgelei word. Dit is ook tot 'n groot mate sekwen-siëel van aard aangesien sekere stappe in die lesaanbieding ge-volg moet word (Naudè et al., 1987:69).

Ausubel onderskei dan ook tussen groepe faktore wat leer beïn-vloed naamlik:

Kognitiewe faktore, waaronder aspekte soos

- kognitiewe struktuurveranderlikes by leerlinge
- stadium van kognitiewe ontwikkeling
- die intellektuele vaardighede van leerlinge
- oefening

Affektief-sosiale faktore, waaronder:

- motivering en houding van leerling
- persoonlikheidsfaktore soos openheid, angs en aanpassingsvermoë
- groeps- en sosiale faktore
- Eienskappe van die leerkrag, byvoorbeeld, kognitiewe eienskappe, kennis van leerstofinhoud, didaktiese vaardighede en karaktereienskappe (De Corte et al., 1983: 236-237).

#### 10.4 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE

Ausubel se 'eksposisie-onderrig' waar die kind uitsluitlik deur middel van leerstofontvangs geleer word, plaas 'n geweldige verantwoordelikheid op die onderwyser, aangesien hy nou die enigste skakel tussen die kind en die leerinhoud is. Afgesien van die feit dat van hom verwag word om dit op 'n georganiseerde, opeenvolgende en afgeronde wyse aan te bied, sal die onus geheel en al op die onderwyser rus om die leerstof self te orden, te klassifiseer en die kind op ooreenkomste en verskille te wys. Die gevaar in die uitsluitlike gebruik van hierdie tipe onderrig is dat die kind homself nie altyd as medeverantwoordelik vir die leerakt sal beleef nie en makliker belangstelling kan verloor. Die onderwyser is weer eens die een wat moet sorg dra dat heelwat interaksie tussen kind en onderwyser plaasvind.

'n Uiteraars positiewe bydrae van hierdie studie is die feit dat Ausubel by die faktore wat hy onderskei wat leer beïnvloed, aansluit by Piaget, deur gewag te maak van die feit dat die stadium van ontwikkeling en kognitiewe struktuur van die leerling 'n groot rol speel, en dat die onderwyser die kognitiewe stand van die kind in aanmerking moet neem by sy lesaanbieding.

Ook in aansluiting by Piaget beklemtoon Ausubel die belangrikheid van die aard en omvang van die voorkennis waaroor die kind moet beskik om subsumering meer suksesvol te laat plaasvind. Dit is belangrik dat die onderwyser sal kennis neem van die stand van voorkennis waaroor die kind beskik aangesien, volgens Ausubel, enige leer onmoontlik is as dit nie op een of ander manier deur

die bestaande kognitiewe struktuur beïnvloed word nie. Daar kan byvoorbeeld dan nog nie van 'n kind verwag word om optelbewerings te doen as hy nog nie kan tel nie.

Onderwysers moet kennis neem van die feit dat Ausubel ook affektief-sosiale faktore wat 'n rol kan speel by leer identifiseer. Dit beklemtoon weer eens die feit dat die rol van die onderwyser nie slegs daaruit bestaan om feite oor te dra nie, maar dat hy hier inderdaad met 'n affektief-sosiale wese te doen het wie se effektiewe leer ook afhang van motivering, persoonlikheids-eienskappe (syne en dié van die onderwyser) en sosiale faktore.

Ausubel se eksposisie-onderrig is vir die onderrig van leerlinge met leerprobleme baie bruikbaar aangesien daardie leerlinge selde oor suksesvolle kognitiewe strategieë beskik, en Ausubel dan aanbeveel dat die onderwyser die reeds gestruktureerde, geklassifiseerde, geordende leerstof wat reeds volgens strategieë ingedeel is, aan die leerling moet bied. By die onderrig van die optelbewerking sal dit dan beteken dat die optelfeite vooraf deur die onderwyser ingedeel word volgens strategieë en dat dit dan so aan die leerling onderrig sal word. As kritiek teen Ausubel se onderrigteorie kan veral genoem word dat die uitsluitlike aanbieding van die leerstof op 'n voorstellingsvlak glad nie aanvaarbaar vir leerlinge wat nog op Piaget se konkreet-operasionele vlak is nie en veral vir die aanleer van aanvangswiskunde is dit van kardinale belang dat leerlinge ervarings met konkrete apparaat sal hê.

## 11 GAGNÉ R.M.

Robert M. Gagné (1916 - ) is 'n vooraanstaande opvoedkundige van Amerika wie se sienings 'n groot invloed gehad het op teorieë in verband met die aanleer van wiskunde.

### 11.1 AARD VAN TEORIE

Kognitiewe leerteorie.

### 11.2 LEER

Gagné definieer leer as 'n verandering in die vermoë, aanleg of gesteldheid van 'n mens wat vir 'n lang tyd volgehou kan word en wat nie bloot aan groei toegeskryf kan word nie. Om vas te stel wat leer is, identifiseer hy vyf tipes vermoëns wat aangeleer kan word en die voorwaardes waaraan voldoen moet word vir die doeltreffende aanleer van hierdie vermoëns (De Wet et al., 1981:66):

\* Intellektuele vaardighede ('knowing how')

Hier word verwys na die vermoë om op 'n indirekte wyse deur middel van simbole met die omgewing te handel, veral word gedink aan taalsimbole en wiskundesimbole. Die leerder maak gebruik van berekeninge en denkpatrone om probleme op te los. Gagné kom dan ook tot die gevolgtrekking dat intellektuele vaardighede in subgroepe ingedeel kan word wat weer soos volg in 'n hiërargiese volgorde gerangskik kan word (De Wet et al., 1981:67; Naudè et al., 1987:76; Farnham-Diggory, 1972:85; Barron, 1979:7):

Sinjaalleer: Hierdie tipe leer is nie streng gesproke kognitiewe leer nie, dit gaan hier oor houdings, byvoorbeeld wiskunde-angs waarvan kennis geneem moet word voordat leer en herleer begin.

Stimulus-responsleer: By wiskunde sien ons hierdie leer wanneer 'n kind getalname en die name van vorms kan sê maar nie noodwendig die betekenis daarvan weet nie.

Kettingleer: Wanneer 'n kind die getalname aan hoeveelhede kan koppel, tussen getalle kan onderskei en hulle in die korrekte volgorde kan rangskik, hy positiewe terugvoer kry en hy dit oor en oor oefen, vind kettingleer plaas.

Diskriminasieleer: By wiskunde behels hierdie leer die vermoë om te onderskei tussen 3 en E, 5 en S, 2 en Z, 6 en 9, tussen euklidiese vorms, bewerkingstekens (+, x, -, -) en tussen munte.

Die leer van beginsels en begrippe: Nou leer die kind kategoriseer in groepe wat ooreenkomste toon. Hy leer ook beginsels deur heelparty voorwerpe of getalfeite waar te neem en hulle gemeenskaplike eienskappe raak te sien. 'n Kind kan aan 'n klomp getalfeite blootgestel word en van hom verwag word om hulle volgens ooreenkomste te groepeer.

Die leer van reëls: Hierdie leervorm kom baie in die skool-situasie voor en behels die leer van reëls en definisies wat

berus op reeds bestaande kennis van sekere basiese begrippe. Die ontdekking en gebruik van reëls en beginsels is 'n baie belangrike aspek in die aanleer van getalfeite.

Oplossing van probleme: Wiskunde-aktiwiteite by hierdie vorm van leer behels die gebruik van die begrippe, beginsels en reëls wat reeds geleer is om probleme op te los. Die kind verkry insig en die probleem word opgelos (Barron, 1979: 6-11).

Hierdie subgroepe is interafhanklik, gegrond op die voorwaardes wat vir elke leervorm nodig is. Dit is ook duidelik dat elke hoër gesitueerde leervorm meer kompleks van aard is en op die laer leervorm gebaseer is (De Corte et al., 1983:233; Farnham-Diggory, 1972:85).

\* Kognitiewe strategieë

Gagné verwys hier na die vaardighede wat 'n leerder ontwikkel om metakognitiewe strategieë te beheer en te reguleer. Hierdie strategieë ontwikkel en word met verloop van tyd meer doeltreffend. Gagné wys daarop dat sommige mense blykbaar daarin slaag om meer doeltreffende kognitiewe strategieë te ontwikkel omdat die kwaliteit van die resultate van hulle leerhandelinge van 'n hoër standaard is. Interne voorwaardes vir die inskakeling van kognitiewe strategieë, is volgens hom, dat die leerder relevante reëls wat hy reeds geleer het en wat nodig sal wees om die probleem op te los, sal onthou. Eksterne voorwaardes is dat die relevante reëls saamgevoeg moet word om tot 'n oplossing te kom en dat verskillende

tipes leerstof nodig is om die leerling te dwing om sy kognitiewe vaardighede aan te pas of te verander om beter resultate te verkry (De Wet et al., 1981:66 en De Corte et al., 1983:233).

\* Die weergee van inligting ('knowing what')

Op hierdie vaardigheid word, volgens Gagné, in die onderwys die meeste gesteun. Daar word van die mens verwag om oor verskeie tipes inligting te beskik wat onmiddellik weergegee moet kan word (De Wet et al., 1981:69 ook Naudé et al., 1987:76).

\* Die aanleer van motoriese vaardighede

Voorbeelde van motoriese vaardighede wat aangeleer moet word is onder andere, om te loop, te kruip, fiets te ry, skoenverters vas te maak, ensovoorts. Hierdie motoriese vaardighede behels bewegings wat gekoördineerd en georganiseerd is en 'n bepaalde volgordelike verloop vertoon (De Wet et al., 1981:70).

\* Die aanleer van houdings

Houdings word deur Gagné gedefinieer as 'n innerlike staat van die leerder wat sy optrede, handeling en keuse-uitoefeninge in keusesituasies beheer, reguleer en rig (De Wet et al., 1981:70). Houdings word ook bepaal deur positiewe of negatiewe ervarings asook modellering (Naudé et al., 1987:76).

### 11.3 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE

Gagné lê veral klem op die feit dat sekere vaardighede eers bemeester moet word voordat 'n spesifieke konsep bemeester kan word. Hierdie sekwensiële aanbieding van leerstof word dan ook leer- of onderrighiërargieë genoem. Die basis van effektiewe onderrig is goeddeurdagte en beplande sekwensiële onderrig en taakanalise en hy onderskei die stappe in die opbou van 'n onderrighiërargie soos volg:

- \* vasstelling van die einddoel
- \* afgrensing van hulpvaardighede ('enabling skills') en verwante bestaande vaardighede ('intact skills')
- \* opeenvolging van bestaande vaardighede, hulpvaardighede en doelwitte (Thornton, 1983:90).

Vir die doel van hierdie studie dien daar dus eerstens op gelet te word dat Gagné dit nodig ag om voor die aanvang van hulpverlening eers 'n einddoel vas te stel. As hierdie einddoel in medewerking van die kind vasgestel kan word het dit soveel meer waarde en weet die kind presies waarom die hulpverlening gaan. Dit is ook belangrik om vas te stel oor watter bestaande kennis die kind met wiskunde probleme reeds beskik, aangesien hulpverlening altyd moet begin by dit waaroor die kind reeds beheer het. Dit is ook, volgens hom, nodig dat bepaal sal word of die kind oor die hulpvaardighede beskik wat nodig mag wees om dit te doen wat van hom verwag gaan word.

Dit is van die uiterste belang dat wiskundehulpverlening volgens 'n hiërargiese struktuur sal geskied, aangesien nuwe kennis in

wiskunde altyd volg en gebou word op reeds bestaande vaardighede. Die teorie van Gagné het dus besondere segwaarde vir die opstel van 'n hulpverleningsprogram vir die optelbewerking. Dat daar op die eerste vlak van intellektuele vaardighede, naamlik sinjaal-leer, kennis geneem word van die kind se ingesteldheid en houding teenoor dit wat aangeleer moet word, is van die allergrootste belang, veral vir die kind met 'n geskiedenis van mislukking met syferbewerkings asook die kind met wiskunde-angs. Die hiërargie van stimulus-responsleer, kettingleer, diskriminasieleer, leer van beginsels en begrippe, leer van reëls en die oplossing van probleme is, soos aangedui by bostaande bespreking direk van toepassing by die aanleer van 'n vaardigheid soos optel.

Gagné se siening van die rol van kognitiewe strategieë en veral van metakognitiewe strategieë is van kardinale belang. Die interne voorwaardes vir die inskakeling van kognitiewe strategieë by die aanleer van optelfeite sal wees dat die kind die reëls en beginsels wat hy afgelei en geleer het, veral na aanleiding van sy hantering van konkrete apparaat, en wat nodig is om die feite te kan toepas, sal onthou. Eksterne voorwaardes vir die inskakeling van kognitiewe strategieë is dat die kind relevante reëls van optelfeite sal kan saamvoeg en toepas om tot oplossings te kom.

Die weergee van inligting sal in hierdie geval die onmiddellike weergee van optelfeite behels wat slegs sal kan plaasvind indien die kind die vorige stadiums suksesvol deurloop het en die optelfeite dan outomatismes geword het.

## **12 VAN PARREREN C.F.**

Van Parreren is 'n Nederlandse psigoloog wat onder die bekende pedagoog, M.J.Langeveld gestudeer het en bekendheid verwerf het vir sy besondere siening van leer.

### **12.1 AARD VAN TEORIE**

Leerteorie

### **12.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Van Parreren sien die kind as iemand wat aktief op sy omgewing inwerk, in teenstelling met Gagné wat die omgewing se inwerking op leer as vertrekpunt neem. Die kind is toekomsgerig, en in 'n sekere mate rasioneel op soek na middele om sy doel te verwesenlik, maar soms onder sekere omstandighede ook irrasioneel en onvoorspelbaar (Van Parreren, 1979:7).

### **12.3 LEER**

Die algemene grondbeginsel van Van Parreren se leerteorie is dat leer in 'n verskeidenheid vorme voorkom, dat leer 'n duursame verandering in gedragsmoontlikheid is, en dat verskillende handelingstrukture in die leerakt 'n rol speel (De Wet et al., 1981: 58). Van Parreren omskryf dan ook leer as volg:

...een proses met min of meer duurzame resultaten, waardoor  
nuwe gedragspotensies van die persoon ontstaan of reeds

aanwezige zich wijzigen" (Soos aangehaal in De Corte et al., 1983:241).

Hierdie uitspraak van Van Parreren sluit aan by die stelling wat Sonnekus en Ferreira (1981:100) maak as hulle beweer dat leer 'n wordingsverskynsel is en dat verandering as essensie van die kind se wording moontlik is op grond van die feit dat die kind leer.

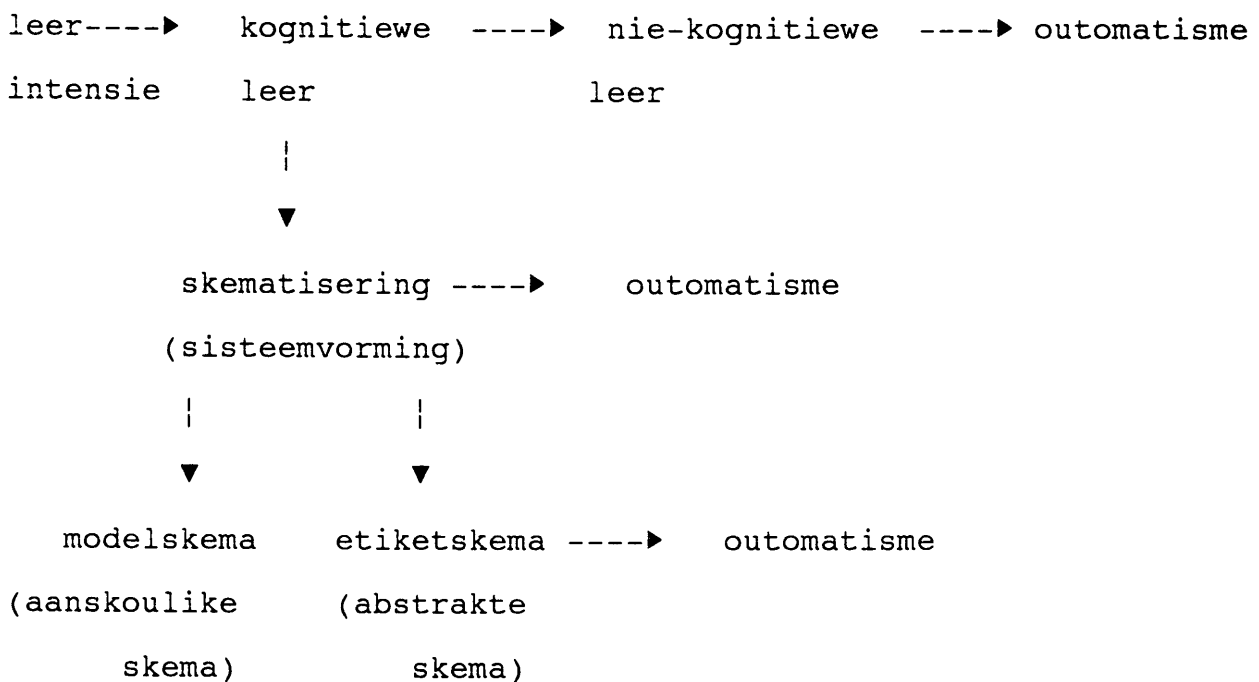
Van Parreren gee 'n indeling van die vorme van leer wat soos volg daar uitsien:

\* Intensionele leer

Hier verstaan Van Parreren 'n vorm van leer waar daar sprake van die aanwesigheid van 'n leerintensie is, dit is 'n doelbewuste strewe om leerstof kognitief te analiseer, te bedink, te orden en eventueel te beheers. Weer eens kan daar gewys word op 'n ooreenkoms tussen hierdie uitgangspunt van Van Parreren en Sonnekus en Ferreira (1981:97-99) se uitspraak dat leer 'n intensionele verskynsel by die kind is en dat hy self mede-verantwoordelikheid vir die voltrekking van sy leer openbaar. Volgens Van Parreren gee die leerintensie aanleiding tot die ontstaan en funksionering van kognitiewe handelingsstrukture wat afstem op die ontdekking van die problematiese in die leerstof, die ordening, ontleding en stukturering van die leerstof ten einde die leerstof te kan beheers. Hierdie kognitiewe handelingstruktuur gaan, namate die kind die leerstof ken, begryp en beheers, oor in 'n nie-kognitiewe handelingstruktuur waar daar sprake is van weet, ken, begryp en

verstaan. Op hierdie stadium van die leerverloop beheers die kind die leerstof al tot so 'n mate dat dit oorgaan tot outomatismes waar geen verdere kognitiewe handeling uitgevoer word nie.

'n Skema van Van Parreren se sisteemteorie lyk soos volg:



(Sonnekus en Ferreira, 1981:86)

\* Insidentele leer

Hier verstaan hy 'n vorm van leer waar doelbewuste leerintensie 'ontbreek', maar wat tog die aktualisering is van 'n kognitiewe skema (Van Parreren, 1963:119). Leer ontstaan toevallig en word bepaal deur die valensie-waarde of oproepkarakter van die leerstof. Hierdie tipe leer is meer oppervlakkig en minder intensief van aard (Sonnekus & Ferreira, 1981: 89).

\* Onbewuste leer

By onbewuste leer 'ontbreek' leerintensie eweneens, maar Van Parreren konstateer dat onbewuste leer nie na kognitiewe leer lei nie. Die leerresultaat is kwalitatief gesproke veel armer as vorige twee metodes van leer, aangesien daar nie sprake is van bewuste wete, insig en begryping nie (Sonnekus & Ferreira, 1981:89).

Van Parreren onderskei ook tussen die vier vernaamste leerwyses wat op skool voorkom:

\* Verwering van insig

Hierdie wyse van leer vind plaas as die leerder voor die probleem te staan kom, die verskillende aspekte betrag en bedink, en dan skielik insig verkry wat lei tot die oplossing van die probleem. Hierdie wyse van leer bewapen die leerder met 'n strategie van aanpak eerder as 'n klaar resep.

\* Leer van toevallige feitekennis

Hier is blote kennis van feite sonder logiese verbande soos verjaardae, telefoonnommers en so meer ter sprake.

\* Die vorming van outomatismes

Hier gaan dit oor die aanleer van vaardighede tot op 'n vlak waar die bewuste denke nie meer 'n rol hoef te speel nie. As 'n kind vir die eerste keer 'n denктаak uitvoer, soos om 5 en 2 op te tel, vereis dit baie denke: hy moet byvoorbeeld dink of op sy vingers tel. Later word die denkhandeling outomaties sonder dat die leerling van sy spesifieke strategie gebruik hoef te maak.

\* Dinamiese leer

Hierdie is 'n wyse van leer wat deur persoonlike instelling en gerigtheid van die leerder beïnvloed word. Die belewing van aangenaamheid of onaangenaamheid van die situasie, die aard van die inligting wat aan die leerder verskaf word en die identifikasiefiguur tot die beskikking van die leerder is hier van deurslaggewende belang (De Wet et. al., 1981: 62).

Van Parreren het ook 'n besondere siening van insig en hy noem twee belangrike voordele van handeling wat op insig berus, naamlik:

- \* Hoe groter en omvattender die insig wat verwerf is, hoe meer aanwendbaar of toepasbaar is dit in ander toepaslike situasies.
- \* Retensie van kennis wat berus op deeglike insig is baie beter.

#### **12.4 LEERMISLUKKING**

Sou die leerintensie gebrekkig 'funksioneer' of afwesig wees, is kennende of kognitiewe leer onmoontlik (Sonnekus en Ferreira, 1981:90).

#### **12.5 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Die belangrikste bydrae van Van Parreren se leerteorie is dat hy

'n aantal basiese leervorme onderskei. Dit is van kardinale belang dat die onderwyser kennis sal neem van die verskillende leervorme, waar en wanneer dit voorkom en hoe dit in die onderrigsituasie aangewend kan word. Om doeltreffend te kan onderrig moet die onderwyser hom kan vergewis van die voorkennis van die kind oor 'n onderwerp en doeltreffend daarby aansluit. Hy moet ook die vorm van leer wat gaan plaasvind identifiseer en die onderrig by die spesifieke vorm van leer se vereistes en beginsels laat aanpas.

Dit is veral vir die ortodidaktikus belangrik om kennis te neem van Van Parreren se standpunt dat die affek van die kind 'n groot rol speel in die leerakt soos wat dit by dinamiese leer uiteengesit word. Hier is dit duidelik hoe belangrik dit is dat die identifikasiefiguur, die aard van die inhoud, die leerling se ingesteldheid en die situasie positief beleef moet word ten einde leer suksesvol te laat verloop.

Die voordele van kognitiewe leer word duidelik onderstreep by Van Parreren se siening van insig. Die onderwyser moet egter ook bedag wees op die beperkinge van insigtelike leer, naamlik:

- \* Insig kan verlore raak as dit nie gebruik word nie.
- \* Soms is insig net in die beginstadiums van leer belangrik, later word dit wat geleer is, outomaties.

## **13 STERNBERG, R.J.**

### **13.1 AARD VAN TEORIE**

Triargiese teorie van intelligensie en inligtingverwerking.

### **13.2 KOGNITIEWE ONTWIKKELING**

Kognitiewe ontwikkeling by die kind vind, volgens Sternberg, plaas deur die geleidelike internalisasie van vaardighede soos dit eers ervaar is deur die kind in sosiale omstandighede. Hierdie proses vind plaas deur middel van vele herhalings onder leiding van eksperte of begeleiers wat kritiseer, evalueer en die kind se ervarings uitbrei. Sternberg sluit hier aan by Vygotsky en Feuerstein deur aan 'n begeleier 'n prominente rol in die kognitiewe ontwikkelingsgebeure toe te ken (Siegler & Richards, 1982:471).

### **13.3 LEER**

Sternberg se triargiese teorie van intelligensie bestaan uit drie subteorieë. Eerstens uit 'n komponensiële subteorie ('componential subtheory') wat intelligensie in verband bring met die innerlike leefwêreld van die individu. Tweedens uit 'n ervaring subteorie ('experiential subtheory') wat intelligensie aan ervaring in beide die innerlike en eksterne leefwêrelde van die individu koppel. Laastens uit 'n kontekstuele subteorie ('contextual subtheory') wat intelligensie in verband bring met die eksterne leefwêreld van die individu (Kolligian & Sternberg, 1987:8 en Sternberg, 1985: 99).

#### **13.3.1 Die komponensiële subteorie**

Die **komponensiële subteorie** omskryf die inligtingverwerkingskomponente of verstandswerkinge, en is onderliggend aan intelligente gedrag. Hierdie subteorie omvat drie basiese komponente: metakomponente ('metacomponents'), werkverrigtingskomponente ('performance components') en kennisverwerwingskomponente ('knowledge-acquisition components').

\* Metakomponente is hoër-orde, uitvoerende prosesse wat gebruik word om te beplan, monitor, en eie take te evalueer. Dit omvat die definiëring van die aard van die taak, selektering van elementêre prosesse om die taak uit te voer, vorming of keuse van 'n voorstelling waarop die elementêre prosesse berus, toewyding van vaardighede vir taakverrigting asook monitering en evaluering van eie taakverrigting (Sternberg, 1985:99). Naudè (1987:25) noem dat Sternberg aanvoer dat ons samelewing se klem op die spoed waarin 'n taak uitgevoer word 'n miskonsepsie is en dat meer intelligente gedrag gewoonlik die resultaat van sorgvuldige beplanning is. Kennis van hoe om iets te doen is volgens hom van groter waarde as die vermoë om dit vinnig te doen. Hy noem dan ook twee faktore wat die belangrikheid van hoër-orde beplanning onderstreep, naamlik dat 'n impulsiewe kognitiewe styl swak oordeel tot gevolg het, en dat hoe meer tyd aan metakomponente (strategieë) bestee word hoe minder tyd gaan met probeer en tref-metodes verlore.

\* Werkverrigtingskomponente is elementêre vaardighede waarmee planne en strategieë uitgevoer word wat deur die metakomponente ontwerp is. Dit wat reeds beplan is word nou uitgevoer en sluit die volgende prosesse in: sien samehange in, pas hierdie insig op

nuwe situasies toe, karteer hoër verhoudings en vergelyk alternatiewe oplossings en besluit watter oplossing die mees geskikte vir 'n spesifieke probleem is (Sternberg, 1985:105 en Naudè et al., 1987:25).

\* Kennisverwerwingskomponente sluit prosesse in wat gebruik word om nuwe inligting aan te leer. Die vernaamste kennisverwerwingskomponente is: selektiewe kodering waar onderskei word tussen relevante en irrelevante inligting vir die oplossing van 'n probleem, selektiewe kombineringskomponente waar geselekteerde inligting geasimileer en georganiseer word om 'n verstaanbare en bruikbare kognitiewe struktuur te vorm en laastens selektiewe vergelyking waar nuwe en gekombineerde inligting vergelyk word met reeds bestaande inligting en kognitiewe strukture (Sternberg, 1985:107 en Kollegian & Sternberg, 1987:9).

### 13.3.2 Die ervaringsubteorie

Volgens die **ervaringsubteorie** werk komponente binne die kind se ervaringsbesit. Hier is twee fasette ter sprake, naamlik die vermoë om nuwe situasies te hanteer en die vermoë om inligtingverwerking outomaties te doen (Naudè et al., 1987:23). Wanneer 'n nuwe taak aangepak word of 'n bekende taak word in 'n nuwe opset aangepak, vereis die taak dat die kind se vermoë om met nuwe take om te gaan, geoefen word. Namate die kind gewoond raak aan die nuwe take en situasies, verander inligtingverwerking en taakuitvoering vanaf gekontroleerd na geoutomatiseerd. Om in staat te wees om 'n meer komplekse taak uit te voer is dit dus vir die kind nodig om elementêre vaardighede outomaties te kan

uitvoer ten einde meer verstandsmoontlikhede vir die hoër bewerkings beskikbaar te hê (Sternberg, 1985:107).

### **13.3.3 Die kontekstuele subteorie**

Volgens die **kontekstuele subteorie** word die komponente van intelligensie op die volgende drie maniere op lewenservarings toegepas: by die aanpassing by omgewings, by die vorming van omgewings en by die selektering van nuwe omgewings. Hierdie prosesse is hiërargies van aard, die individu sal eers poog om by sy eie omgewing aan te pas, indien nie suksesvol nie sal 'n kontekstuele intelligente persoon poog om die ou omgewing te hervorm of 'n nuwe omgewing te skep of 'n kombinasie hiervan. Selektering behels dan die verwerping van die ou omgewing of die selektering van 'n nuwe omgewing wat meer by die individu se belange, moontlikhede of waardes inskakel (Kollegian & Sternberg, 1987:14 en Sternberg, 1985:45-58). Volgens Naudè et al. (1987:23) is die essensie van Sternberg se argument hier, dat wanneer intelligensie gemeet word, die individu se kulturele en sosiale agtergrond ook in aanmerking geneem moet word en gekyk moet word of die individu se gedrag aanpasbaar is in terme van sy eie omgewing en nie of dit aan ons norms voldoen nie.

### **13.4 LEERMISLUKKING**

Volgens Sternberg het veral leergestremde leerlinge outomatiseeringsgebreke wat hy dan onder andere toeskryf aan die volgende redes: die onvermoë of onwilligheid om met behulp van visuele voorstellings te werk; onvermoë of onwilligheid om sekere infor-

masie op hoërvlak eenhede te herkodeer wat berging van groter hoeveelhede informasie moontlik maak; afkeer in sekere tipes inhoudes, byvoorbeeld syfers; gebrek aan motivering vir 'n spesifieke onderwerp en spesifieke neuro-psigologiese gebreke (Kolligian & Sternberg, 1987: 12-13 en Sternberg, 1985:83-96).

### **13.5 DIDAKTIESE IMPLIKASIES EN BYDRAE VIR DIE DOEL VAN DIE STUDIE**

Sternberg se kontensie dat intelligente gedrag meer dikwels die uitkoms van reflektiewe - nadenkende - optrede is, en dat kennis van hoe om iets te doen van groter waarde is as die spoed waarmee dit gedoen word, sal menige kind met wiskunde-angs gerusstel. Dit is baie dikwels die gevreesde spoedtoetse waar die spoed sowel as die korrektheid van bewerkings 'n rol speel, wat deur kinders met wiskunde probleme gevrees word. Ondersoeker ondersteun die beginsel van Sternberg se stelling, maar meen tog dat spoed by die uitvoering van elementêre optelbewerkings nodig is aangesien die doel van die aanleer van optelfeite is dat die kennis sal oorgaan in outomatismes. Die vermoë om getalfeite vinnig en korrek te kan gee is juis 'n aanduiding dat hierdie kennis verinnerlik en geoutomatiseerd is.

Die komponensiële subteorie omvat al die kognitiewe prosesse wat by die uitvoering van take en die aanleer van wiskunde figureer. Prosesse soos definiëring, selektering, strategiekeuse, keuse van beelding, monitering en evaluering van eie take maak deel uit van metakomponente, wat deur Jordaan beskryf word as hoër-orde beheerprosesse wat in beplanning en besluitneming in probleem-situasies aangewend word (Jordaan, 1989: 486). Kolligian en Stern-

berg (1987:9) voer egter aan dat leergestremde leerlinge gewoonlik nie tekorte by metakomponente het nie, aangesien tekorte op hierdie vlak gewoonlik algemene en nie spesifieke tekorte tot gevolg het nie. Volgens hulle kan die tekorte ontstaan weens tekorte in die korttermyngeheue ('working memory'), waar leergestremdes probleme het om die metakomponensiële inligting te herroep sodat daardie inligting gebruik kan word om spesifieke probleme op te los. Dit sal dan die taak van die onderwyser wees om die kind met probleme te help om daardie prosesse wat deel uitmaak van die komponente, uit sy korttermyngeheue te herroep. Hy sal hom moet begelei tot die inwerkingstelling van sy vaardigheid om te definiëer, selekteer, strategie en gedagtebeelde te kies, eie vaardighede te monitor en te evalueer. Hierdie vaardighede sal veral by die aanleer van optelvaardighede, gebaseer wees op die ervarings wat die kind ook op senso-motoriese en konkrete vlak opdoen om sodoende die nodige basis vir bogenoemde vaardighede te verskaf.

Die werkverrigtingskomponente handel met inligting, in hierdie ondersoek met die optelfeite, en sluit prosesse in soos ooreenkomste insien tussen die verskillende optelfeite met die doel om dit te groepeer volgens gemeenskaplike eienskappe, om hierdie verbande op nuwe situasies toe te pas soos in die geval waar 'n afgeleide beginsel op hoër getalgebiede toegepas word, die vergelyking van verskillende oplossings en dan ten laaste die besluit op die mees geskikte oplossing.

Kolligian en Sternberg (1987:10) noem ook dat wanneer die kind op die gebied van wiskunde, probleme ondervind om inligting te klas-

sifiseer en te kategoriseer, hy probleme op die vlak van werkverrigtingskomponente het. Die onderwyser moet hier versigtig wees om nie te rigied te wees in die begeleiding wat aan die kind met hierdie komponente gebied word nie, aangesien dit belangrik is dat die kind sy eie strategieë en insigte moet toepas ten einde hom hierdie ervaring werklik sinvol te laat beleef. Die kind kan op induktiewe wyse begelei word tot verskillende oplossings, maar die kind moet steeds dié kategorieë en strategieë wat vir hom suksesvol en sinvol is kies en toepas.

Op die gebied van kennisverwerwingskomponente vind leergestremde leerlinge dit, volgens Kolligian en Sternberg (1987:11), moeilik om inligting te kombineer deur organisering en klassifisering van feite wat gememoriseer en gememoreer moet word. Om hierdie rede is bekwame begeleiding tot insig in ooreenkomste van en verskille tussen optelfeite imperatief ten einde strategiekeuse en die uitvoering daarvan vir die kind moontlik te maak.

Wat die ondersoeker veral opval van kinders met wiskunde probleme, is die onbuigzaamheid van strategie-inskakeling by die oplossing van wiskunde probleme. As 'n kind sukses met een strategie behaal het is hy geneig om dieselfde strategie telkens ontoepaslik te wil inskakel. Hierdie kenmerk van leergestremde leerlinge word ook deur Sternberg (soos aangehaal deur Kolligian en Sternberg, 1987:11) bevestig. Dit dui volgens hom daarop dat strategie-inligting nie altyd vir hierdie kinders geredelik beskikbaar is om gekodeerde stimuli betekenisvol te kombineer nie, of bekende probleme en oplossings vir nuwe probleme, te vergelyk nie. Ook hier sal die onderwyser die kind moet lei tot 'n sinvolle en

suksesvolle variasie by strategie-inskakeling.

'n Verdere rede vir hierdie verskraalde gebruik en inskakeling van strategieë is die moontlikheid dat die kennisverwerwingskomponente nie 'n sterk genoeg kennisbasis verskaf waarby nuwe inligting geassimileer kan word nie. Dit is dus duidelik dat die onderwyser se taak om die kind by te staan om sterk kennisstrukture, byvoorbeeld kennis van die getalfeite, op te bou waarop moeiliker werk gebaseer kan word. Die belangrikheid van 'n deeglike kennis van die optelfeite, wat die moederbewerking is, kan dus nie oorbeklemtoon word nie.

Volgens die ervaringsubteorie word hierdie komponente in werking gestel wanneer die kind met nuwe feite en ervarings gekonfronteer word, en word vereis dat die kind oefen om die nuwe feite te hanteer. By die aanleer van optelfeite is dit dus nodig dat die feite wat aangeleer is ingeoefen sal word ten einde inligtingverwerking en die uitvoer van opteltake vanaf gekontroleerd na geoutomatiseerd te laat vorder. Hier sluit Sternberg aan by Van Parreren se siening van outomatismes.

Die kontekstuele subteorie verskaf 'n definisie, identifisering en evaluering van leergestremdes in 'n akademiese opset (Kolligian en Sternberg, 1987:14). In baie gevalle word die graad van gestremdheid gemeet aan die kind se vermoë om aan te pas, en in te skakel by spesifieke aspekte van die skool- en klassituasie. Dikwels word die kind se remediëerbaarheid beïnvloed deur sy onvermoë om in te skakel en aan te pas by sy omstandighede. Motivering speel ook 'n groot rol in die kontekstuele subteorie.

As 'n kind reeds mislukking ervaar het in byvoorbeeld wiskunde, sal die hy begin glo dat hy 'n onoorkombare probleem het en later glad nie meer gemotiveerd wees om te probeer nie. Die onderwyser sal hier bedag moet wees op die feit dat so 'n kind op 'n vlak met sy remediëring moet begin waar hy sukses sal behaal. Die genotsaspek van syferwerk sal ook deur middel van speletjies beklemtoon moet word.

#### 14 ESSENSIES VAN KOGNITIEWE TEORIEË MET DIDAKTIESE IMPLIKASIES VIR 'N WISKUNDEPROGRAM

TEORETIKUS	ESSENSIES
Piaget	Maak voorsiening vir verskille in wordingsvlakke Akkommodasie en assimilasie van nuwe feite Sensories-motoriese fase: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ruimtelike verhoudings</li> <li>- beklemtoon die self as bron</li> </ul> Pre-operasionele fase: <ul style="list-style-type: none"> <li>- voorstelling en simbolisme</li> <li>- tel en een-tot-een afparing</li> </ul> Konkreet-operasionele fase: <ul style="list-style-type: none"> <li>- logiese denke gebaseer op hantering van konkrete objekte</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- klassifikasie, induktiewe denke en getalbegrip</li> </ul> <p>Formeel- operasionele fase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- simboliese denke</li> <li>- metakognitiewe denke</li> </ul>
Tolman	<p>Kognitiewe kaart (vergelyk Bandura)</p> <p>Latente leer</p>
Bandura	<p>Leer deur middel van waarneming</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aandaggee, hang af van behoefte</li> <li>- Retensie, beelding (kognitiewe kaart) (vergelyk Tolman) en verbalisering (veral klein kinders)</li> <li>- Motoriese reproduksie</li> <li>- Versterking (innerlik, ekstern en plaasvervangend)</li> </ul>
Wertheimer	<p>Memoriseringsonderinsig - rigied</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vergeet gou</li> <li>- beperkte toepassing</li> </ul> <p>Leer gegrond op insig</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- genereer self</li> <li>- kan veralgemeen word</li> <li>- word lank onthou</li> </ul> <p>Rangskik en herrangskik komponente tot oplossing op grond van insig bereik word</p>

<p>Vygotsky</p>	<p>Insig en begrip, betrek - emosies - houding - persepsies - intellek</p> <p>Ontwikkeling volg op leer</p> <p>Vorming van konsepte toon noue verband met taal-ontwikkeling (ook wiskunde woordeskat)</p> <p>Mediasie (begeleiding) - stel bloot aan gekontroleerde ervarings vanuit eie ervaringsveld - kennisveld kring uit na onbekende ( Vgl. Feuerstein)</p> <p>Ware wordingsvlak en potensiële wordingsvlak (Vgl. Feuerstein)</p>
<p>Feuerstein</p>	<p>Leer - direkte ervaring met werklikheid - begeleide leerervarings</p> <p>Begeleier rig leerervarings deur middel van ordening, klassifikasie, seleksie, reduksie</p> <p>Begeleide leerervaring verander kognitiewe struktuur van kind na kognitiewe strategieë wat in staat stel om werklikheid te orden en te begryp</p> <p>Kognitiewe tekorte - gevolg van ontoereikende volwassene-kind interaksie</p> <p>Belemmering op invoerfase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- onplanmatig, impulsief</li> <li>- ontoereikende verbaal-reseptiewe toerusting</li> <li>- ontoereikende ruimtelike oriëntering</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- onvermoë om twee informasiebronne te oorweeg</li><li>- Geen behoefte: akkuraatheid en noukeurigheid</li></ul> <p>Belemmering op uitbreidingsfase:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ontoereikende ervaring en definiëring van 'n probleem</li><li>- ontoereikende selektering van leidrade</li><li>- ontoereikende internalisering</li><li>- ontoereikende beplannende gedrag</li><li>- Gebrek aan ekspressiewe taal</li></ul> <p>Belemmering op uitvoerfase:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- probeer-en-tref response</li><li>- blokkering</li><li>- ontoereikende verbale toerusting</li><li>- gebrek aan behoefte om response akkuraat en noukeurig oor te dra</li><li>- impulsiewe, aanstellerige gedrag</li></ul>
Bruner	<p>Ontwikkelingsfases:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- enaktiewe (sensorsies-motories)</li><li>- ikoniese (konkrete voorstellings)</li><li>- simboliese (abstrak)</li></ul> <p>Taal baie belangrik in leerproses</p> <p>Leer: herrangskikking van inligting om tot insig te kom</p> <p>Leerling nie passiewe ontvanger - aktiewe agent</p> <p>Onderrigteorie:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- onderwyser moet natuurlike nuuskierigheid</li></ul>

	<p>van kind kanaliseer in leerervarings</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- leerstof word gestruktureerd aangebied, moet konsepte identifiseer en verbaliseer</li><li>- spirale kurrikulum, leerstof eers elementêr dan meer gevorderd</li><li>- Stel doelwitte en sien gebruikswaarde van leerstof in</li></ul> <p>Ware insig lei tot eie strategieë</p> <p>Lei eie reëls af deur middel van induktiewe metode</p> <p>Leer is konsepformasie - het voorstelling nodig om abstrakte begrippe te vorm</p> <p>Bou konsepte deur enaktiewe, ikoniese en simboliese modi</p>
Ausubel	<p>Konvergensieleer</p> <p>Subsumering van nuwe idees by bestaande kognitiewe struktuur</p> <p>Leerstof moet op georganiseerde, opeenvolgende wyse deur onderwyser aangebied word</p> <p>Onderrig - deduktief</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- sekvensiële aanbieding van leerstof</li></ul> <p>Faktore wat leer beïnvloed:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- kognitiewe faktore<ul style="list-style-type: none"><li>* kognitiewe struktuurveranderlikes</li><li>* stadium van ontwikkeling</li><li>* intellektuele vaardighede</li><li>* oefening</li></ul></li></ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>- affektief-sosiale faktore</li><li>* motivering en houding</li><li>* persoonlikheidsfaktore</li><li>* groeps- en sosiale faktore</li><li>* eienskappe van leerkrag</li></ul> <p>Onderwyser moet leerstof orden ten opsigte van basiese ooreenkomste en verskille</p>
Gagné	<p>Intellektuele vaardighede</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- sinjaalleer</li><li>- stimulus-responsleer</li><li>- kettingleer</li><li>- diskriminasieleer</li><li>- leer van beginsels en begrippe</li><li>- leer van reëls</li><li>- oplossing van probleme</li></ul> <p>Kognitiewe strategieë</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- interne voorwaardes (ken reëls)</li><li>- eksterne voorwaardes (voeg reëls saam)</li></ul> <p>Weergee van inligting</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- moet sekere inligting vinnig kan weergee</li></ul> <p>Aanleer van motoriese vaardighede</p> <p>Aanleer van houdings</p> <p>Onderrighiërargieë (sekwensiële aanbieding van leerstof en taakanalise)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- vasstelling van einddoel</li><li>- hulpvaardighede en bestaande vaardighede</li></ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opeenvolging van bostaande</li> </ul>
Van Parreren	<p>Vorme van leer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- intensionele leer (strewe om leerstof kognitief te analiseer, bedink, orden en beheers - gaan oor in nie-kognitiewe handelingstruktuur -ken,weet,begryp,verstaan)</li> <li>- insidente leere (leerintensie 'ontbreek' leer ontstaan toevallig)</li> <li>- onbewuste leer (lei nie tot kognitiewe leer nie)</li> </ul> <p>Leerwyses:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verwerwing van insig (strategie van aanpak)</li> <li>- leer van toevallige feitekennis (kennis van feite)</li> <li>- vorming van outomatismes (geen bewustelike denke)</li> <li>- dinamiese leer (affektiewe belewing van klassituasie en onderwyser)</li> </ul>
Sternberg	<p>Komponensiële subteorie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metakomponente: <ul style="list-style-type: none"> <li>definisies van aard van taak</li> <li>selektering van prosesse</li> <li>keuse van strategieë</li> <li>keuse van voorstelling</li> </ul> </li> </ul>

---

vaardighede vir taakverrigting  
monitering - eie taakverrigting  
evaluering - eie taakverrigting

- Werkverrigtingskomponente

lei verbande tussen stimuli af  
pas verbande toe op nuwe situasies  
kartering van hoër verhoudings  
vergelyk alternatiewe oplossings  
besluit op mees geskikte oplossing

- Kennisverwerwingskomponente

selektiewe kodering  
selektiewe kombinerings  
selektiewe vergelyking

Ervaringsubteorie

- nuwighede
- outomatisasie

moet elementêre vaardighede geoutomati-  
seerd doen ten einde meer denkmootlik-  
hede vir hoër bewerkings te hê

Kontekstuele subteorie

- aanpassing by die omgewing
- vorming van die omgewing
- selektering van omgewing

---

Vervolgens sal hierdie essensies van die verskillende teorieë ge-  
groepeer en geklassifiseer word ten einde vas te stel watter  
segswaarde dit vir die opstel van 'n program vir hulpverlening  
met die optelbewerking vir kinders met wiskunde probleme het.

Aangesien slegs kognitiewe teorieë vir die doel van hierdie studie gebruik is, kan verwag word dat die meeste van hierdie teoretici voorstanders van die meeste van die kognitiewe prosesse en kognitiewe onderrigprosedures wat bespreek gaan word, is. Gevolglik sal die naam van 'n teoretikus slegs genoem word as hy 'n sterk voorstander vir die gebruik van 'n spesifieke kognitiewe proses of onderrigprosedure is.

## 15 SAMEVATTING AS GROEPERING VAN ESSENSIES

### 15.1 KOGNITIEWE PROSESSE IN GEBRUIK BY DIE AANLEER VAN WISKUNDE

---

Ontvangs	
Attendeer	Bandura
Interpreteer	
Vergelyking	Gagné, Sternberg, Van Parreren, Ausubel, Feuerstein
Klassifisering	Gagné, Piaget, Feuerstein, Bruner
Ordening	Gagné, Van Parreren, Wertheimer, Bruner, Feuerstein
Organiseer	
Verbandlegging	Sternberg, Gagné, Feuerstein
Bevraging	Van Parreren, Feuerstein
Afleidings maak	Piaget, Gagné, Feuerstein
Toepas	
Skatting	Feuerstein
Evaluering	Sternberg, Feuerstein
Hipotesestelling	Tolman, Feuerstein, Gagné
Onthou	

---

Inoefening	Bandura, Bruner, Ausubel, Sternberg
Visuele voorstelling	Sternberg, Bandura, Tolman
Memorering	Sternberg, Gagné
Probleemoplossing	Gagné, Sternberg, Wertheimer, Bruner, Piaget, Feuerstein

## 15.2 ALGEMENE KOGNITIEWE BEGINSELS EN BEGRIPPE

### 15.2.1 Voorwaardes vir leer

Verband tussen maturasie en leer	Piaget en Vygotsky
Leer deur direkte ervaring met die werklikheid	Piaget en Feuerstein
Leer deur begeleide leerervarings	Feuerstein en Vygotsky
Leer d.m.v. waarneming	Bandura
Leer gegrond op ware insig en begrip word lank onthou	Wertheimer
Intensionele leer - strewe om leerstof kognitief te analiseer, bedink, orden en beheers	Van Parreren
Ware wordingsvlak en potensiële wordingsvlak	Vygotsky en Feuerstein

### 15.2.2 Besikbaarheid van vaardighede volgens wordingsvlak

Sensories-motoriese fase	Piaget
--------------------------	--------

<ul style="list-style-type: none"> <li>- ruimtelike verhoudings</li> <li>- beklemtoon die self as bron van kennis</li> </ul>	
<p>Pre-operasionele fase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- voorstelling en simbole</li> <li>- tel en een-tot-een afparings</li> </ul>	Piaget
<p>Konkreet-operasionele fase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- logiese denke gebaseer op hantering van konkrete objekte</li> <li>- klassifikasie, induktiewe denke en getalbegrip</li> </ul>	Piaget
<p>Formeel-operatiewe fase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- simboliese denke</li> <li>- metakognitiewe denke</li> </ul>	Piaget
<p>Stadium van ontwikkeling beïnvloed leer</p>	Ausubel

**15.3 KOGNITIEWE ONDERRIGPROSEDURES BY DIE WISKUNDEPROGRAM**

**15.3.1 Rol van taal - verbalisering**

<p>Vorming van konsepte toon noue verband met taalontwikkeling (verbalisering, begrip en wiskunde-woordeskat)</p>	Vygotsky en Bandura
<p>Retensie m.b.v. verbalisering ook beter</p>	Bandura

**15.3.2 Beelding**

<p>Leer is konsepformasie - het voorstellings nodig om abstrakte begrippe te vorm</p>	Bruner
---	--------

Kognitiewe kaart	Tolman
Retensie beter m.b.v. beelding (verbeelding)	Bandura
Skematisering aanskoulik - skematisering abstrak - outomatismes	Van Parreren
Een van vlakke van kennis van konsep: in- ternalisasie deur visuele voorstelling	Bruner
Metakomponent: keuse van voorstelling	Sternberg
<hr/>	
<b>15.3.3 Ordening van leerinhoud in logiese volgorde</b>	
Moet komponente op kognitiewe vlak so rangskik en herrangskik om tot ware insig te kom	Wertheimer
Rig leerervaring d.m.v. ordening, klas- sifikasie, seleksie en reduksie	Feuerstein
Begeleier verander kognitiewe struktuur na kognitiewe strategië wat in staat stel om self te orden en te begryp	Feuerstein
Leerstof moet op georganiseerde, opeen- volgende wyse aangebied word	Ausubel
Sekwensiële aanbieding van leerstof	Ausubel
Spirale kurrikulum - leerstof eers elemen- têr, dan meer gevorderd	Bruner
Leerstof moet gestruktureerd aangebied word	Bruner

Onderwyser moet leerstof orden t.o.v. basies ooreenkomste en verskille	Ausubel
Metakomponente: definisie van aard van taak selektering van prosesse keuse van strategieë keuse van voorstelling vaardighede vir taak monitering - eie taak evaluering - eie taak	Sternberg
Uitvoeringskomponente: lei verbande af pas verbande toe op nuwe situasies kartering vergelyk alternatiewe oplossings besluit op alternatiewe oplossings	
Intellektuele vaardighede sinjaalleer stimulus-responsleer kettingleer diskriminasieleer leer van beginsels en begrippe leer van reëls oplossing van probleme	Gagné
Onderrighiërargieë - sekweniële aanbie- ding en taakanalise	Gagné

<p><b>15.3.4 Ordening van bekende na onbekende</b></p> <p>Mediasie - stel kind bloot aan ervarings vanuit eie ervaringsveld, waarna kennisveld uitkring na onbekende</p> <p>Onderwyser moet homself vergewis van bestaande vaardighede by leerling en dan hulpvaardighede ontwikkel</p> <p>Spirale kurrikulum - leerstof eers elementêr, dan meer gevorderd</p>	<p>Vygotsky, Feuerstein</p> <p>Ausubel</p> <p>Bruner</p>
<p><b>15.3.5 Konkrete na voorstellings- na abstrakte vlak</b></p> <p>Logiese en simboliese denke gebaseer op hantering van konkrete objekte</p> <p>Vlakke tot kennis van konsep:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hantering van objekte en fisieke ervarings (enaktiewe modus)</li> <li>- uitbeelding en manipulasie van voorstellings van konkrete objekte (ikoniese modus)</li> <li>- gesproke taal en geskrewe simbole op 'n abstrakte vlak (simboliese modus)</li> </ul>	<p>Piaget</p> <p>Bruner</p>
<p><b>15.3.6 Ander onderrigstrategieë</b></p> <p>Leerling moet eie reëls aflei d.m.v.</p>	<p>Bruner</p>

<p>induktiewe metode</p> <p>Beklemtoon verskille</p> <p>Moedig aktiewe deelname aan</p> <p>Moedig intuïtiewe raaiskote aan</p> <p>Deduktief - onderwyser gee ankerpunte</p>	<p>Bruner</p> <p>Bruner</p> <p>Bruner</p> <p>Ausubel</p>
<p><b>15.3.7 Ander kognitiewe strategieë</b></p> <p>Interne voorwaardes (moet reëls onthou)</p> <p>Eksterne voorwaardes (moet reëls kan saamvoeg om tot oplossing te kom)</p> <p>Kognitiewe leer -- outomatismes</p> <p>Moet elementêre vaardighede geoutomati- seerd doen ten einde meer denkmootlik- hede vir hoër bewerkings te hê</p>	<p>Gagné</p> <p>Gagné</p> <p>Van Parreren</p> <p>Sternberg</p>
<p><b>15.3.8 Affektiewe stand van die leer- ling</b></p> <p>Om tot insig en begrip te kom word emo- sies, houding, persepsies en intellek betrek</p> <p>Motivering, houding en persoonlikheids- faktore beïnvloed leer</p>	<p>Wertheimer</p> <p>Ausubel</p>
<p><b>15.3.9 Belewing van klassituasie en leerkrag</b></p>	

---

Eienskappe van leerkrag beïnvloed leer  
Affektiewe belewing van onderwyser en  
klassituasie maak deel uit van dina-  
miese leer

Ausubel  
Van Parreren

---

In Hoofstuk Vier sal hierdie tersaaklike essensies van die kognitiewe teorieë neffens die inhoud, indeling en aanbieding van die hulpprogram in optel vir leerlinge met wiskunde probleme, gestel word waar daardie spesifieke essensies in die hulpprogram sigbaar is, ten einde die aanspraak dat dit 'n kognitiewe teorie-gebaseerde hulpprogram is, te verifieer.

## **HOOFSTUK VIER**

### **'N KOGNITIEWE TEORIE-GEBaseERDE PROGRAM VIR DIE AANLEER VAN OPTELKOMBINASIES**

The roads that lead to knowledge are rough enough in all conscience, and no wise teacher will make them rougher than they need be.

- P.B. Ballard (1928)

#### **1 INLEIDING**

Die aanleer van tel- en optelvaardighede is gewoonlik 'n kind se eerste kennismaking met die wonderwêreld van getalle. Dit is dus van die allergrootste belang dat 'n kind hierdie ervaring as sinvol, genotvol en suksesvol sal beleef. By die aanleer van optelkombinasies is dit van groot belang dat die kind sal leer om rekenkundig te dink. Om dit te kan doen moet kinders, volgens Holmes (1985:2), in staat wees om wiskundige inhoude verstandelik te manipuleer. Die ideaal is dat hulle omgang met getalle so soepel sal wees dat hulle met selfvertroue binne strukture kreatief sal kan beweeg.

##### **1.1 DIE GEBRUIK VAN KOGNITIEWE DENKPROSESSE**

Die onderwyser moet homself daarvan weerhou om 'n wiskunde-'les' aan te bied wat uit vooropgestelde reëls en regulasies bestaan en sodoende die dinkwerk vir die leerling te doen. Dit is die onderwyser se taak om aktiwiteite so te beplan dat die kind kogni-

tiewe denkprosesse sal moet inspan om die wiskundevaardighede te kan bemeester. Hy moet die leerlinge gedurig aanmoedig om kognitiewe denkprosesse te gebruik en slegs die rol van begeleier speel. Holmes (1985:2) onderskei tussen ses kategorieë kognitiewe prosesse by die aanleer van basiese wiskundebegrippe.

<b>Kognitiewe prosesse</b>	<b>Beskrywing</b>
Ontvangs	Moet oplettend wees. Sluit attendeer in.
Interpreteer	Gebruik bestaande kennis om nuwe kennis te akkommodeer. Sluit ook vergelyking, klassifisering en ordening in.
Organiseer	Ontwikkeling en strukturering van idees. Sluit verbandlegging, bevraging, afleidings maak, en opsom in.
Toepas	Gebruik idees in nuwe situasies. Sluit skatting, evaluering, hipotesestelling en toetsing in.
Onthou	Doelbewuste poging om te memoriseer. Sluit inoefening, visuele voorstelling en memoreering in.
Probleemoplossing	Vind oplossings vir onopgeloste probleme. Sluit 'n kombinasie van die kognitiewe prosesse in.

## 1.2 DIE AANLEER VAN KONSEPTE

Indien die onderrig van wiskunde die aanleer van konsepte beklemtoon, is die leerling se begrip en insig van die aangeleerde be-

grippe soveel beter en kan hulle die begrippe soveel makliker toepas (Holmes, 1985:5).

'n Konsep, in hierdie konteks, is 'n begrip, opvatting of idee wat 'n groep getalfeite, wat oor gemeenskaplike eienskappe beskik, verteenwoordig, ook genoem kritieke eienskappe. 'n Konsep kan benoem en gedefinieer word. Konsepte bestaan in ons gedagtes en ontstaan wanneer ons ons ervarings verstandelik prosesseeer (Holmes, 1985:5).

Die onderwyser moet geleenthede vir die leerlinge skep waarin hulle self konsepte kan skep en ontdek. Onderrig is dan meer 'n proses waar die leerling gelei word tot ontdekking, as die blote oordra van kennis.

### **1.3 MOTIVERING**

As gevolg van die leergestremde kind met wiskunde probleme se historisiteit van mislukkinge op getalgebied, bestaan daar by so 'n kind dikwels nie slegs agterstande ten opsigte van wiskundevaardighede nie, maar het die onderwyser dikwels te make met 'n sterk weerstand teen getalerverarings. Sears en Hilgard soos aangehaal deur Glennon (1981:43) onderskei tussen drie belangrike bronne vir motivering om te leer.

#### **1.3.1 Leermotiewe**

##### **1.3.1.1 Sosiale motiewe**

Hierdie motiewe ontstaan uit die kind se interaksie met ander. Die sosiale omgewing bepaal hoe die kind hom gaan gedra en sy gedrag word gevorm deur modellering van 'n vriend of 'n betekenisvolle volwassene.

Ondersoeker het gevind dat gesins- en sosiale agtergrond hier 'n groot rol speel, want indien die kind nie in hierdie milieu bewus word van die genot van omgaan met getalle nie, die praktiese gebruikswaarde van getalkennis in die alledaagse lewe nie en die toekomsontsluitingsmoontlikhede van wiskunde nie, sal hy oor 'n verskraalde motivering om beheer oor getalfeite te kry, beskik.

#### **1.3.1.2 Ego-integreringsmotiewe**

By hierdie motiewe word verwys na die rol van die kind se gevoelens, behoeftes, gerigtheid, gewoontes, instinkte, ingesteldheid en voorkeure.

Weereens kan die invloed van die primêre opvoedingsituasie en die kultuur waarvan die kind deel is, aangedui word as 'n bron van die kind se ego-integreringsmotiewe. Hatano (1982:218) bevestig hierdie stelling as hy ondersoek aanhaal waarin bewys is dat Japanese kinders se getalberekeningsvaardighede van die beste in die wêreld is, en as rede noem hy dan:

'That the Japanese culture favors calculation can best be substantiated by children's verbally stated prefe-

rence for mathematics, especially calculation, and by their parents' encouragement of extensive practice in it.'

### **1.3.1.3 Kognitiewe motiewe**

Kognitiewe motiewe is die wyse waarop belangstelling in die spesifieke vak wat aangeleer moet word, gewek word. Hier word onderskei tussen ekstrinsieke motivering waar die onderwyser wyses van beloning of straf inskakel om sodoende die leerder uit eie keuse te laat doen wat van hom verwag word, en intrinsieke motivering waar die motivering in die kind se eie begeerte om beter te doen in wiskunde, gesetel is.

### **1.3.2 Bronne van leermotivering**

Bostaande drie leermotiewe is suksesvol wanneer die kind slegs agterstande ten opsigte van wiskundevaardighede het, en asosiale gedrag en affektiewe labiliteit nie die omstandighede verder kompliseer nie. Dit is egter dikwels die geval dat waar die kind oor 'n historisiteit van herhaalde mislukkings op getalgebied beskik, die onderwyser se taak om die kind te motiveer heelwat meer gekompliseerd is. Glennon en Cruickshank (1981:90) bespreek bronne van leermotivering en motiveringstrategieë wat bykomend ingeskakel kan word.

#### **1.3.2.1 Aangeleerde hulpeloosheid**

Aangeleerde hulpeloosheid word gesien in lae selfbeeld, gebrek aan motivering, ontoereikende wil en neerslagtigheid. Hierdie kind glo dat hy, op grond van sy mislukings van die verlede, nie wiskunde kan doen nie. Sy oplossing is om op te gee, nie meer te probeer nie en sodoende nie weer die geleentheid te hê om te misluk nie.

Ondersoeker het gevind dat hierdie kind tot 'n groot mate gemotiveer kan word as hy op 'n gereelde basis op sy vordering gewys word. Hierdie vordering kan op 'n vorderingskaart aangedui word wat voor in die kind se boek geplaas word (hierdie aspek word later in die studie meer prakties aangespreek). Sodoende word sy beleving van mislukking op die gebied van getalbewerkings hokgeslaan en kry hy meer moed om sy bes te doen.

Omdat ons leerlinge in die elektroniese era grootword, is uit ondervinding gevind dat kinders wat hulself as hulpeloos beleef, aanklank vind by elektroniese wiskundespeletjies soos Little Professor en Charlie, sowel as sakrekenaars waarop hy sy eie antwoorde op getalbewerkings kan toets. Getalbewerkings op geskikte rekenaarprogramme is ook 'n gewilde, geslaagde motiveringsaspek by kinders wat hulself as hulpeloos ervaar.

#### **1.3.2.2 Veldafhanklikheid/-onafhanklikheid**

Veldafhanklike kinders is meer innemend, sosiaal, taktvol en warm, hulle sien inhoude meer globaal en is meer mens-

gerig, terwyl veldonafhanklike kinders inhoude meer analities beskou, meer onpersoonlik is, minder sensitief vir sosiale situasies is en meer geïnteresseerd in abstrakte inhoude is. Dit is bevind dat veldonafhanklike kinders beter reageer op intrinsieke motivering, terwyl beide groepe kinders gelyk gereageer het op ekstrasieke motivering soos prys en beloning.

### **1.3.2.3 Metakognisie**

Soos vroeër in die studie vermeld, het metakognisie te doen met die kind se vermoë om te dink oor sy eie denkprouesse. Dit het te doen met die kind se kognitiewe vermoë om sy leerprouesse, sy leerstyl en sy leeruitkoms te evalueer. Vir die leergestremde kind beteken dit dat hy meer reflektief sal optree en sy eie optrede sal deurdink en bevra, hy sal ook beter in staat wees om sy leerprouesse te monitor. Op hierdie wyse is dit moontlik vir die habitueel impulsiewe kind om te stop, te dink en te doen en sodoende meer sukses te behaal wat weer sy motivering sal verhoog. Ondersoeker het gevind dat wanneer 'n kind gevra word om sy metakognitiewe denke te verbaliseer, hy dikwels vir die eerste keer besef dat hy self 'n antwoord kan beredeneer en nie as 'n mislukking beskou word as hy die getalfeite nie kan memoriseer nie. Dit dra gewoonlik baie by tot beter motivering, omdat hy homself nou nie meer as uitgelewer aan sy ontoereikende memoriseringsvaardighede beleef nie.

#### 1.3.2.4 Gedragsmodifikasie

Gedragsmodifikasie is veral geskik vir die leergestremde kind met affektiewe en sosiale probleme. Tegnieke van gedragsmodifikasie van onaanvaarbare gedrag wat positiewe motivering teëwerk, sluit die volgende in: reëls, stimulus verandering, aanmoediging van onderwyser, kontraksluiting, verbale terugvoer, 'time-out' en versterkingsprosedures. Ondersoeker het ervaar dat kinders met leerprobleme sekuriteit in die remediëringsituasie ervaar as hy presies weet wat van hom verwag word en die aktiwiteite sinvol afgewissel word sodat daar balans tussen 'n formele leersituasie en informele leersituasie soos wiskundespeletjies is. Die kind is ook beter gemotiveerd as die onderwyser begrypend en aanmoedigend optree en versterkingsprosedures inskakel, soos belonings, waar die kind as hy hard gewerk het, toegelaat word om met 'n elektroniese wiskundespeletjie te speel of sy vordering op 'n vorderingskaart aangebring word.

Om die kind met wiskunde probleme effektief te help is dit nodig dat die onderwyser deurentyd die motiveringstegnieke in gedagte sal hou en sal inskakel soos en wanneer nodig. Soos hierbo aangedui is dit veral nodig dat die onderwyser die kind waarlik sal ken en die motiveringstegnieke sal inskakel volgens die geaardheid en persoonsbelewenis van die kind.

## 2 ANALISERING VAN KOGNITIEWE OPTELVAARDIGHEDE

Voordat 'n hulpprogram met enige leerling met wiskunde probleme aangepak word, is dit noodsaaklik dat die leerling se kennis- en kognitiewe vaardigheidsvlak ten opsigte van die spesifieke probleemgebied eers vasgestel sal word. Diagnostisering deur middel van spoedtoetse waar aan die leerling 'n aantal somme gegee word wat hy binne 'n sekere tyd op sy eie moet voltooi, is nie altyd die beste oplossing nie, aangesien baie leerlinge geneig is om tyd in te boet en eerder minder somme te doen, maar al hulle somme korrek te beantwoord. Die onderwyser sal dan nog nie 'n kwaliteitsanalise kan doen nie omdat dit nie duidelik sal wees watter getalfeite die leerling paraat ken, watter getalfeite hy eers moes bereken en hoe hy dit bereken het nie.

'n Opteltoets waar die somme mondeling aan die leerling gestel word, die leerling die antwoorde mondeling weergee, gee 'n beter aanduiding van presies met watter getalfeite die leerling probleme ondervind. Dit is ook imperatief dat die kind by getalfeite wat hy nie paraat ken nie, metakognief te werk sal gaan en sal verbaliseer hoe hy te werk gaan om by 'n antwoord te kom. Sodoende sal die onderwyseres 'n goeie beeld van die kind se kognitiewe vaardigheid verkry.

### 2.1 DIAGNOSTIESE OPTELVAARDIGHEIDSTOETS

Die volgende toets dien as voorbeeld van 'n diagnostiese toets vir wiskundevaardighede wat mondeling aan leerlinge gestel kan word:

1.  $1 + 1 =$

2.  $3 + 0 =$

3.  $3 + 2 =$

4.  $1 + 4 =$

5.  $4 + 4 =$

6.  $5 + 6 =$

7.  $0 + 6 =$

8.  $9 + 2 =$

9.  $4 + 6 =$

10.  $7 + 1 =$

11.  $2 + 6 =$

12.  $7 + 7 =$

13.  $4 + 3 =$

14.  $8 + 4 =$

15.  $7 + 3 =$

16.  $7 + 5 =$

17.  $1 + 9 =$

18.  $5 + 2 =$

19.  $2 + 8 =$

20.  $8 + 8 =$

21.  $6 + 7 =$

22.  $9 + 4 =$

23.  $5 + 4 =$

24.  $6 + 8 =$

25.  $9 + 0 =$

26.  $7 + 9 =$

27.  $8 + 9 =$

28.  $0 + 8 =$

29.  $5 + 5 =$

30.  $6 + 3 =$

Die onderwyser moet die kind se kognitiewe strategieë van getalfeite wat hy nie paraat ken nie, langs die som aanteken om by latere hulpverlening te kan wysig of te beredeneer. As 'n kind byvoorbeeld  $7 + 3$  nie paraat ken nie, moet hy gevra word om hardop te dink en aan onderwyser te verduidelik hoe hy te werk sal gaan om 'n antwoord te kry. Indien hy die probleem probeer oplos deur te begin met  $3 + 3$  en dan nog 4 met sy vingers bytel, kan dit soos volg teenoor  $7 + 3$  aangeteken word:  $7 + 3 = 3 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1$ . As hy byvoorbeeld  $8 + 4$  nie paraat ken nie, maar vanaf die getalfeit  $8 + 5$ , wat hy ken, te werk gaan en dan 1 aftrek, kan dit soos volg aangeteken word:  $(8 + 5) - 1$ .

## 2.2 INTERPRETASIE VAN DIAGNOSTIESE OPTELVAARDIGHEIDSTOETS

Vir 'n sinvolle interpretering van hierdie toets is dit van groot waarde as die foute, of items waar die leerling die getalfeite nog nie paraat ken nie of waar hy van ontoereikende strategieë gebruik maak, elke keer op 'n interpretasievorm omkring sal word. Op die onderstaande interpretasievorm is die getalfeite soos dit in bostaande toets voorkom, volgens strategieë, waarvolgens hulpverlening gaan plaasvind, ingedeel. 'n Getalfeit kan onder meer as een strategie-indeling ingedeel word, byvoorbeeld  $5 + 5$  is 'n dubbelgetal, 'n kombinasie van 10 sowel as 'n  $5 +$  getal-som. Dit is raadsaam om so 'n som by elke indeling te omkring om sodoende makliker 'n patroon van foute te kan waarneem.

### Interpretasievorm:

Getal+0	+1-somme	+2-somme	5+getal	Tiene
$3 + 0$	$1 + 1$	$3 + 2$	$5 + 6$	$4 + 6$
$0 + 6$	$1 + 4$	$9 + 2$	$7 + 5$	$7 + 3$
$9 + 0$	$7 + 1$	$2 + 6$	$5 + 2$	$1 + 9$
$0 + 8$	$1 + 9$	$5 + 2$	$5 + 4$	$2 + 8$
		$2 + 8$	$5 + 5$	$5 + 5$

### Amper-

Dubbels	dubbels	9+getal	8+getal	Ander
$1 + 1$	$3 + 2$	$9 + 2$	$8 + 4$	$7 + 5$
$4 + 4$	$5 + 6$	$1 + 9$	$2 + 8$	$6 + 3$
$7 + 7$	$4 + 3$	$9 + 4$	$8 + 8$	
$8 + 8$	$6 + 7$	$7 + 9$	$6 + 8$	
$5 + 5$	$5 + 4$	$8 + 9$	$8 + 9$	
	$8 + 9$			

Die onderwyser behoort nou 'n duidelike beeld te hê van die spesifieke leerling se wiskundevaardighede. Die hulpverlening sal dan geskied volgens die resultate wat verkry is. Waar die grootste konsentrasie kringe is, kan as die kind se grootste probleemarea beskou word. Sorg moet egter gedra word dat die hulpverlening volgens die volgorde waarin die hulpprogram aangebied word sal geskied, aangesien die vaardighede konsentries georden is. Sekere stappe kan egter oorgeslaan word as die onderwyser seker is dat die kind oor daardie spesifieke vaardighede beskik. Hulpverlening met amperdubbels kan byvoorbeeld slegs gedoen word indien 'n kind reeds al sy dubbelgetalle paraat ken.

### 3 HULPPROGRAM VIR OPTEL

#### 3.1 HIËRARGIE VIR DIE AANLEER VAN OPTELVAARDIGHEDE

Vaardigheid	Hulpvaardigheid
8 + getal-bewerkings	Getal - 2-bewerking 10 + getal-bewerking
9 + getal-bewerkings	Getal - 1-bewerking 10 + getal-bewerkings
Amperdubbelgetalle	Voorstelling van hande, abakus of dominopatrone
Dubbelgetalle	Voorstelling van hande, abakus of dominopatrone

Kombinasies van 10	Voorstelling van hande, abakus of dominopatrone
5 + getal-bewerkings	Getalherkenning met hande, abakus, dominopatroon
Getal + 2-bewerkings	Springtel
Getal + 1-bewerkings	Tel
Telaktiwiteite	Een-tot-een-afparing

### 3.2 TELAKTIWITEITE

#### 3.2.1 Telaktiwiteit op makro-getallelyn

Leerlinge doen telaktiwiteite op 'n makro-getallelyn waarop hulle kan stap, vorentoe vanaf 0 tot by 20 en agteruit vanaf 20 tot by 0. Aantelaktiwiteite word ook 'gestap', byvoorbeeld, waar die leerling op die 3 staan en vorentoe aantel 3...4....5, ens. Sorg moet gedra word dat die leerling die getalnaam sê met elke tree wat hy gee en sodoende deurgaans verbaliseer tydens die aktiwiteite. Wiskundewoordeskaf geniet

Piaget: ruimtelike verhoudings en die liggaam as bron van kennis.

Bruner: leer deur aktiwiteite.

Bandura: retensie m.b.v. verbalisering

ook aandag by hierdie aktiwiteit, veral die begrippe 'meer as', 'minder as', 'tel by', 'plus', 'minus', 'neem weg', 'tel aan' en 'tel terug'.

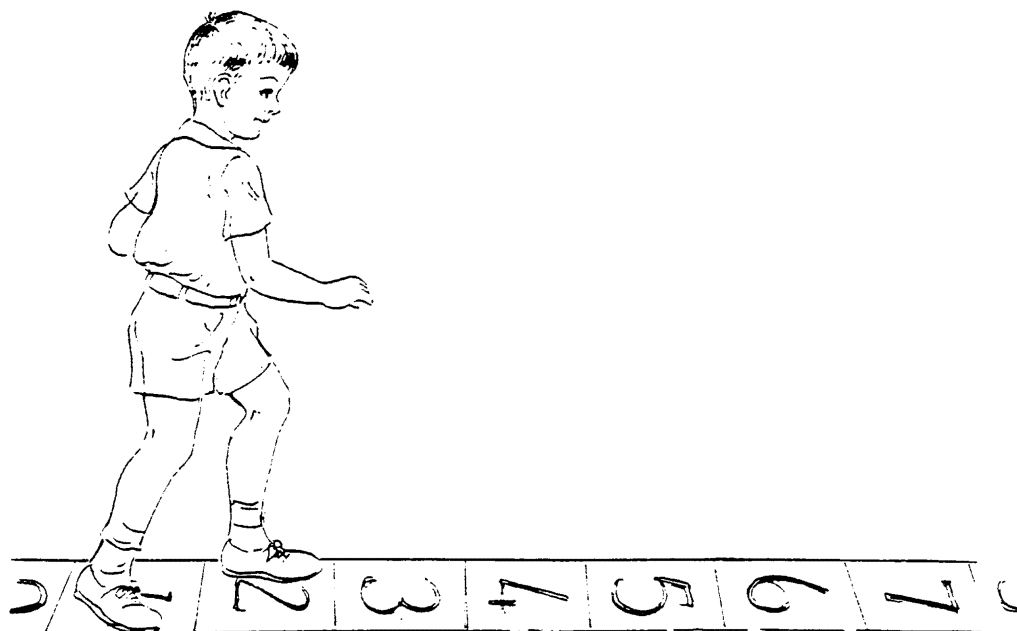
Springtel met twees kan ook gedoen word waar die leerling nou 'reusetreë' gee en in ewe (0 - 2 - 4 - 6 - 8 - ens.) of onewe (1 - 3 - 5 - 7 - 9 - ens.) getalle tel. Hierdie aktiwiteit kan later herhaal word wanneer plus-2-bewerkings, die 2 x-tafel of ewe en onewe getalle behandel word.

beter.

Vygotsky en Bandura: vorming van konsepte toon noue verband met woordeskat.

Piaget: liggaam as bron van kennis (sensories-motoriese fase).

Ausubel: sekwensiële aanbieding van leerstof.



Figuur 1: Gebruik van makro-getallelyn

### 3.2.2 Telaktiwiteit op konkrete vlak

Unifix-blokkies wat met afvryfnommers van 0 tot 20 genommer is word ook gebruik vir ondervinding in die hantering van konkrete apparaat. Blokkies word geskommel aan die leerling gegee en dit moet dan in numeriese volgorde geheg word, vanaf 0 tot 20 en ook vanaf 20 tot by 0. Aantelaktiwiteite word op dieselfde wyse as op die makro-getallelyn op hierdie konkrete getallelyn gedoen. Sorg moet gedra word om seker te maak dat die leerling met korrekte een-tot-een-afparingsaksies tel. Springtel met twees waar twee blokkies op 'n slag bygevoeg word kan nou of op 'n later stadium gedoen word.

### 3.2.3 Telaktiwiteit op 'n voorstellingsvlak

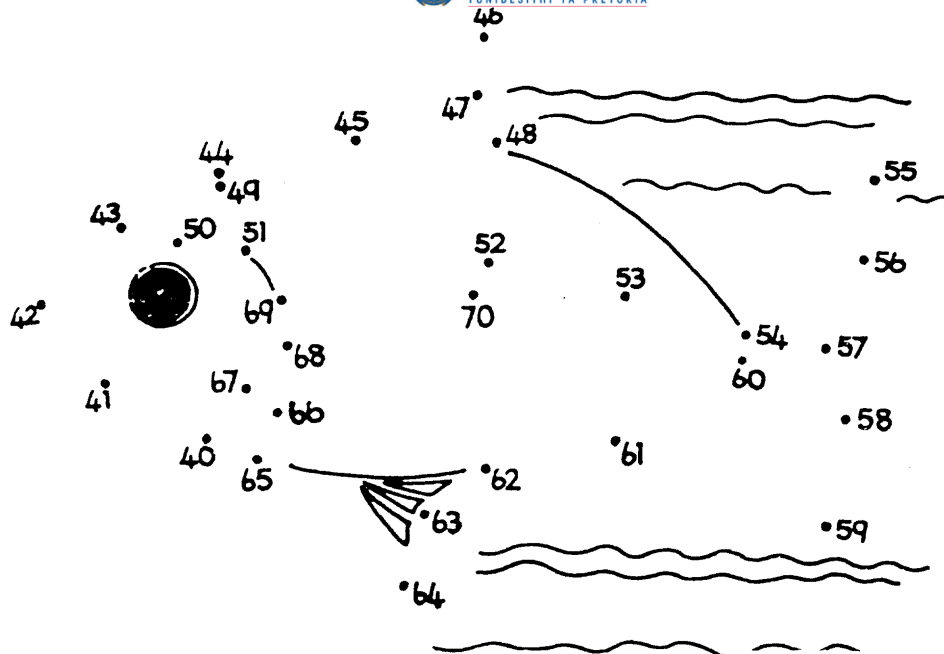
Kol-na-kol telaktiwiteite waar 'n prentjie die produk is, is van groot waarde. Laat die leerling van 0 tot 20 tel en teken en dan ook weer agteruit. Hierdie aktiwiteit word veral vir die genotswaarde wat dit vir die leerling inhou, ingeskakel.

Piaget, Feuerstein:  
leer deur direkte  
ervaring met die  
werklikheid en deur  
begeleide leererva-  
rings.

Piaget: ervaring met  
konkrete voorwerpe.  
Feuerstein, Vygotsky:  
begeleiding van  
leerervaring.

Wertheimer: emosies  
word betrek om tot  
insig en begrip te  
kom.

Ausubel: motivering  
beïnvloed leer.



Figuur 2: Kol-na-kol telaktiwiteite

Papier-en-potlood-getallelyne kan ook gebruik word vir tel-aktiwiteite en veral ook vir aantel- en terugtelaktiwiteite. Sorg moet hier gedra word dat die leerling die getallelyn korrek gebruik.

### 3.2.4 Telaktiwiteit op 1 - 100-kaart

Telaktiwiteite op die 1 - 100-kaart is uiters belangrik aangesien die leerling veral met hierdie aktiwiteit bewus gemaak kan word van die wetmatigheid van getalle. Die leerling kan gevra word om getalle te soek, byvoorbeeld 32, 36 en 39. Op 'n induktiewe wyse kan die leerling bewus word van die feit dat al die getalle met drie tiene in

Bruner: ikoniese modus (voorstelingsvlak).

Gagné, Van Parreren, Wertheimer, Bruner: interpretering en ordening.

Bruner: leer d.m.v. induktiewe metode.

dieselfde ry staan. Op dieselfde wyse kan hy weer gevra word om getalle met dieselfde hoeveelheid ene, byvoorbeeld, 43, 13 en 63 te soek, waar hy weer kan aflei dat al die getalle met drie ene onder mekaar staan. Heelwat aktiwiteite op die 1 - 100-kaart vergemaklik die vermoë om hierdie visuele voorstelling van getalle te internaliseer.

Bruner, Tolman  
 Bandura, Van Parre-  
 ren: visuele voor-  
 stelling.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Figuur 3: 1 - 100-Kaart

### 3.2.5 Telaktiwiteite op 'n abstrakte vlak

Tydens telaktiwiteite op 'n abstrakte vlak is dit baie belangrik dat leerlinge bewus gemaak sal word van die geïnternaliseerde voorstelling van die 1-100-kaart waaroor hulle moet beskik om werk op 'n abstrakte vlak te vergemaklik. Hulle moet eers tel met handbeweging vanaf 1 (links bo) tot 10 (regs bo), dan weer vanaf 11 (links onder) tot by 20 (regs onder), ens. As hulle byvoorbeeld moet aantel vanaf 9 moet hulle na regs wys met die hand tot by 10 en dan weer links onder begin aantel met handbewegings vanaf die 11 na regs. Handbewegings kan later gestaak word sodra die onderwyser tevrede is dat die leerling wel 'n geestesbeeld van die getalkaart het.

### **3.3 GETALBEWERKINGS**

#### **3.3.1 Getalbewerkings deur middel van aantelvaardighede**

##### **3.3.1.1 Plus-1-bewerkings**

Die leerling word gevra of hy al in staat is om te tel, indien hy bevestigend antwoord word hy daarop gewys dat hy dan ook

Sternberg, Bandura, Tolman, Bruner: internalisasie deur visuele voorstelling

Bandura: retensie beter d.m.v. beelding.

Tolman: kognitiewe kaart.

Ausubel: Onderwyser moet kennis neem van bestaande vaar-

in staat is om plus-1-bewerkings te doen. Die leerling begin deur op die 0 van die makrogetallelyn te staan. Hy gee 'n tree vorentoe en sê: '0 .. plus 1 is 1', by die 1 gee hy die volgende tree en sê: '1 plus 1 is 2' gee 'n tree '2 plus 1 is 3', gee 'n tree '3 plus 1 is 4', ensovoorts tot by 20. Hy kan dan gevra word om oplossings vir plus-1-bewerkings wat op flitskaarte geskryf is te verskaf deur dit met behulp van die makrogetallelyn uit te stap. Maak seker dat die leerling die bewerking doen deur op die eerste gegewe getal te staan en net 1 tree by te tel. By die bewerking  $6 + 1$  sal hy byvoorbeeld op die 6 gaan staan en een tree by gee om op die 7 te staan te kom. Dieselfde beginsel word vervolgens gevolg met die Unifix-blokkies of ander tellers (konkrete ervaring) en dan met 'n pen-en-papiergetallelyn (voorstellingsvlak). Vervolgens word plus-1-bewerkings op 'n abstrakte vlak gedoen deur met die syfersimbole te werk, byvoorbeeld:

$$1 + 1 = 2$$

$$11 + 1 = 12$$

$$2 + 1 = 3$$

$$12 + 1 = 13$$

$$4 + 1 = 5$$

$$14 + 1 = 15$$

$$6 + 1 = 7$$

$$16 + 1 = 17$$

dighede en dan hulpvaardighede leer.

Vygotsky, Feuerstein:

Begelei vanaf bekende na onbekende.

Vygotsky, Bandura:

Verbalisering.

Bruner: moedig

aktiewe deelname aan.

Wertheimer: leer

deur ware insig en begrip.

Bruner: leerling

moet eie reëls

aflei- induktiewe metode.

Bruner, Piaget:

begelei vanaf konkrete na abstrakte vlak.

Van Parreren: skemativering aanskoulik,

Doen eers die bewerkings tot by getal 10 en brei dan die getalgebied uit.

skematisering abstrak, outomatismes.

Leerlinge doen vervolgens plus-1-bewerkings op nog hoër getalgebiede, byvoorbeeld:

Bruner: spirale kurrikulum.

$$30 + 10 = 40 \qquad 300 + 100 = 400$$

$$80 + 10 = 90 \qquad 800 + 100 = 900$$

Hulle geniet ook die uitdaging om plus-1-bewerkings met duisende en miljoene op

Wertheimer: kom tot insig en begrip deur emosies te betrek.

'n mondelinge vlak te doen, byvoorbeeld:

$$2 \text{ duisend} + 1 \text{ duisend} = 3 \text{ duisend}$$

$$5 \text{ miljoen} + 1 \text{ miljoen} = 6 \text{ miljoen}$$

Ausubel: motivering.

Wanneer die ouer leerling goeie insig in hierdie strategie toon, kan oorgegaan word na plus-1-bewerkings waar oorgegaan word na

Ausubel: sekwensiële aanbieding van leerstof.

'n volgende tien, honderd of duisend, byvoorbeeld:

$$19 + 1 = 20 \qquad 299 + 1 = 300$$

$$49 + 1 = 50 \qquad 599 + 1 = 600$$

$$99 + 1 = 100 \qquad 7\,999 + 1 = 8\,000$$

Piaget, Gagné,

Feuerstein: afleidings maak.

### 3.3.1.2 Plus-2 bewerkings

Dieselfde metode as by plus-1-bewerkings kan gevolg word, waar daar eers op die makro getallelyn twee treë aangetel word ('reusetreë'), dan met die genommerde Uni-

Bruner: enaktiewe modus (sensories-motories).

fix blokkies of ander apparaat twee items bygesit word en laastens die pen-en-papier-getallelyn waar twee spasies aangetel word. Afhangende van die kognitiewe of affektiewe stand van die leerling, kan daar nou ook induktief te werk gegaan word waar die plus-2-somme op flitskaartjies aan die leerling voorgehou word en hy dan self tot die oplossing moet kom dat hy op die makro-getallelyn asook op die Unifix-blokkies en die pen-en-papiergetallelyn twee treë, twee blokkies of twee spasies moet aantel. So kan ook vasgestel word of hy van die voorkennis wat opgedoen is by die springtel-aktiwiteite gebruik kan maak om tot 'n oplossing te kom. Hierdie aktiwiteit moet ook op die 1 - 100-kaart of blokkies gedoen word.

Op 'n abstrakte vlak kan van die leerling verwag word dat hy antwoorde vir plus-2-somme sal kan verskaf deur metakognitief te werk te gaan. Weereens word somme tot by 10 eers gedoen en dan die uitbreiding daarvan na 'n hoër getalgebied, byvoorbeeld:

$1 + 2 = 3$	$11 + 2 = 13$	$41 + 2 = 43$
$3 + 2 = 5$	$13 + 2 = 15$	$73 + 2 = 75$

Piaget: logiese denke gebaseer op hantering van konkrete objekte.

Piaget, Feuerstein, Gagné: afleidings maak.

Sternberg, Feuerstein: toepas, evaluering.

Sternberg, Gagné, Feuerstein: verbandlegging.

Sternberg, Feuerstein, Piaget: metakognisie.

Bruner: spirale kurrikulum.

Vir ouer kinders kan die getalgebied weereens uitgebrei word deur plus-2-bewerkings op tiene, honderde, duisende, tienduisende en hoër toe te pas, byvoorbeeld:

$$435 + 20 = 455 \quad 10\,246 + 2\,020 = 12\,266$$

$$574 + 202 = 776 \quad 5\,342 + 2\,200 = 7\,542$$

### 3.3.1.3 Getal + 0 -bewerkings

Dit is belangrik dat die leerling hierdie getalfeite ook op die makro-getallelyn sal stap om sodoende deur middel van die ervaring met sy liggaam, asook deur die inductiewe metode tot die gevolgtrekking sal kom dat enige getal plus nul dieselfde bly aangesien niks bygevoeg word nie.

Hierdie getal + 0-bewerking word ook op 'n konkrete vlak met behulp van tellers of ander apparaat gedoen, daarna op 'n voorstellingsvlak waar die leerling met behulp van prentjies, afbeeldings of die getallelyn inductief kan vasstel, dat wanneer die getal 0 (of niks) bygetel word, die getal dieselfde bly. Laastens doen die leerling getal + 0-bewerkings op 'n werkvel of in sy

Feuerstein: Kognitiewe strategieë.

Bruner: leer deur direkte ervaring.

Bruner: enaktiewe modulus (senso-motories).

Piaget, Gagné, Feuerstein: afleidings maak, organiseer.

Piaget, Feuerstein: leer deur direkte ervaring met die werklikheid - hanteling van konkrete objekte.

Piaget, Gagné.

Feuerstein: aflei-

boek sodat die begrip ook op 'n abstrakte vlak vasgelê kan word.

dings maak.

### 3.3.2 Getalbewerkings met vyf as 'n intermediêre eenheid

#### 3.3.2.1 Getalherkenning

Voordat oorgegaan word na verdere bewerkings is dit belangrik dat seker gemaak sal word dat die leerling getalherkenning met behulp van die visuele voorstelling van sy hande kan doen. Die getalle moet van links na regs, soos in die lees en skryfakt, op die vingers aangewys word. Die getalle moet nie as reg aanvaar word as slegs die aantal vingers korrek is nie, die vingerpatroon moet konstant eenders wees. Die getal vier is byvoorbeeld altyd die eerste vier vingers vanaf die linkerhand se pinkie, nie soms twee vingers aan elke hand of enige vier vingers aan die regter of linkerhand nie. Hierdie noodsaaklikheid vir konstantheid van visuele beeld is nodig om die internalisasie van die beeld te vergemaklik sodat hy dit later tot sy beskikking sal hê as hy abstrakte begrippe moet vorm. 'n Spe-

Sternberg, Bandura, Tolman, Ausubel: visuele voorstelling.

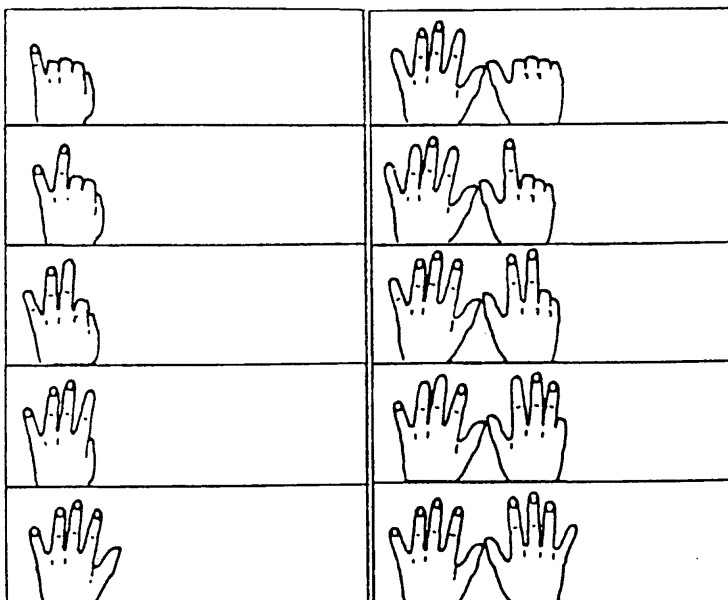
Bruner: leerstof moet gestruktuureerd aangebied word.

Bruner: een van die vlakke van kennis - internalisasie deur visuele voorstelling.

letjie waar die leerling sy vingers afneem met die 'kamera van sy oë' verskaf baie getalpatrone. Dit is baie belangrik dat die leerling nie toegelaat sal word om op sy vingers te tel nadat die aanvanklike getalpatrone op sy vingers uitgetel is nie, anders bestaan die gevaar dat die kind langer op 'n konkrete bewerkingsvlak sal bly aangesien hy altyd sy vingers tot sy beskikking het en dan nie die insentief sal hê om bewerkings op 'n abstrakte vlak te doen nie. Aanvanklik word slegs die beeld van die getalle gebruik om dan later geïnternaliseerd gebruik te word om konsepte op 'n abstrakte vlak te vorm en bewerkings te doen. Die getalbeelde op die vingers lyk soos volg:

Wertheimer: om tot insig en begrip te kom word emosies betrek.

Sternberg: moet elementêre vaardighede geoutomatiseerd doen ten einde meer denksommoontlikhede vir hoër vaardighede te hê.



Figuur 4: Getalbeelde op vingers

Getalbeelde op vingers kan vir die leerling geflits word, hy moet dan die getal sonder om te tel kan herken en die getalnaam sê. Die onderwyser kan ook die getalnaam sê sodat die leerling die getalbeeld op sy vingers of op 'n kaart met 'n voorstelling van die vingers moet wys. Die kind kan ook sy hande op papier aftrek en die vingers nommer.

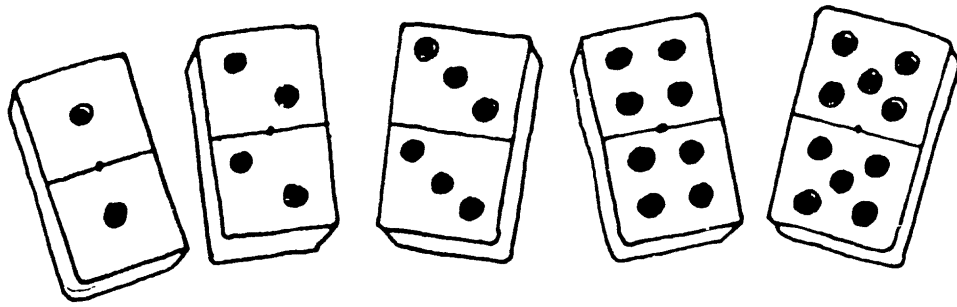
Presies dieselfde metode van gedagtebeeldvaslegging van die dominopatroom kan gevolg word. Hoewel dit gewoonlik nie aanbeveel word dat daar net een getalpatroom gebruik word nie, word dit tog in die geval van leergestremde leerlinge aanbeveel. Ondersoeker het waargeneem dat hulle nodig het om 'n konstante, bekende, onveranderende beeld van getalle te hê, wat hulle dan gouer kan internaliseer en manipuleer. Die patroon kan ook met Unifix-blokkies uitgepak word.

Sternberg, Gagné: memorering.

Piaget: beklemtoon self as bron van kennis (sensories-motoriese fase).

Sternberg: keuse van voorstelling.

Piaget, Feuerstein: leer deur direkte ervaring met die werklikheid.



Figuur 5: Blokkies met dominopatrone

### 3.3.2.2. 5 + Getal-bewerkings

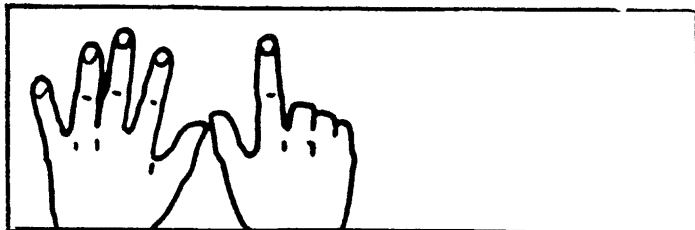
Die leerling word daarop gewys dat aangesien hy nou die getalle op sy hande en op die dominopatroon ken, hy al reeds in staat is om 'n hele aantal bewerkings te kan doen. Hy word gevra om ses vingers te wys. As hy die vingers voor hom het word hy gevra watter voorstelling van 'n som hy dink hy nou daar voor hom het. In baie gevalle sal die leerling in staat wees om te sien dat hy die voorstelling van die som  $5 + 1$  of  $1 + 5$  voor hom het. Indien hy dit nie self kan sien nie, moet hy daarop gewys word en kan daar 'n nommer 5-kaartjie op sy linkerhand en 'n nommer 1-kaartjie op sy regterhand geplaas word met 'n optelbewerkingsteken tussen die twee hande. Hy kan dan ook gewys word op die kommutatiewe eienskap van

Van Parreren: onderwyser moet hom vergewis van voorkennis en daarby aansluit.

Feuerstein, Vygotsky: leer deur begeleide ervaring.

Sternberg, Gagné, Feuerstein: ver-

talle, naamlik dat  $1 + 5$  asook  $5 + 1$  gelyk bandlegging.  
is aan 6.



$$5 + 2 = 7$$

Figuur 6: Optelbewerking met hande

Vervolgens word dieselfde prosedure met sewe vingers ( $5 + 2$  en  $2 + 5$ ), agt vingers ( $5 + 3$  en  $3 + 5$ ) en nege vingers ( $5 + 4$  en  $4 + 5$ ) gevolg.

Daar kan op hierdie stadium ook gebruik gemaak word van dominoblokkies met die 5 en 1, 5 en 2, 5 en 3 en 5 en 4 kombinasies. Groot dobbelstene met kolpatrone kan ook gebruik word waar die een dobbelsteen konstant op die 5 sal bly en die ander dobbelsteen dan gerol kan word om dan telkens 'n ander getalkombinasie te gee waarvan die leerling die bewerking moet doen.

Daar word vervolgens aan die leerling werksblaaie met die afbeelding van hande of dominopatrone gegee sodat hy dit wat hy

Feuerstein: begeleier lei tot kognitiewe strategie wat in staat stel om self te orden en begryp.

Piaget: logiese en simboliese denke gebaseer op hanteling van konkrete objekte.

Bruner: ikoniese modus (uitbeelding van konkrete objekte).

kinesteties en konkreet ervaar het, op 'n voorstellingsvlak kan toepas.

Die leerling moet dan ook 'n werksblad gegee word met 5 + getal-probleme en ook die uitbreiding daarvan in die hoër dekades, byvoorbeeld:

$$15 + 3 = 18$$

$$15 + 2 = 17$$

$$42 + 5 = 47$$

$$145 + 54 = 199$$

$$552 + 235 = 787$$

$$1\ 500 + 300 = 1\ 800$$

By hierdie werksblad moet hy spesifiek daaraan herinner word dat hy nou van die geïnternaliseerde beeld van die hande of dominopatrone gebruik kan maak om hierdie probleme op te los.

### 3.3.2.3 Kombinasies van 10

Die leerling word daarop gewys dat as hy sy getalherkenning op sy hande ken, hy ook reeds sy kombinasies van 10 kan doen. Hy word gevra om ses vingers te wys, as hy nou kyk hoeveel vingers gebuig is, weet hy dat hy vier by ses moet tel om tien te kry. Hy moet nou self 'n oplossing vind vir  $7 + \underline{\quad} = 10$ ,  $8 + \underline{\quad} = 10$  en  $9 + \underline{\quad} = 10$ .

Bruner: spirale kurrikulum, werk eers elementêr dan gevorderd.

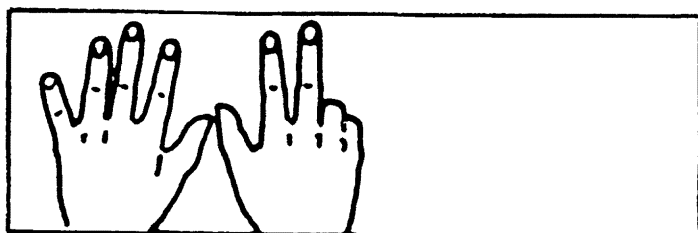
Bandura: retensie beter m.b.v. beelding.

Van Parreren: die onderwyser moet hom vergewis van die voorkennis van 'n leerling en daarby aansluit.

Piaget: self as bron van kennis.

Die onderwyser kan nou waarneem of die metode wat vir hom aan die hand gedoen is, toegepas kan word, of die leerling kreatief genoeg is om 'n nuwe strategie te gebruik en of die leerling tot geen probleemoplossing in staat is nie.

Bruner: ware insig lei tot eie strategieë.



$$8 + 2 = 10$$

Figuur 7: Kombinasie van tien

'n Werkblad met die afbeelding van hande en die kombinasies van 10 word aan die leerling gegee om te voltooi om dit wat hy kinesteties ervaar het, op 'n voorstellingsvlak te doen. Verdere oefeninge sonder die ondersteuning van die tekening maar alleen met die gebruik van die geïnternaliseerde voorstelling van die hande word gedoen.

Bruner: ikoniese modus (uitbeelding van konkrete objekte).

Bruner: konsepformasie - het gedagtebeelde nodig om abstrakte begrippe te vorm.

#### 3.3.2.4 Dubbelgetalle

Die dubbelgetalle,  $2 + 2$ ,  $3 + 3$ , en  $4 + 4$  is gewoonlik vir die leerling baie maklik. Dominoblokkies waarop dubbelgetalle is, is van groot waarde om die begrip uit te beeld. Die dubbelgetal  $2 + 2$  kan ook met 'n motortjie waar 2 wiele + 2 wiele = 4 wiele, is. By die dubbelgetal  $3 + 3$  kan 'n halfdosyn eierkarton gebruik word waar  $3 + 3 = 6$  duidelik sal wees. Vir die aanleer van  $4 + 4$  kan 'n rubberspinnekop gebruik word waar 4 pote + 4 pote = 8 pote is. Hande word gebruik om  $5 + 5$  aan te leer.

Sodra die leerling hierdie kombinasies goed ken, kan met die dubbelgetalle groter as 10 begin word. Weereens word met die hande begin. Vra die leerling om ses vingers te wys, die onderwyseres wys dan ook ses vingers. Die twee volle vyfs word teenmekaar geplaas om 'n tien te vorm en die twee eens word bymekaar gesit om twee te vorm. So ook met twee sewes, twee agts en twee neges.

$6 + 6 = 12$  word dan gesien as

$(5 + 1) + (5 + 1) = (10 + 2)$

$7 + 7 = 14$  word dan gesien as

$(5 + 2) + (5 + 2) = (10 + 4)$

$8 + 8 = 16$  word dan gesien as

Vygotsky, Feuerstein:  
mediasie - stel kind bloot aan ervaringsveld uit eie ervaringsveld waarna kennisveld uitkring na onbekende.

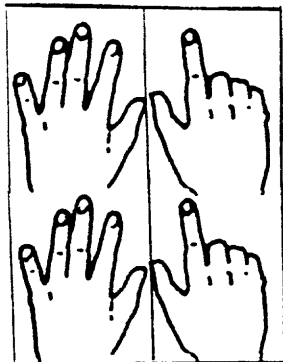
Piaget: self as bron van kennis.

Feuerstein, Vygotsky:  
begeleiding - rig leerervaring deur middel van ordening, klassifikasie.

$$(5 + 3) + (5 + 3) = (10 + 6)$$

9 + 9 = 18 word dan gesien as

$$(5 + 4) + (5 + 4) = (10 + 8)$$



$$10 + 4 = 14$$

$$7 + 7 = 14$$

Figuur 8: Dubbelgetalbewerking met behulp van hande

Hierdie selfde bewerkings kan ook met die dominopatrone, Unifix-blokke of die abakus waar die eerste vyf altyd 'n ander kleur is, gedoen word. Die leerling kan dan duidelik sien dat  $6 + 6$  byvoorbeeld, bestaan uit twee vyfs wat saam tien maak en twee eens wat saam twee is en dan die antwoord van  $12$  ( $10 + 2$ ) kry.

Die leerling word dan begelei om op 'n induktiewe wyse tot die gevolgtrekking te kom dat daar 'n sterk verband is tussen:

Piaget: logiese denke gebaseer op hantering van konkrete objekte.

Gagné, Feuerstein, Piaget: afleidings maak.

Feuerstein, Vygotsky: leer met behulp van 'n begeleier.

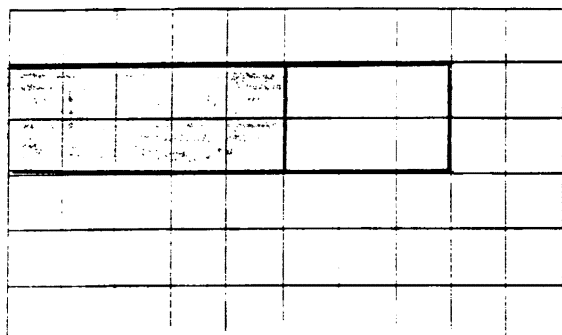
$1 + 1 = \underline{2}$  en  $6 + 6 = \underline{12}$   
 $2 + 2 = \underline{4}$  en  $7 + 7 = \underline{14}$   
 $3 + 3 = \underline{6}$  en  $8 + 8 = \underline{16}$   
 $4 + 4 = \underline{8}$  en  $9 + 9 = \underline{18}$

Die leerling lei dan af dat hy slegs die bewerking met die regterhand-getalle hoef te doen omdat die ander twee hande saam 'n tien is.

Bruner: leerling moet eie reëls aflei (induktiewe metode).

Op 'n voorstellingsvlak doen die leerlinge werk op geruite papier waar  $7 + 7 = 14$  soos volg op die geruite papier ingekleur en geskryf word:

Bruner: ikoniese modulus (uitbeelding van konkrete objekte)



$10 + 6 = 16$

$8 + 8 = 16$

Figuur 9: Dubbelgetalle op geruite papier

Vervolgens kan aan die leerlinge 'n werkblad gegee word waarop 'n verskeidenheid van bewerkings is, dubbelgetalle en ander, hy moet dan die dubbelgetalle tussen die

Bandura, Bruner, Ausubel, Sternberg: inoefening.

ander identifiseer en net hulle antwoorde inskryf. Die leerling kan telkens herinner word aan die geïnternaliseerde visuele beeld waaroor hy beskik om hierdie bewering te kan doen.

### 3.3.2.5 Amper-dubbelgetalle

Met die voorkennis van optelling van dubbelgetalle, is die aanleer van amper-dubbelgetalle vir die meeste leerlinge redelik maklik. Dieselfde prosedure as by dubbelgetalle moet gevolg word, waar  $6 + 7$  byvoorbeeld opgetel moet word, word die hande met ses en met sewe bymekaar geplaas sodat die twee vyfs weereens 'n tien vorm en dit dan vir die leerling duidelik is dat hy slegs die  $1 + 2$  berekening moet maak en by die tien moet tel om 13 as antwoord te kry. As dit weereens op die oorslaanabakus, 'n telraam of met Unifixblokkies gedoen word waar met die dubbelgetal begin word, byvoorbeeld:  $5 + 5 = 10$ ,  $5 + 6$  is een meer daarom is die antwoord 11;  $6 + 6 = 12$ ,  $6 + 7$  is een meer daarom is die antwoord 13, ensovoorts, sluit die onderwyser aan by die kind se voorkennis.

Van Parreren: outo-matismes vloei voort uit abstrakte skematisering.

Ausubel, Van Parren: subsumering van nuwe idees by bestaande kognitiewe struktuur van leerling.

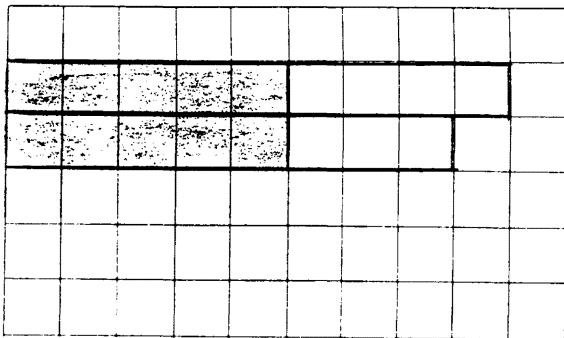
Piaget: self as bron van kennis.

Gagné, Feuerstein, Piaget: afleidings maak, verbandlegging.

Van Parreren: onderwyser moet aansluit by die voorkennis van die kind.

Die leerling kan ook hierdie kombinasies op geruite papier teken. Laat hom eers die dubbelgetalkombinasie wat nou al bekend is teken en dan die een ekstra blokkie inkleur. Die getalkombinasie moet langs die tekening geskryf word.

Bruner: ikoniese modus (uitbeelding van konkrete objekte).



$$8 + 8 = 16$$

$$\therefore 9 + 8 = 17$$

Figuur 10: Amper-dubbelkombinasies op geruite papier

Amper-dubbelkombinasies en dubbelgetalkombinasies kan gemeng op 'n werksblad vir die leerling gegee word om te doen. Hy moet dan die dubbelgetalkombinasies met een kleur potlood invul en die amper-dubbelkombinasies met 'n ander kleur potlood om sodoende te kan vasstel hoedanig sy insig in die gebruik van verskillende strategieë is. Verbalisasie by die doen van die bewerkings is baie belangrik sodat die onderwyseres kan kennis neem van sy metakognitiewe strategieë.

Van Parreren, Feuerstein: bevraging.

Sternberg, Feuerstein: evaluering.

Bandura: retensie met behulp van verbalisasie is beter.

### 3.3.3 Volmaak van tiene-metode

#### 3.3.3.1 9 + Getal-somme

Om hierdie bewerkings te doen moet die leerling 'n 1 -100-kaart of twee rye van 10 blokkies elk gebruik waarop reeds 9 tellers vanaf 1 tot 9 gepak is. Die leerling word 'n kaart met byvoorbeeld  $9 + 5 = \underline{\quad}$  gegee. Hy moet dan 5 tellers aanpak, 1 om die 10 vol te maak en die ander 4 op die onderste ry. So word  $9 + 2$ ,  $9 + 3$ ,  $9 + 4$  tot by  $9 + 9$  aan hom gegee om uit te voer. Hy moet verbaliseer wat hy doen, naamlik dat hy eers die tien volmaak en dan die res van die tellers op die onderste ry pak, die antwoord moet hy hardop sê. Indien hy sukkel om die reël in te sien moet hy begelei word om die reël, '9 se maatjie word een minder' af te lei. Kleurkodering kan gebruik word om die getal wat bygetel word en die ene van die antwoord te beklemtoon. Dit sal dan so lyk:

$$9 + 5 = 14$$

$$9 + 3 = 12$$

$$6 + 9 = 15$$

$$7 + 9 = 16$$

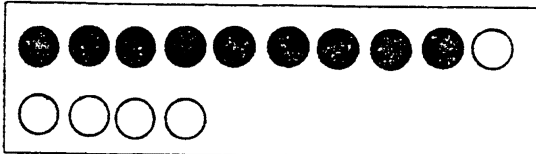
Feuerstein, Vygotsky: begeleiding.

Bruner: moedig aktiewe deelname aan.

Bandura: retensie met behulp van verbalisering is beter.

Feuerstein, Vygotsky: begeleiding.

'n Naby verwante metode wat ook gebruik kan word is om 9 tellers in die boonste ry waar 10 blokkies is te pak en al die ander tellers in die onderste ry, byvoorbeeld:



Figuur 11: 9 + Getalbewerking

Een van die tellers in die onderste ry word dan geneem om die tien in die boonste ry vol te maak. Dieselfde konsep kan ook op 'n voorstellingsvlak deur middel van ingekleurde blokkies op geruite papier gedoen word. Die volgende bewerking word dan gedoen:

$$\begin{aligned}
 9 + 4 &= 9 + (1 + 3) & 9 + 4 &= 10 + 3 \\
 &= (9 + 1) + 3 \text{ of nog} & &= 13 \\
 &= 10 + 3 & &\text{korter} \\
 &= 13
 \end{aligned}$$

By 'n verdere alternatiewe metode vir 9 + getal-somme word die leerling gevra om 'n klompie 10 + getal-somme te doen, sodra hy

Bruner: moedig aktiewe deelname aan.

Bruner: ikoniese modulus (voorstelling van konkrete objekte).

Sternberg: keuse van strategieë.

dit voltooi het, word hy gekonfronteer met 9 + getal-somme wat so gerangskik is dat dit net die 10 en die 9 is wat verskil, byvoorbeeld:

$$10 + 4 = 14 \quad 9 + 4 = \underline{\quad}$$

$$10 + 6 = 16 \quad 9 + 6 = \underline{\quad}$$

$$10 + 5 = 15 \quad 9 + 5 = \underline{\quad}$$

$$10 + 7 = 17 \quad 9 + 7 = \underline{\quad}$$

Indien die leerling nie die strategie kan aflei nie, moet die onderwyser hom daartoe begelei om in te sien dat die antwoord van die 9 + getal-somme elke keer een minder as die 10 + getal-somme is omdat 9 een minder as 10 is. Aangesien kinders gewoonlik 10 + getal-somme maklik vind is hierdie metode dikwels vir hulle maklik.

### 3.3.3.2 8 + Getalbewerkings

Hierdie bewerking is gegrond op dieselfde beginsel as die 9 + getalbewerkings. Dieselfde metodes met die tellers op die 1-100-kaart, die tellers op die twee rye met tien blokkies en die geruite papier word gevolg. Die leerling moet net die getal wat

Piaget, Gagné, Feuerstein: afleidings maak, verbande lê.

Feuerstein, Vygotsky: begeleiding.

Van Parreren: die onderwyser moet nuwe inhoud by voorkennis laat inskakel (af-trek van twees op die makrogetallelyn

by die agt getel word met twee verminder want die 'agt kort twee om sy tien vol te maak'. Die bewerking sal dan soos volg daar uitsien.

$$\begin{array}{l}
 8 + 4 = 8 + (2 + 2) \qquad \qquad 8 + 4 = 10 + 2 \\
 = (8 + 2) + 2 \text{ of nog} \qquad \qquad = 12 \\
 = 10 + 2 \qquad \qquad \text{korter} \\
 = 12
 \end{array}$$

### 3.3.3.3 Ander

Daar is drie kombinasies wat nie onder een van genoemde metodes resorteer nie, en dit is  $7 + 4$ ,  $7 + 5$  en  $6 + 3$ . Die kind kan met behulp van sy voorkennis hierdie drie bewerkings op verskillende maniere doen. Met behulp van sy voorkennis dat  $7 + 3 = 10$ , kan die kind gelei word om die afleiding te maak dat as  $7 + 3 = 10$  is, sal  $7 + 4$  net een meer wees, dus 11. Dus:

$$\begin{array}{l}
 7 + 3 = 10 \\
 \text{dus } 7 + 4 = 7 + (3 + 1) = 10 + 1 \\
 = 11
 \end{array}$$

So ook kan die kind met behulp van sy voor-

is hier 'n hulpvaardigheid).

Van Parreren, Ausubel: nuwe kennis moet aansluit by voorkennis.

Gagné: moet reëls

kennis dat  $5 + 5 = 10$ , en die voorstelling van die hande waar  $7 = 5 + 2$  is, aflei dat  $7 + 5$  twee meer sal wees.

$$5 + 5 = 10$$

$$\text{dus } 7 + 5 = (5 + 2) + 5 = 10 + 2$$

$$= 12$$

Die getalfeit  $6 + 3$  kan deur middel van die gebruikmaking van die voorkennis dat  $6 + 2 = 8$  is, of deur middel van sy voorkennis dat  $6 + 4 = 10$  is opgelos word.

$$6 + 2 = 8$$

$$\text{dus } 6 + 3 = 6 + (2 + 1) = 8 + 1$$

$$= 9$$

en ook

$$6 + 4 = 10$$

$$\text{dus } 6 + 3 = 6 + (4 - 1) = 10 - 1$$

$$= 9$$

Al bogenoemde bewerkings word eers met tellers op die 1-100-kaart of blokkies, dan met tellers op twee rye van tien blokkies en dan op geruite papier gedoen, waarna na werk op 'n abstrakte vlak oorgegaan word.

kan saamvoeg om tot oplossing te kom.

Van Parreren: skematisering aanskoulik -- skematisering abstrak -- outomatismes.

### 3.4 KONSOLIDERING EN HERSIENING VAN AL DIE OPTELFEITE

Flitskaartjies moet van al die optelfeite gemaak word voordat remediëring 'n aanvang neem. Nadat elke groep feite aangeleer en geoefen is moet inoefening deur middel van flitskaarte plaasvind om sodoende outomatismes tot gevolg te hê. Hierdie flitskaarte word dan na inoefening met wondergom op karton geplak, waarvan die hoofskrifte en die geplakte flitskaarte daar min of meer soos volg sal uitsien:

---

Getal + 0	Plus-1-somme	Plus-2-somme	5 + Getal	Tiene	Dubbels
-----------	--------------	--------------	-----------	-------	---------

---

1 + 0	1 + 1	1 + 2	5 + 1	1 + 9	1 + 1
2 + 0	2 + 1	2 + 2	5 + 2	2 + 8	2 + 2
3 + 0	3 + 1	3 + 2	5 + 3	3 + 7	3 + 3
4 + 0	4 + 1	4 + 2	5 + 4	4 + 6	4 + 4
5 + 0	5 + 1	5 + 2	5 + 5	5 + 5	5 + 5
6 + 0	6 + 1	6 + 2	5 + 6		6 + 6
7 + 0	7 + 1	7 + 2	5 + 7		7 + 7
8 + 0	8 + 1	8 + 2	5 + 8		8 + 8
9 + 0	9 + 1		5 + 9		9 + 9

---

Amper-dubbels	10 + Getal	9 + Getal	8 + Getal	Ander
---------------	------------	-----------	-----------	-------

---

1 + 2	10 + 1	9 + 1	8 + 2	7 + 5
2 + 3	10 + 2	9 + 2	8 + 3	7 + 4
3 + 4	10 + 3	9 + 3	8 + 4	6 + 3
4 + 5	10 + 4	9 + 4	8 + 5	
5 + 6	10 + 5	9 + 5	8 + 6	

$6 + 7$	$10 + 6$	$9 + 6$	$8 + 7$
$7 + 8$	$10 + 7$	$9 + 7$	$8 + 8$
$8 + 9$	$10 + 8$	$9 + 8$	$8 + 9$
$9 + 10$	$10 + 9$	$9 + 9$	$8 + 10$

Die flitskaartjies word kumulatief gebruik, dit wil sê, met elke nuwe aanpakmetode word die vorige kaartjies ook bygevoeg en saam ingeefen. Die leerling kan ook gevra word om die flitskaartjies self volgens konsepte te rangskik. Hierdeur kan die onderwyser 'n baie duidelike beeld kry van die kind se persepsie, kennis en gebruikmaking van strategieë.

Ter aanmoediging van die leerling, kan die optelkaart ook gebruik word en elke groep bewerkings, nadat dit aangeleer is, ingevul en ingekleur word. 'n Voorbeeld van die optelkaart word hieronder aangebring:

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Figuur 12: Optelkaart

### **3.5 EVALUERING**

Dit is nodig dat die onderwyser die kind se vordering van tyd tot tyd sal evalueer. Die evaluering sal dan dien as riglyn vir verdere hulpverlening, sowel as 'n barometer van die kind se vordering.

#### **3.5.1 Evaluering ter motivering van die leerling**

Dit is van groot waarde as die onderwyser en die kind ten aanvang van die hulpverleningsprogram saam 'n doelwit sal stel. Hierdie doelwit word dan aangedui op 'n vorderingstabel deur middel van 'n gekleurde lyn wat as doelwitstreep bekend kan staan. Die diagnostiese toets wat ten aanvang van hulpverlening as diagnostiseringshulpmiddel gebruik is, kan weer ingeskakel word. As alternatief kan van die getalfeite in daardie toets vervang word met ander getalfeite uit dieselfde groep. Die evalueringresultate word dan op hierdie tabel aangebring met die datum van die evaluering. Hierdie resultate word met die doelwit vergelyk om vas te stel hoe die kind nader aan sy doelwitstreep kom. Vir kleiner kinders kan 'n storie van die hasie wat op pad is na die wenstreep vertel word. Die kind is dan die hasie wat so gou as moontlik by die wenstreep wil uitkom. 'n Voorbeeld van 'n eenvoudige vorderingstabel verskyn op die volgende bladsy.

#### **3.5.2 Evaluering as riglyn vir verdere hulpverlening**

Ortodidaktiese hulpverlening of remediëring is sinloos indien die onderwyser homself nie gedurig vergewis van die stand van die

MY EIE VORDERINGSTABEL

Aantal korrekte bewerkings

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
OPTEL																														
AFTREK																														
VERMENIGVULDIG																														
DEEL																														

kind wat gehelp word, se kennis van dit wat aan hom onderrig is nie. 'n Toets-leer-hertoets-situasie waar die kind se kennis van spesifieke leerinhoud getoets word met die doel om vas te stel of die onderrig en leer suksesvol was en indien nie, waar die kind se probleme steeds is, word aanbeveel (vergelyk Holmes, 1985:86-89). Indien probleemareas geïdentifiseer is, vind heronderrig plaas. Na heronderrig word weer geëvalueer, verkieslik op 'n informele vlak, en dan kan vasgestel word hoedanig die kind se inskakeling van strategieë daar uitsien en hoedanig outomatismes gevorm is. Dit is van groot belang dat die evaluering nie net van die kind se kennisstruktuur sal kennis neem nie, maar dat sy metakognitiewe strategieë ook deur middel van verbalisering vasgestel sal word, aangesien heronderrig alleenlik doeltreffend kan wees indien die onderwyser weet hoe die kind by sy verkeerde antwoord uitkom.

'n Voorbeeld van 'n evalueringsvorm vir die toets-leer-hertoets metode kan soos volg daar uitsien:

**WISKUNDE EVALUERINGSVORM VIR DIE OPTELBEWERKING**

**Naam van kind:**.....

**Klas:**.....

(Skaal: 1 - baie swak; 2 - onder-gemiddeld; 3 - gemiddeld;  
4 - bo-gemiddeld; 5 - baie goed)

**Profiel**

**Hulpvaardighede**

Attendering (aandaggee)

Intensionaliteit

Soepelheid van denke

Getalbegrip

Wiskundetaal-vaardigheid

Visueel-ruimtelike begrip van getalsisteem

Keuse van strategieë

Monitering van eie taak

Verbandlegging

Klassifisering

1	2	3	4	5

**Optelvaardighede**

Getal + 0-bewerkings

Getal + 1-bewerkings

Getal + 2-bewerking


5 + getal-bewerkings

Kombinasies van 10

10 + getal-bewerkings

Dubbelgetalle

Amper-dubbelgetalle

9 + getal-bewerkings

8 + getal-bewerkings

Uitsonderings: 7 + 4; 7 + 5; 6 + 3


Eerste evaluering (19.. - .. - ..) - rooi

Geïdentifiseerde probleemareas:.....  
.....

Tweede evaluering (19.. - .. - ..) - groen

Geïdentifiseerde probleemareas:.....  
.....

Derde evaluering (19.. - .. - ..) - blou

Geïdentifiseerde probleemareas:.....  
.....

Hierdie program om optelvaardighede te verbeter bestaan net uit basiese riglyne. Die innoverende onderwyser sal vele aktiwiteite op senso-motoriese vlak, konkrete vlak, voorstellingsvlak en abstrakte vlak kan byvoeg sodat hierdie program vir kind en onderwyser 'n vrugbare verkenning van optellandskappe sal meebring.

## HOOFSTUK VYF

### BEVINDINGS, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

In teaching numbers there is little doubt that we begin well. A young child in the infant school gains his first notions of number through his eyes and his fingers.

- P.B. Ballard (1928)

#### 1 BEVINDINGS EN GEVOLGTREKKINGS

Die vermoë om doeltreffend met getalle om te gaan was nog altyd en sal steeds 'n belangrike barometer van ontwikkeling en beskaafdheid wees. Getalle is 'n kragtige ordeningsbeginsel soos gesien in die feit dat die grootste deel van die Skepping wiskundig definieerbaar is. Derhalwe is dit noodsaaklik dat elke kind vreugde en sukses sal put uit sy omgang met getalle aangesien wiskunde bruikbaar, prettig en genotvol is.

Dit is interessant om kennis te neem van die feit dat primitiewe volke al 'n begrip van getalle gehad het en dat hulle hoofsaaklik van hulle vingers gebruik gemaak het. Die Engelse woord 'digit' is afgelei van die Latynse woord 'digitus' wat vinger beteken, en die Zoeloe woord vir vyf is 'hlano' wat 'vol hand' beteken. Hierdie beginsel sluit aan by die program vir die aanleer van optelfeite, waar veral van die geïnternaliseerde beeld van die

vingers gebruik gemaak word as getalpatroon vir die uitvoering van sekere bewerkings.

In die praktyk is gevind dat leerlinge met wiskunde probleme byna uitsluitlik staat maak op memoriseringsvaardighede, wat dikwels ontoereikend is, om getalfeite te onthou. Omdat hierdie aanpakwyse so onsuksesvol blyk te wees, is die doel van hierdie studie om 'n program vir die aanleer van optelvaardighede daar te stel waar die leerling aangemoedig sal word om van kognitiewe en metakognitiewe metodes gebruik te maak en waar hy gebruik sal maak van kognitiewe vaardighede soos analisering, klassifisering, visuele voorstelling en interpretering. Die vraag ontstaan of leerlinge nie 'n groter waardering vir, en vaardigheid met, getalle en getalbewerkings sal hê indien minder op memoriseervaardighede staat gemaak sal word en meer van kognitiewe beginsels en strategieë gebruik gemaak word by die aanleer van bewerkings nie.

Om vas te stel wat die gebruikmaking van kognitiewe strategieë en beginsels behels, is dit nodig dat 'n studie van die kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë gemaak sal word, want kognitiewe teorieë poog om 'n duidelike beeld van innerlike kognitiewe gebeure weer te gee sodat menslike gedrag, in hierdie geval, kinderlike leer, beter voorspel en verstaan sal word. Kognisie is dan ook volgens die literatuur die strukture en prosesse waardeur die mens eksterne gebeure selektief inneem, indrukke uitsorteer, hulle verwerp of aanvaar en ook die gebruikmaking van hierdie gestoorde inligting wanneer nodig. By die inskakeling van metakognitiewe metodes is dit dan ook belangrik dat die kind bewus gemaak sal word van sy eie denke en dat die onderwyser dan kennis

sal neem van die kind se denkprosesse by die verskillende getalbewerkings.

Ten spyte van die feit dat wiskunde so logies, geordend en genotvol is, is daar talle kinders wat 'n negatiewe houding teenoor die vak openbaar en nooit suksesvol met getalbewerkings is nie. Aangesien sommige kinders selfs wiskunde-angs ontwikkel, is dit van groot belang dat die negatiewe belewing van getalle en ernstige probleme met getalbewerkings voorkom sal word deur vroegtijdige identifisering, ortodidaktiese hulp en aandag, en dat die kind nie deel van die statistiek sal uitmaak waar kinders met wiskundeprobleme dikwels oor die hoof gesien word ten gunste van kinders met leesprobleme, waar hulpverlening ter sprake is nie.

Hoewel leerprobleme nie 'n nuwe verskynsel is nie, is die teorie en die praktyk wat daarmee verband hou redelik resent en is daar steeds nie eenstemmigheid oor die begrensing van die term 'leerprobleme' nie. 'n Algemeen gebruikte definisie is die definisie wat deel uitmaak van die reëls en regulasies van Public Law 94-142 van 1977. Die definisie sluit ontoereikende basiese psigiese prosesse in soos gemanifesteer in ontoereikende luister-, dink-, praat-, lees-, skryf-, spel-, of wiskundevaardighede. Die definisie sluit ook toestande soos perseptuele agterstande, breinbeserings, minimale breindisfunksie, disleksie en ontwikkelingsdisfasie in. Hierdie bepalings het veroorsaak dat daar 'n geweldige ontploffing van die leergestremde skoolpopulasie plaasgevind het, aangesien basiese psigiese prosesse oop was vir verskeie interpretasies en die etiket van leergestremdheid makliker aanvaarbaar was as verstandsgestremdheid.

Die definisie bevat ook 'n uitsluitingsklousule wat bepaal dat die term 'leerprobleme' nie kinders insluit met probleme as gevolg van gesigs-, gehoor- en motoriese gebreke of verstandsgestremdheid, emosionele versteuring, omgewings-, kulturele of ekonomiese agterstande nie. Hierdie uitsluitingsklousule is 'n sterk punt van kritiek teen dié definisie aangesien dit moeilik is om vas te stel wat primêr is, die emosionele probleme of die leerprobleme. Ook in 'n Derde Wêreld populasie soos Suid-Afrika is dit moeilik om vas te stel of daar primêr 'n leerprobleem, verstandelike inkorting of leeragterstande as gevolg van omgewing, swak sosio-ekonomiese toestande of 'n nie-akademiese kulturele opset is.

Vir die doel van hierdie studie is dit ook nodig om 'n kind aan die hand van sy wiskunde probleme as leergestremd te kan identifiseer. Daar word, volgens hierdie definisie en ook volgens die KOH-inligtingstuk se kriteria vir die uitkenning van groep C-leerlinge, slegs bepaal dat die kind met **(ernstige) agterstande** in reken of wiskunde bewerkings as leergetremd beskou kan word. Geen aanduiding word egter gegee of die agterstande ten opsigte van die klas waarin die kind homself bevind, of die agterstande ten opsigte van die kind se prestasie op 'n gestandaardiseerde toets en of dit die kind se agterstande ten opsigte se eie bereikbare moontlikhede is nie. Eweneens is die kind se eie bereikbare moontlikhede moeilik bepaalbaar aangesien hierdie moontlikheid gewoonlik slegs deur verstandsmeting bepaal word en hierdie toetse nie altyd direk 'n weerspieëling van 'n kind se wiskundevaardighede is nie.

Wiskunde probleme is nie altyd net die waarneembare, maklik identifiseerbare foute wat kinders met wiskunde berekenings maak nie. Indirek verwante probleme wat probleme soos wordingsagterstande, perseptuele agterstande, gedragsprobleme, onoplettendheid en hiperaktiwiteit insluit, is gewoonlik deel van die opset van 'n kind met wiskunde probleme en elke onderwyser gemoeid met hierdie kinders moet kennis neem van hierdie toestande en kundig genoeg wees om die kind ook met hierdie probleme te ondersteun. Direk verwante probleme kan veral vasgestel word as die kind met wiskunde probleme gevra word om sy metakognitiewe denke te verwoord. So kan vasgestel word hoe die kind sy probleem aanpak, hoe soepel sy denkstruktuur is en hoe vaardig hy is in die gebruikmaking van strategieë. Laastens behels wiskunde probleme die algemeen waarneembare bewerkingsfoute wat kinders maak en wat blootgelê word deur foute-analise. Hierdie foute moet ondersoek word om vas te stel watter foutpatrone voorkom om dan die hulpverlening meer spesifiek in te skakel.

Ten einde die inskakeling van 'n hulpprogram meer suksesvol te laat verloop is dit belangrik dat kennis geneem sal word van die onderwysdinamiese perspektief en dan ook veral van die disharmoniese onderwysdinamiek soos dit in die wiskunde klas figureer.

Ontoereikende onderrig en onderrigmetodes is dikwels die oorsaak van wiskunde probleme by kinders. Wiskunde-'lesse' bied dikwels min betrokkenheid aan leerlinge en van hulle word verwag om stil te sit, te luister na die 'les', te kyk na voorbeelde wat op die bord gedoen word en dan later die somme te doen presies soos die

onderwyser dit aan hulle gedemonstreer het sonder om enige stappe in die bewerking uit te laat. Van omgaan met konkrete apparaat, interaksie tussen leerlinge, kreatiewe probleemoplossing en gedagtewisseling is hier dikwels nie ter sprake nie. Omdat onderwysers dikwels self nie kennis van wiskundestrukture het nie, kan die wiskunde-onderrig nie altyd baie doeltreffend verloop nie. Dit is ook van kardinale belang dat die onderwyser nie net die rol van die foutesoeker wat foute wil opspoor en verkeerd merk, sal inneem nie, maar deur middel van die kind se verwoording van sy metakognitiewe denke sal probeer vasstel hoe hierdie kind geredeneer het om by die verkeerde antwoord uit te kom en die kind dan op daardie vlak te heronderrig en te motiveer. Klem val in die wiskundeklas ook soms verkeerdelik op die **vakinhoud** wat onderrig moet word, en dikwels word buite rekening gelaat dat dit 'n **kind** is aan wie wiskunde onderrig moet word.

Ondersoeker is van mening dat memorisering en memoreringsvaardighede soms te 'n groot rol in die aanleer van basiese wiskundevaardighede speel en dat die sillabus ook geen riglyn vir die inskakeling van kognitiewe strategieë vir die aanleer van basiese getalfeite gee nie. 'n Verdere faktor in verband met die wiskundesillabus wat opval is dat kinders in die laer klasse vasgepen word deur getalplafonne wat hul soepelheid met die omgaan met getalle aan bande kan lê, aangesien hulle nou nie algemene strategieë op hoër getalgebiede kan toepas nie. Verder is dit van die allergrootste belang dat getalinhoud sal aansluit by die kind se leefwêreld en dat hy bewus gemaak sal word van die toepassingsmoontlikheid van sy kennis op lewenswerklike situasies.

Kinders met wiskunde probleme maak hulself dikwels in die klas bekend as die kind met gedragsprobleme, swak selfbeeld, swak gerigtheid, ongeordende denke en onderaktualisering van intellektuele moontlikhede. Die kind beleef sy mislukking in die wiskundesituasie nie slegs met sy verstand nie, maar as totale persoon. Wiskunde-inhoude is vir hom koud, onheilspellend en duister en hy openbaar gevolglik 'n swak waaghouding en leerhulpeloosheid.

Die hipotese wat in Hoofstuk Een gestel is, dat die analise van spesifieke leer- en wiskunde probleme sal bydra tot die begryping van momente van disharmoniese onderwysdinamiek soos dit in die wiskunde klas figureer, kan sekerlik as waar beskou word gesien in die lig van bogenoemde bespreking. Sonder hierdie voorkennis kan daar ook nie gepoog word om sinvolle hulpverlening aan die kind met wiskundeleeragterstande te gee nie, en sal die inskakeling van 'n hulpverleningsprogram sonder vaste fundamente verloop.

Ten einde 'n teorie-gebaseerde hulpprogram vir die optelbewerking op te stel, was dit nodig om 'n studie van die vernaamste kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë te maak ten einde essensies te kon reduseer wat in 'n hulpprogram vir die optelbewerking moes figureer. 'n Studie van die teorieë van Piaget, Tolman, Bandura, Wertheimer, Vygotsky, Feuerstein, Bruner, Ausubel, Gagné, Van Parreren en Sternberg is gedoen, die essensies is bepaal en die essensies wat didaktiese implikasies vir die opstel van 'n optelprogram ingehou het is vervolgens gegroepeer ten einde 'n geheelbeeld van die vereistes vir 'n kognitiewe program te kon verkry.

Kognitiewe prosesse wat 'n rol speel in die aanleer van die optelbewerking is onderskei, soos:

- \* ontvangs (Bandura)
- \* interpreteer (Gagné, Sternberg, Van Parreren, Ausubel, Feuerstein, Piaget, Bruner, Wertheimer)
- \* organiseer (Sternberg, Gagné, Feuerstein, Van Parreren, Piaget)
- \* toepas (Feuerstein, Sternberg, Tolman, Gagné)
- \* onthou (Bandura, Bruner, Ausubel, Sternberg, Tolman) en
- \* probleemoplossing (Gagné, Sternberg, Wertheimer, Bruner, Piaget, Feuerstein)

met hulle onderskeie onderafdelings.

Voorts is die volgende algemene kognitiewe beginsels en begrippe wat segwaarde vir die hulpprogram sou hê, geïdentifiseer:

- \* voorwaardes vir leer (Piaget, Vygotsky, Feuerstein, Bandura, Wertheimer, Van Parreren)
- \* beskikbaarheid van vaardighede volgens wordingsvlak (Piaget, Ausubel)

Kognitiewe onderrigprosedures met baie spesifieke implikasies vir die opstel van 'n optelprogram, is soos volg:

- \* verbalisering (Vygotsky, Bandura)
- \* beelding (Bruner, Tolman, Bandura, Sternberg, Van Parreren)
- \* ordening van leerinhoud in logiese volgorde ( Wertheimer, Feuerstein, Ausubel, Bruner, Sternberg, Gagné)
- \* werk vanaf die bekende na die onbekende inhoude (Vygotsky, Feuerstein, Ausubel, Bruner)
- \* werk vanaf konkrete na voorstellings- na abstrakte vlak

(Piaget, Bruner).

Ander onderrigstrategieë soos die gebruik van die induktiewe metode, die aanmoediging van aktiewe deelname en intuïtiewe raaiskote asook die deduktiewe metode waar die onderwyser die ankerpunte verskaf word veral deur Bruner en Ausubel aan die hand gedoen. Wertheimer, Ausubel en Van Parreren het veral aandag geskenk aan die rol wat die affektiewe stand van die leerling en sy belewing van die klassituasie en die onderwyser, in die aanleer van vakinhoud speël.

Die hipotese soos gestel in Hoofstuk Een, dat kennis van die kognitiewe ontwikkeling van die kind, hoe leer plaasvind en hoe leermislukkings ontstaan, sal bydra tot die effektiewe ontwerp en implementering van die hulpprogram in die optelbewerking vir leerlinge met wiskunde probleme, is waar en baie duidelik as die talle essensies wat voortvloeiend uit hierdie teorieë nagegaan word, en die praktiese implikasies daarvan geakkommodeer word in die ontwerp van die hulpprogram vir optel.

Voordat 'n hulpverleningsprogram vir die optelbewerking ingeskaal word, is dit nodig om die optelvaardighede van die kind met wiskunde probleme te analiseer. 'n Diagnostiese Optelvaardigheidstoets is opgestel waar die onderwyser die optelfeite mondeling aan die kind stel. Die onderwyser moet die kind dan, indien hy 'n verkeerde antwoord gee, vra om sy metakognitiewe denke te verbaliseer ten einde te kan vasstel hoe die kind se kognitiewe vaardighede daar uitsien. 'n Patroon van die kind se probleemgetalfeite word op 'n interpretasievorm aangeteken, sodoende sal

dit duidelik wees waar die kind se grootste probleemareas is en kan die hulpverlening dan meer spesifiek ingeskakel word.

Die hiërargie vir die aanleer van die optelvaardigheid sien soos volg daar uit:

- \* telaktiwiteite (op makrogetallelyn, met apparaat, op 'n voorstellingsvlak, op 1-100-kaart, op 'n abstrakte vlak)
- \* getalbewerkings deur middel van aantalvaardighede
  - plus-1-bewerkings
  - plus-2-bewerkings
  - plus-0-bewerkings
- \* getalbewerkings deur middel van 'n intermediêre eenheid
  - 5 + getal-bewerkings
  - kombinasies van 10
  - dubbelgetalle
  - amperdubbelgetalle
- \* getalbewerkings deur middel van die volmaak van tiene-metode
  - 9 + getal-bewerkings
  - 8 + getal-bewerkings

Hierdie optelaktiwiteite word beskryf en die essensies van die kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë soos dit in die program figureer word aangedui, sodat die teoretiese begronding van hierdie hulpprogram presies bepaal kan word.

Dit is van groot belang dat die onderwyser die kind se vordering van tyd tot tyd tydens die verloop van die hulpverleningsprogram sal evalueer ten einde die kind te motiveer en hom bewus te maak

van sy vordering, asook as riglyn vir verdere hulpverlening as deel van 'n toets-leer-hertoets situasie. 'n Evalueringsvorm kan gebruik word om die kind se vordering te monitor.

Die hipotese soos gestel in Hoofstuk Een dat die essensies van die onderskeie kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë noodwendig sal figureer in 'n hulpprogram vir die optelbewerking, kan as waar aanvaar word aangesien dit uit die uiteensetting van die optelaktiwiteite en die ooreenstemmende essensie soos gereduseer van die kognitiewe teorieë duidelik blyk dat hierdie essensies weldeeglik figureer in die hulpprogram vir die optelbewerking vir leeringe met wiskunde probleme.

## **2 AANBEVELINGS TEN OPSIGTE VAN DIE IMPLEMENTERING VAN HIERDIE HULPPROGRAM EN VERDERE NAVORSING**

### **2.1 ONDERWYS IN DIE ALGEMEEN**

Die kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë het noodwendig segwaarde vir alle leeraktiwiteite. Dit kan dus insiggewend wees as soortgelyke navorsing met die aftrek-, vermenigvuldig en deelwerkings, maar ook met ander vakinhoud, ingeskakel word om vas te stel hoedanig die essensies van hierdie teorieë, soos gereduseer in hierdie ondersoek, in enige ander onderrig- en leeraktiwiteite figureer.

## 2.2 AANVANGSWISKUNDE

Aangesien die essensies van die kognitiewe leer-en ontwikkelings-teorieë in hierdie hulpprogram voorkom, voldoen dit dus nie slegs aan die vereistes van 'n hulpverleningsprogram nie maar wel ook aan die vereistes wat aan enige aanvangsleerprogram gestel kan word. Dit behoort dus ook as 'n effektiewe aanvangswiskunde-program vir die aanleer van die optelbewerking geïmplimenteer te kan word aangesien die prosesse, beginsels, begrippe en onderrig-prosedures soos deur die kognitiewe sielkundiges voorgestaan, ook vir die aanleer van 'n nuwe vaardigheid geld. Navorsing, waar die resultate van die aanvangswiskunde-program soos tans in gebruik, met dié van die program vir die optelbewerking soos in hierdie studie aangebied, vergelyk word, sal van groot waarde wees. Hierdie program maak gedifferensieerde onderwys ook baie maklik aangesien alle kinders dieselfde beginsel of strategie aangeleer word en differensieëring dan ten opsigte van die toepassing op 'n besondere getalgebied kan plaasvind. Navorsing in hierdie verband kan ook baie waardevol wees.

## 2.3 SPESIALE KLASSE EN SKOLE

Aangesien die uitgangspunt van onderwys in spesiale klasse en wiskunde-klasse in Spesiale skole is dat die leerling op sy eie peil en teen sy eie tempo behoort te kan werk, klasse dikwels nie homogeen ingedeel is nie en vlakdifferensieëring noodwendig ingeskakel moet word, sal dit interessant wees as navorsing oor die toepasbaarheid van hierdie hulpprogram vir die optelbewerking by hierdie klasse ingeskakel kan word. Soos hierbo gemeld kan die

onderwyseres dan aan almal dieselfde strategie of beginsel leer en dan verder op grond van getalgebiede differensieer.

#### **2.4 SKOLE MET GEKOMBINEERDE KLASSE**

Ook by plaasskole en skole van die Departement Onderwys en Opleiding, waar klasse dikwels 'n kombinasie van verskillende grade of standerds is, kan hierdie program om reedsgenoemde redes met vrug ingeskakel word en kan 'n aanbeveling gemaak word dat navorsing in hierdie verband gedoen word.

## **SAMEVATTING**

### **'N HULPPROGRAM IN DIE OPTELBEWERKING VIR LEERLINGE MET WISKUNDEPROBLEME: 'N KOGNITIEF-TEORETIESE PERSPEKTIEF**

deur

**ANITA DORATHEA NEL**

LEIER: Prof dr R A Coetzee  
DEPARTEMENT: Ortopedagogiek  
GRAAD: Magister Educationis (Psig)

Aangesien hoeveelhede deel uitmaak van elke persoon se lewe, is dit van groot belang dat kinders geleentheid sal kry om vreugde en sukses te beleef in hul omgang met getalle.

In die praktyk is gevind dat kinders met wiskunde probleme byna uitsluitlik staatmaak op hulle memoriseringsvaardighede, wat dikwels ontoereikend is. Omdat hierdie aanpakwyse onsuksesvol blyk te wees, word in hierdie studie gepoog om 'n hulpprogram daar te stel waar die kind van kognitiewe prosesse, beginsels en strategieë gebruik sal maak en sodoende 'n groter waardering vir en vaardigheid met getalle en getalbewerkings te openbaar.

Voordat so 'n program opgestel word is dit noodsaaklik dat kennis geneem sal word van die aard van wiskunde probleme, aangesien wiskunde probleme nie slegs die waarneembare, voor die handliggende bewerkingsfoute wat deur foute-analise blootgelê word, is nie,

maar indirek verwante probleme soos wordingsagterstande, persep -  
tuele agterstande en gedragsprobleme insluit. Direk verwante  
probleme waar die kind se probleemaanpak en sy vaardigheid met  
die inskakeling van bewerkingstrategieë ter sprake is, moet ook  
deurgrond word.

Kennis moet ook geneem word van die disharmoniese onderwysdina-  
miek soos dit in die wiskundeklas figureer. Ontoereikende  
onderrig waar die klem baie dikwels rigied op die inhoud geplaas  
word en leerlingbetrokkenheid en -interaksie asook kreatiewe  
probleemoplossing buite rekening gelaat word, is dikwels 'n  
bydraende faktor tot wiskunde-agterstande.

Ten einde 'n kognitiewe teorie-gebaseerde hulpprogram vir die  
optelbewerking daar te stel was dit nodig dat 'n studie van die  
kognitiewe leer- en ontwikkelingsteorieë gemaak sal word, aange-  
sien kognitiewe teorieë pog om 'n duidelike beeld van innerlike  
kognitiewe gebeure weer te gee sodat kinderlike leer beter voor-  
spel en verstaan sal word. 'n Studie van die teorieë van Piaget,  
Tolman, Bandura, Wertheimer, Vygotsky, Feuerstein, Bruner, Ausu-  
bel, Gagné, Van Parreren en Sternberg is gemaak ten einde essen-  
sies ten opsigte van kognitiewe prosesse, beginsels en onderrig-  
prosedures wat didaktiese implikasies vir die doel van hierdie  
ondersoek het, te kon reduseer en groepeer.

Die tersaaklike essensies van die kognitiewe teorieë word  
vervolgens neffens die inhoud, indeling en aanbieding van die  
hulpprogram gestel waar daardie spesifieke essensies in die  
hulpprogram sigbaar is, ten einde die aanspraak dat dit 'n

kognitiewe teorie-gebaseerde hulpprogram is, te verifieer. Die program sluit telaktiwiteite, getalbewerkings deur middel van aantelvaardighede, getalbewerkings deur middel van vyf as 'n intermediêre eenheid en getalbewerkings deur die volmaak van tiene-metode, in. Verder word 'n Diagnostiese Optelvaardigheids-toets ook aangebied waarvolgens die wiskundevaardigheid van 'n kind bepaal word en aan die hand van 'n interpretasievorm 'n patroon van getalfoute identifiseer wat dan as riglyn sal dien vir die inskakeling van die hulpverleningsprogram.

## **SUMMARY**

### **AN AID PROGRAMME IN ADDITION FOR PUPILS WITH MATHEMATICAL PROBLEMS: A COGNITIVE-THEORETICAL PERSPECTIVE**

by

**ANITA DORATHEA NEL**

LEADER: Prof Dr R A Coetzee  
DEPARTMENT: Orthopedagogics  
DEGREE: Magister Educationis (Psych)

Considering the fact that quantities play such an important role in our everyday lives, it is of the utmost importance that children should have the opportunity to experience enjoyment and success in their dealings with numbers.

It has been found that in practice children with mathematical problems, rely almost exclusively on their memory skill, which is often inadequate. Because this method of approach seems unsuccessful, it would be endeavoured in this study, to work out a programme to assist the child to make use of cognitive principles and strategies, and thereby gain a greater appreciation for and efficiency in the skillful handling and calculation of numbers.

Before such a programme can be drawn up, the nature of the mathematical problems must be considered, because these problems can

not be attributed to the obvious faults in calculations that can be exposed by analysing the mistakes only. Problems can also be attributed to indirectly related problems which include developmental deficits, perceptual deficits and behaviour problems. Directly related problems where problem solving skills and the child's efficiency in including computational strategies are involved, must also be considered.

There must also be an awareness of the disharmonious teaching dynamics as it figures in the mathematics class. Inadequate teaching where emphasis is placed rigidly on the contents, but the involvement, interaction and creative problemsolving of the pupil is ignored, is often a contributing factor to mathematical deficits.

In order to produce a cognitive theory-based aid programme for addition, it was necessary to study the cognitive learning and developmental theories, because cognitive theories usually give a clear reflection of internal cognitive experiences, so that the learning process of the child can be better predicted and understood. A study was made of the theories of Piaget, Tolman, Bandura, Wertheimer, Vygotsky, Feuerstein, Bruner, Ausubel, Gagné, Van Parreren and Sternberg with the aim to find essentials concerning the cognitive processes, principles and teaching procedures that have didactical implications for this study, and to group these accordingly.

Subsequently the relevant essentials of the cognitive theories were placed alongside the contents, arrangement and presentation

of the aid programme, where the essentials are found in the programme. This is done in order to verify the assumption that it is a cognitive theory-based aid programme. Included in the programme are counting activities, addition by counting on activities, addition by using five as an intermediary and addition by completing tens. Furthermore a Diagnostic Addition Skills Test is given by means of which the mathematical efficiency of a child can be determined and mistakes plotted on an interpretation form where a pattern of mistakes can be identified. This will then serve as a guideline when assisting a child with his problems.

## **BIBLIOGRAFIE**

- Adler, I. (1968). Mathematics and mental growth. New York: The John Day.
- Anderson, B.F. (1975). Cognitive Psychology. New York: Academic Press.
- Anderson, R. & Spiro, R.J. (1976). Schooling and the acquisition of knowledge. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Ashlock, R.B. & Humphrey J.H. (1976). Teaching elementary school mathematics through motor learning. Illinois: Charles C. Thomas.
- Ausubel, D.P. & Robinson, F.G. (1969). School Learning. New York: Holt, Rhinehart and Winston.
- Ayers, A. J. (1983). Sensory integration and the child. California: Western Psychological Services.
- Ballard, P.B. (1928) Teaching the essentials of arithmetic. London: University of London.
- Ballew, H. (1973). Teaching children mathematics. Ohio: Charles E. Merrill.
- Barnard, A (1987). 'n Histories-pedagogiese ondersoek van Wiskunde-onderwysers in die primêre skool. Ongepubliseerde

D.Ed.-proefskrif, Universiteit van Pretoria.

Barnard, J.J. (1989). Waarom ondervind leerlinge probleme met Wiskunde? Kompas, 16, 1.

Barnard, J.J. (1989). Wat is Wiskunde? Kompas, 16, 14-16.

Barron, L. (1979). Mathematics experiences for the early childhood years. Ohio: Charles E. Merrill.

Behr, A.L. (1955). Reken met lus! Johannesburg: Dagbreek-boekhandel.

Bley, N.S. & Thornton, C.A. (1981). Teaching mathematics to the learning disabled. Maryland: Aspen systems Corporation.

Boonstra, H.H. (1980). De rekenfout nader beskouwd. Nijkerk: Uitgeverij Intro.

Bosch, M. & Dill, A.W. (1979). A guide to the teaching of basic mathematics. Cape Town: Longman.

Botha, D.E. (1989). Leerlinge moet leer dink. Die Transvaler, 20 Januarie 1989, 9.

Botha, L.E. (1987). Wiskunde-angs en selfkonsep. Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling, Randse Afrikaanse Universiteit, Johannesburg.

- Bourne, L.E., Dominowski, R.L., Loftus, E.F. & Healy, A.F. (1986). Cognitive Processes. New Jersey: Prentice-Hall.
- Bredenkamp, P.H. (1988, April) Openingsrede by die Onderwyssimposium, Transvaalse Onderwysdepartement, Pretoria.
- Briggs, A. (1979). Mathematics. What parents think. The primary journal, 2, 62-64.
- Bruner, J.S., Goodnow, J.J. & Austin, G.A. (1962). A study of thinking. London: John Wiley.
- Bry, A. (1975). A primer of behavioural psychology. New York: New American Library.
- Bryan, T. Bay, M. & Donahue, M. (1988). Implications of the learning disabilities definition for the regular education initiative. Journal of Learning Disabilities, 21 (1), 23-29.
- Buzan, T. (1983). Use both sides of your brain. New York: E.P. Dutton.
- Carpenter, T.P., Moser, J.M. & Romberg, T.A. (1982). Addition and subtraction. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Catania, A.C. (1984). Learning. New Jersey: Prentice-Hall.
- Coetzee, R. & Du Toit, P. (1986). Leerprobleme. In P.A. van Niekerk (Red.). Die opvoedkundige sielkundige. (pp. 185-195).

Stellenbosch: UUB.

Copeland R.W. (1979). How children learn mathematics.

New York: Macmillan Publishing.

Cosford, Q. (1982). Remedial teaching. Cape Town: Longman.

Crain, W.C. (1985). Theories of development - concepts and ideas. New Jersey: Prentice-Hall.

Cronjè, M. & Pretorius, S.E. (1987). Vakdidaktiek van wiskunde in die junior primêre fase. Pretoria: De Jager-HAUM.

Cruickshank, W.M., Bentzen, F.A., Ratzeburg, .H. & Tannhauser, M.T. (1961). A teaching method for brain-injured and hyperactive children. Syracuse University Press.

De Bono, E. (1976). Practical thinking. Middlesex: Penguin Books.

De Bono, E. (1976). The greatest thinkers. London: Morrison and Gibb.

De Bono, E. (1967). The use of lateral thinking. London: The Trinity Press.

De Corte, E. (Ed.) (1983). Onderzoek van onderwijs leerprocessen, stromingen en actuele onderzoekthema's. s'Gravenhage: Stichting voor onderzoek van het onderwijs.

Denvir, B., Stolz, C. & Brown, M. (1982). Low attainers in mathematics 5 - 16: Policies and practices in school. London: Methuen Educational.

De Wet, J.J., Monteith, J.L.deK. & Van der Westhuizen, G.J. (1981). Opvoedende leer. Durban: Butterworth.

Du Toit, E.L. (1989). Riglyne vir die ortodidaktiese diagnoseering van die kognitiewe en metakognitiewe aspekte van spelprobleme by die Afrikaanssprekende senior primêre skoolkind. Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling, Universiteit van Pretoria.

Engelbrecht, C.S. (1989, September). 'n Diagnostiese instrument vir basiese wiskunde bewerkings. Referaat gelewer op die kongres van die Sielkunde Vereniging van Suid-Afrika.

Engelbrecht, P. (1989, July) A cognitive and metacognitive base for remediation. Paper presented at the Fifteenth Annual National Conference of the South African Association for Learning and Educational Disabilities, Pretoria.

Farnham-Diggory, S. (1972). Cognitive Processes in education: A psychological preparation for teaching and curriculum development. New York : Harper & Row, Publishers.

Farnham-Diggory, S. (1981). Learning disabilities. Somerset: Open Books Publishing.

- Feuerstein, R., Rand, Y & Hoffman, M.B. (1979). The dynamic assessment of retarded performers. Baltimore: University Park Press.
- Feuerstein, R. (1980). Instrumental enrichment. Baltimore: University Park Press.
- Flavell, J.H. (1985). Cognitive development. New Jersey: Prentice-Hall.
- Fowler, M.A. (1980). Diagnostic teaching for elementary school mathematics. Arithmetic teacher. 27 (7), 34-37.
- Freer, D. (1980). Some considerations for the teaching of mathematics in the primary school. Bullitin: Rhodes University, Department of Education. 5(1), 11-20.
- Gagné, E.D. (1985). The cognitive psychology of school learning. Boston: Little, Brown and Company.
- Gagné, R.M. (1966). The acquisition of knowledge. In Anderson, R.C. & Ausubel, D.P. (Eds.) Readings in the psychology of cognition. New York: Holt, Reinhart & Winston.
- Gagné, R.M. & Briggs, L.J. (1974). Principles of instructional design. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gale, D.H. (1963). The teaching of number. London: Hulton Educational Publications.

Gearheart, B.R., DeRuiter, J.A. & Sileo, T.W. (1986). Teaching mildly and moderately handicapped students. New Jersey: Prentice-Hall.

Glennon, V.J. (Ed.). (1981). The mathematical education of exceptional children and youth. Virginia: The National Council of teachers of mathematics.

Glennon, V.J. & Cruickshank, W.M. (1981). Teaching mathematics to children and youth with perceptual and cognitive processing deficits. In Glennon, V.J. (Ed.), The mathematical education of exceptional children and youth. (pp.50-95). Reston: National Council of teachers of mathematics.

Gold, R. (1987). The description of cognitive development. Oxford: Clarendon Press.

Gouws, L.A., Louw, D.A., Meyer, W.F. & Plug, C. (1979). Psigologiewoordeboek. Johannesburg: McGraw-Hill.

Greyling, D. (1989). Memorisering kweek skewe sienings. Die Transvaler. 20 Januarie 1989, 9.

Grossman, R. (1986). A finger on mathematics. Republic of South Africa: R.l.Esson.

Grové, M.C. & Hauptftfleisch, H.M.A.M. (1979). Remediërende onderwys in die primêre skool. Pretoria: HAUM.

- Hallahan, D.P., Kauffman, J.M. & Lloyd, J.W. (1985). Introduction to learning disabilities. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Halmos, P.R. (1967). Mathematics as a creative art: a lecture. Illinois: University, 12 Dec. 1967.
- Hamilton, V. & Vernon, M.D. (1979). The development of cognitive processes. London: Academic Press.
- Hatano, G. (1982). Learning to add and subtract: a Japanese perspective. In Carpenter, T.P., Moser, J.M. & Romberg, T.A. Addition and subtraction: a cognitive perspective. (pp. 211 - 224). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Hergenhahn, B.R. (1982). An introduction to theories of learning. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Holmes, E.E. (1985). Children learning mathematics - A cognitive approach to teaching. New Jersey: Prentice-Hall.
- Horowitz, M.J. (1970). Image formation and cognition. London: Butterworths.
- Isaacs, N. (1974). Children's ways of knowing. New York: Teachers College Press.
- Johnson, S.W. (1979). Arithmetic and learning disabilities. Boston: Allyn and Bacon.

- Johnson, S.W. & Morasky, R.L. (1980). Learning disabilities. Boston: Allyn and Bacon.
- Johnson, D. & Myklebust, H.R. (1967). Learning disabilities. New York: Grune & Stratton.
- Jordaan, W. & Jordaan, J. (1989). Mens in konteks. Johannesburg: Lexicon.
- Kavale, K.A. & Forness, S.R. (1985). The science of learning disabilities. San Diego, California: College-Hill Press.
- Kolligian, J. & Sternberg, R.J. (1987). Intelligence, information processing, and specific learning disabilities: a triarchic synthesis. Journal of Learning Disabilities, 20(1), 8 - 17.
- Kriegler, S.M. (1988). Die samehang tussen epistemologie, antropologie en 'n fenomenologiese werkwysie met spesifieke verwysing na rekenprobleme. Kollokwium-aanbieding, Universiteit van Pretoria.
- Kriegler, S.M. (1988). 'n Onderwysdinamiese perspektief op leerprobleme. Universiteit van Pretoria.
- Kriegler, S.M. (1989). Ortodidaktiese pedagogiek: Teorie en praktyk. Universiteit van Pretoria.

- Kroeze, J.C.W. (1989). Teaching high school mathematics. Pretoria: Academia.
- Kulleseid, E.R. (1986). Extending the research base: schema theory, cognitive styles, and types of intelligence. School library media quarterly. 15 (1), 41-48.
- Landman, W.A., Bondesio, M.J., Coetzee, R.A. & Jacobs, C.D. (1987). Die navorsingsprogram vir geesteswetenskaplike navorsing. Johannesburg: Perskor.
- Lerner, J.W. (1985). Learning disabilities. Boston: Houghton Mifflin.
- Liebeck, P. (1984). How children learn mathematics. Middlesex: Penguin Books.
- Malherbe, J.M. (1983). 'n Evaluering van die hulpverleningspraktik in die republiek van Suid-Afrika ten aansien van skolas-tiesgeremde kinders in die senior-primêre skoolfase. Ongepubliseerde M.Ed.-verhandeling, Universiteit van Pretoria.
- May, L.J. (1974). Teaching mathematics in the elementary school. New York: The Free Press.
- Mayer, R.E. (1981). The promise of cognitive psychology. San Francisco: W.H. Freeman.
- MckLeskey, J. (1989). The influence of level discrepancy on the

- identification of students with learning disabilities. Journal of Learning Disabilities. 22(7), 435-438.
- Meadows, S.(Ed.) (1983). Developing Thinking. London: Methuen.
- Metelerkamp, P. (1987). Die mens se vermoë is 'n goudmyn. Insig. Augustus 1987: 37.
- Naudè, G.N., Clark,A.J., Van der Waals,M.M. & Uys,J. (1987). Manual on theories of intelligence and cognitive development. Pretoria: Unit for cognitive development, Vista University.
- Olivier, A., Murray, H. & Human, P. (1990). Building on young children"s informal arithmetical knowledge. Draft paper prepared for the Fourteenth International Conference for The psychology of mathematics education, Mexico, July 1990.
- Oosthuizen, W.L. (1973). Leerstofreduksie in die wiskundeles. Johannesburg: McGraw-Hill.
- Otto, W., McMenemy, R.A. & Smith, R.J. (1973). Corrective and remedial teaching. Boston: Houghton Mifflin.
- Paul, M.E. (1986). Disharmoniese onderwysdinamiek in die primêre skool. Ongepubliseerde M.Ed.(Psig.)-verhandeling. Universiteit van Pretoria.
- Pretorius, J.W.M. & Wentzel, J.A.T. (1971) Ortopedagogies-orto-

didaktiese diagnostisering en hulpverlening ten aansien van kinders met rekenprobleme. In Sonnekus, M.C.H. et al. Die leermoeilike kind. Stellenbosch: Universiteitsuitgewers.

Reid, D.K. & Hresko, W.P. (1981). A cognitive approach to learning disabilities. New York: McGraw-Hill.

Rosner, J. (1979). Helping children overcome learning difficulties. New York: Walker and Company.

Ross, A.O. (1977). Learning disability. New York: McGraw-Hill.

Scheer, J.K. (1980). The etiquette of diagnosis. Arithmetic teacher, 27, 18-19.

Senekal, F.P. (1990). Wiskundenavorsingsprojek. Lesing by TOD-seminaar, 13 Augustus 1990.

Sewell, G. (1986). Coping with special needs. A guide for new teachers. Kent: Croom Helm.

Siegler, R.S. & Richards, D.D. (1982). Cognitive evelopment. In Sternberg, R.J. (Ed.), Handbook of human intelligence. (pp.468 - 472). Cambrige University Press.

Sonnekus, M.C.H. & Ferreira, G.V. (1981). Die psigiese lewe van die kind-in-opvoeding. Stellenbosch: Universiteits-uitgewers.

Spiers, H.A. & Gallini, J.K. (1988). Effects of meta-adjunct questions on macrolevel processing. Journal of Experimental Education. 56 (2), 104-110.

Steffe, L.P., Von Glasersfeld, E., Richards, J & Cobb, P. (1983). Children's counting types. New York: Praeger Publishers.

Sigel, I.E. & Cocking, R.R. (1977). Cognitive development from childhood to adolescence: A constructivist perspective. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Smith, C.J. (Ed.) (1985). New directions in remedial education. Philadelphia: The Farmer Press.

Sonnekus, M.C.H. & Ferreira, G.V. (1981). Die psigiese lewe van die kind-in-opvoeding. 'n Handleiding in die Psigopedagogiek. Stellenbosch: Universiteits-uitgewers.

Sonnekus, M.C.H., Nel, B.F., Kotzé, J.M.A., Pretorius, J.W.M., Du Toit, A.S. & Wentzel, J.A.T. (1971). Die leermoeilike kind. Stellenbosch: Universiteitsuitgewers.

Spicker, H.H. & McLeskey, J. (1981). Exceptional children in changing times. In Glennon, V.J. (Ed.), The mathematical education of exceptional children and youth. (pp. 1-23) Reston: National council of teachers of mathematics.

Steffe, L.P., Von Glasersfeld, E., Richards, J. & Cobb, P.

- (1983). Children's counting types. New York: Praeger.
- Sternberg, R.J. (Ed.)(1982).Handbook of human intelligence. New York: Cambridge University press.
- Sternberg, R.J. (1985). Beyond IQ-a triarchic theory of human intelligence. New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R.J. & Wagner, R.K.(Eds)(1986).Practical intelligence. New York: Cambridge University Press.
- Thiessen, D. & Wild, M. (1982). The elementary math teacher's handbook. New York: John Wiley.
- Thornton, C.A., Tucker, B.F., Dossey, J.A. & Bazik, E.F. (1983). Teaching mathematics to children with special needs. Reading: Addison-Wesley Publishing Company.
- Transvaalse Onderwysdepartement (1986). Verslag (Bylae oor statistiek) vir die jaar wat geëindig het op 31 Desember 1986.
- Transvaalse Onderwysdepartement (1986,1987,1988,1989). Jaarverslag: Opvoedkundige Hulpdiens. Pretoria: TOD.
- Turner, J. (1975). Cognitive development. London: Methuen.
- Turner, J. (1984). Cognitive development and education. London: Methuen.

Van der Stoep, F. & Louw, W.J. (1976). Inleiding tot die didaktiese pedagogiek. Pretoria: Academica.

Van Niekerk, P. A. (Red.) Die opvoedkundige-sielkundige. Stellenbosch: UUB.

Van Parreren, C.F. (1963). Psychologie van het leren. Verloop en resultaten van leerprocessen. Arnhem: W.de Haan /Zeist.

Van Parreren, C.F. (1962). Psychologie van het leren II. Actualisering van leerresultaten. Arnhem: W.de Haan/Zeist.

Van der Walt, J.S. (1986). Die kleuter en laerskoolkind: Hoe dink en redeneer hy? Nou-blad. November 1986: 27-35.

Van Wyk, P.C. (1979). Ortopedagogiese en ortodidaktiese hulpverlening aan kinders met spesifieke leerprobleme by aanvangswiskunde. Ongepubliseerde D. Ed.-proefskrif. Universiteit van Suid Afrika.