

'N EMPIRIESE ONDERSOEK NA DIE MATE WAARIN
16-JARIGE ADOLESSENTE IN STAAT IS TOT
WETENSKAPLIKE DENKE

J.L. van der Walt

'N EMPIRIESE ONDERSOEK NA DIE MATE WAARIN
16-JARIGE ADOLESSENTE IN STAAT IS TOT
WETENSKAPLIKE DENKE

Ingedien deur

Johannes Lodewicus van der Walt
Honns. B.A., B.Ed.

Verhandeling voorgelê ter gedeeltelike vervulling
van die vereistes vir die graad

MAGISTER EDUCATIONIS

in die

Fakulteit Opvoedkunde
aan die
Potchefstroomse Universiteit
vir
Christelike Hoër Onderwys

Potchefstroom
Januarie 1976

Studieleier:
dr. P.J. van Zyl

VOORWOORD

Daar sak jaarliks 'n persentasie van die leerlinge in Suid-Afrikaanse skole. Hierdie toedrag van sake kan aan verskeie oorsake gewyt word, maar een van die oorsake, naamlik ontoereikende ontwikkeling van die kind se denke, is nie so voor-die-handliggend nie. Om die rede skyn dit noodsaaklik te wees om die moontlikheid te ondersoek dat leerlinge onder meer faal in die skool omdat hulle, wat hulle denkvermoë betref, nie ten volle in staat is om die eise wat die skool (onderwysers, handboeke, sillabusse en dies meer) stel na behore te hanteer nie.

Hierdie studie is van stapel gestuur om hierdie saak te ondersoek: om vas te stel hoeveel leerlinge (van 'n bepaalde ouderdom en standerd) nie dermate wetenskaplik kan redeneer dat hulle in die skool sukses sal kan behaal nie, en om te bepaal in watter opsigte hulle peil van denkontwikkeling tekortskiet. By die afhandeling van die ondersoek (hoe gebrekkig die resultaat ookal mag wees) word die hulp en bystand van veral die volgende persone dankbaar vermeld:

my leier, dr. P.J. van Zyl, vir sy bekwame en simpatieke leiding;

prof. J.J. de Wet, vir sy kosbare wenke, en veral vir die inspirasie wat uit al sy doen en late straal. Aan hom veral is ek my verdere studie in die Opvoedkunde te danke;

dr. Faan Steyn vir sy hulp met die statistiese verwerking van die gegewens;

die Direkteur van die T.O.D. en die hoofde van die vier skole vir die vriendelike vergunning om die ondersoek in die skole uit te voer;

Letitia Beetge vir die keurige tikwerk;

Thea du Toit vir haar hulp met die proefleeswerk, en

Elize en Stéfan vir hulle geduld en begrip.

Aan onse Hemelse Vader kom boweal toe die nederige dank en erkentlikheid vir die krag en genade wat hy geskenk het vir die uitvoering van die taak. Hoewel die resultaat nietige en gebrekkige mensewerk is, is die gebed dat Hy hierdie studie sal gebruik in sy Koninkryk en dit tot sy eer sal laat strek.

OPGEDRA AAN MY OUERS

INHOUDSOPGAWE

VOORWOORD	(i)
Lys van tabelle	(xii)
Lys van figure	(xiv)

<u>HOOFSTUK 1</u>	PROBLEEMSTELLING EN BEPLANNING	
1.1	Inleiding	1
1.2	Probleemstelling	2
1.3	Motivering vir die uitvoering van die empiriese ondersoek	8
1.4	Beplanning van die studie	10
1.5	Samevattende oorsig	11

<u>HOOFSTUK 2</u>	WETENSKAP, WETENSKAPLIKE METODE EN DENKE	
2.1	Inleiding	13
2.2	Wat is wetenskap?	13
2.3	Wetenskaplike metode	15
2.3.1	Algemene oriëntering	15
2.3.2	Wetenskaplike denke veronderstel die gebruik van wetenskaplike metodes	21
2.3.3	Denke en Logika	24
2.3.4	Indeling en bespreking van wetenskaplike metodes	25
2.3.4.1	Algemene opmerkings	25
2.3.4.2	Die indeling van Johnson	26
2.3.4.3	Die indeling van Stoker	27
2.3.5	Wetenskaplike denkmodes wat stellig in die skoolonderrig geïmplementeer word	32

2.3.5.1	Die metode van sintuiglike waarneming	32
2.3.5.2	Die metode van definisie	35
2.3.5.3	Die metode van indeling	37
2.3.5.4	Die metode van klassifikasie	38
2.3.5.5	Die metode van deduksie	38
2.3.5.6	Die metode van induksie	39
2.3.5.7	Die metodes van analise en sintese	42
2.3.5.8	Die metode van veralgemening en abstrahering	43
2.3.5.9	Die metode van begripsvorming	44
2.3.5.10	Die metode van afleiding	46
2.3.5.11	Die metode van oordeelvorming (beoordeling)	47
2.3.5.12	Die metode van proposisievorming	48
2.3.5.13	Die metodes van vergelyking en diskriminasie	49
2.3.5.14	Die metode van sillogisme-vorming	49
2.3.5.15	Die hipotese-verifiërende induktiewe metode	51
2.3.5.16	Die metode van probleemoplossing	52
2.3.5.17	Die metode van eksperimentering	53
2.3.5.18	Die metode van teorievorming	54
2.3.5.19	Die metode van logiese redenasie	54
2.3.5.20	Die metodes van verstaan en verklaar	55
2.3.5.21	Die metode van bewysvoering en verifikasie	56
2.3.5.22	Die metode van modelvorming	57
2.3.5.23	Die metode van sistematisering	58
2.3.5.24	Die metode van korrelasie	58

2.3.5.25	Die metode van implikasie	59
2.3.5.26	Die metode van kontrastering	59
2.3.5.27	Die metode van evaluering	59
2.3.5.28	Die metode van eksposisie	60
2.3.5.29	Die metode van toepassing	61
2.3.5.30	Die metode van interpretasie	61
2.3.5.31	Die metode van verbandlegging	62
2.4	Operasionalisering van die metodes van wetenskaplike denke in die op= name-ontwerp wat in hoofstuk 5 bespreek word	62
2.5	Samevattende oorsig	63

HOOFSTUK 3

DIE EISE IN DIE SKOOLONDERRIG GESTEL AAN STANDERD 8-LEERLINGE TEN OPSIGTE VAN (FORMELE) WETEN= SKAPLIKE DENKE

3.1	Inleiding	64
3.2	Enkele struikelblokke wat oorkom moet word	64
3.3	Die besondere eise gestel aan die denke van standerd 8-leerlinge ten opsigte van die wetenskaplikheid daarvan (in die onderskeie, mees algemene, akademiese vakke).	71
3.3.1	Inleidende opmerkings	71
3.3.2	Besondere eise aan die standerd 8-leerling gestel	72
3.3.2.1	Aardrykskunde	72
3.3.2.2	Afrikaans	75
3.3.2.3	Bedryfseksonomie	79
3.3.2.4	Biologie	81

3.3.2.5	Ekonomie	87
3.3.2.6	Geskiedenis	89
3.3.2.7	Godsdiensonderrig	95
3.3.2.8	Handelsreg	98
3.3.2.9	Huisvlyt	99
3.3.2.10	Natuur- en Skeikunde	101
3.3.2.11	Wiskunde	103
3.3.2.12	Die betreklike uitsondering	105
3.4	Samevatting en opmerkings	107
3.4.1	Enkele opmerkings na aanleiding van tabel 3.1	109
3.4.1.1	'n Minimum van 32 dimensies van wetenskaplike denke	109
3.4.1.2	Vertolking van die sillabusse en handboeke	109
3.4.1.3	Ongeoorloofde afleidings uit tabel 3.1	110
3.4.1.4	Nadere presisering van die eise in die skoolonderrig gestel	110
3.5	Algemene eise wat aan die standerd 8-leerling gestel word	124
3.6	Samevattende oorsig	127
<u>HOOFSTUK 4</u>	DIE MATE WAARIN DIE 16-JARIGE ADOLESCENT IN STAAT IS TOT WETEN= SKAPLIKE DENKE: 'N LITERATUUROORSIG	
4.1	Inleiding	129
4.2	Ouderdomsafbakening	129
4.3	Die aard van denkhandelinge	130
4.4	Balans en stabiliteit in die denke	132
4.5	Formele denke	133

4.5.1	Algemene oorsig	133
4.5.1.1	Inleidend	133
4.5.1.2	Sinoptiese voorbeskouing	133
4.5.1.3	Detail-omskrywing van sommige trekke van formeel-operasionele denke	141
4.6	Samevattende beskouing oor die denke van die adolessent	178
4.7	Formeel-operasionele denke en wetenskaplike denke	179
4.8	Die meeste 16-jariges behoort formeel-operasioneel te kan dink	182
4.9	Formulering van die hipoteses vir die huidige ondersoek	183
4.10	Samevattende oorsig	184
<u>HOOFSTUK 5</u> DIE METODE VAN ONDERSOEK		
5.1	Inleiding	185
5.2	Hipoteses	185
5.3	Die opname-ontwerp	186
5.4	Die populasie	186
5.5	Steekproefneming	186
5.6	Praktiese oorwegings	188
5.7	Meetinstrumente	189
5.7.1	Inleiding	189
5.7.2	Die semi-gestruktureerde bena= dering	190
5.7.3	Behandeling van die vier toetse	190
5.7.3.1	Die aangepaste kleurlose vloei= stowwe-eksperiment	190
5.7.3.2	Die massabalans-toets	204

5.7.3.3	Die kort begriptoets	213
5.7.3.4	Die historiese passasie	216
5.8	Die wetenskaplike dimensie van modelvorming	223
5.9	Bestaande toets oor kritiese denke	225
5.10	Verwerking van gegewens en sta= tistiese tegnieke gebruik	225
5.10.1	Aard van die gegewens	225
5.10.2	Standaardafwyking van die verdeling	225
5.10.3	Standaardfout	226
5.10.4	Liniêre korrelasies	226
5.10.5	Die betekenisvolheid van 'n korrelasiekoëffisiënt	227
5.10.6	Die binomiaaltoets	228
5.10.6.1	Rasionaal vir die gebruik van die toets	228
5.10.6.2	Metode vir die gebruik van die toets	228
5.10.6.3	Die aard van die steekproef	229
5.10.6.4	Die verwerpingstreek	229
5.10.6.5	Formule vir die berekening van die waarde van x (z-waarde)	230
5.10.7	Formules vir die berekening van standaardtellings	230
5.10.7.1	Die z-toets	230
5.10.7.2	Die T-toets	231
5.11	Kwalifikasie van die opname= ontwerp as 'n opvoedkundige meet= middel	231
5.11.1	Diskriminasievermoë	231

5.11.2	Betroubaarheid	234
5.11.3	Geldigheid	234
5.12	Beskrywing van die werklike steekproef	235
5.12.1	Grootte van die steekproef	235
5.12.2	Intelligensiekoëffisiënt	235
5.12.3	Ouderdom	236
5.12.4	Sosio-ekonomiese status	236
5.12.5	Geslag	236
5.12.6	Druipelinge in 1974	236
5.13	Samevattende oorsig	237

HOOFSTUK 6

RESULTATE EN GEVOLGTREKKINGS

6.1	Inleiding	238
6.2	Toetsing van die gestelde hipoteses	238
6.2.1	Die hipoteses	238
6.2.1.1	Toetsing van die hoofhipotese (HH)	239
6.2.1.2	Toetsing van SH_1	240
6.2.1.3	Toetsing van SH_2	241
6.3	Proefpersone se hantering van die toetsitems in die toetsbattery	242
6.4	Verdere bevindings wat uit die opname voortkom	259
6.4.1	Inleiding	259
6.4.2	Prestasies in die toetse in die battery	259
6.4.3	Korrelasies tussen die vier toetse in die battery	260
6.4.4	Korrelasies tussen intelligensie= koëffisiënt, prestasie in die vier toetse en die totaalprestasie in die battery	261

6.4.5	Sosio-ekonomiese status, gemiddelde intelligensiekoëffisiënt en prestasies in die vier toetse vergelyk	262
6.4.6	Geslag, intelligensie en prestasie in die vier toetse	263
6.4.7	Leerlinge wat standerd 8 herhaal	265
6.4.8	Slotopmerking	267
6.5	Samevattende oorsig	267

HOOFSTUK 7 AANBEVELLINGS EN VERDERE NAVORSINGS=
MOONTLIKHEDE WAT SPRUIT UIT DIE ON=
DERSOEK; TEKORTKOMINGE EN SAMEVAT=
TING VAN DIE ONDERSOEK

7.1	Inleiding	268
7.2	Aanbevelings	268
7.2.1	Doelbewuste bevordering van wetenskaplike denke	268
7.2.2	Sillabussamestelling	269
7.2.3	Selfaktiwiteit t.o.v. probleemoplossing	270
7.2.4	Oorwegings in verband met tydsduur	270
7.2.5	Oorwegings in verband met vryheid	271
7.2.6	Die gebruik van oudio-visuele hulpmiddels	272
7.2.7	Leerlinge se deelname aan eksperimentele werk	273
7.2.8	Die emosionele	273
7.2.9	Die semi-gestruktureerde benadering	274
7.2.10	Die historiese passasie	274

7.2.11	Beoordeling van proefpersone se denke	275
7.3	Verdere navorsingsmoontlikhede	275
7.4	Moontlike tekortkominge van die studie	278
7.5	Samevattende oorsig van die hele studie	280
7.5.1	Die doel van die ondersoek	280
7.5.2	Die literatuuroorsig	281
7.5.3	Die hipoteses	283
7.5.4	Die metode van ondersoek	284
7.5.4.1	Algemeen	284
7.5.4.2	Steekproefneming	284
7.5.4.3	Meetinstrumente	284
7.5.4.4	Statistiese prosedures	285
7.5.4.5	Kwalifikasie van die opname-ont= werp as 'n opvoedkundige meet= middel	286
7.5.5	Resultate en gevolgtrekkings	287
7.5.6	Aanbevelings	287
AANGEHAALDE LITERATUUR		289
SUMMARY		301
BYLAES		303

LYS VAN TABELLE

3.1	Die dimensies van wetenskaplike denke soos opgelewer deur die analise in paragraaf 3.3	108
4.1	Vergelyking van wetenskaplike denkmodes (hoofstuk 2) en formeel-operasionele modes (hoofstuk 4)	181
5.1	Die dimensies van wetenskaplike denke waarvan die hantering deur die vier toetse in die battery bepaal kan word	223
5.2	Diskriminasievermoë van die toetsbattery	233
6.1	Korrelasies tussen prestasies in die toetsbattery en prestasies in die skoolvakke met die hoogste frekwensie (n meer as 15)	241
6.2	Hantering van die onderskeie toetsitems	243
6.3	Die gemiddelde toetsprestasies in die vier toetse in die battery (aangedui in persentasies)	260
6.4	Korrelasies tussen die vier toetse in die battery	260
6.5	Korrelasies tussen intelligensiekoëffisiënt, prestasie in die vier toetse en die totaalprestasie in die battery	261
6.6	Sosio-ekonomiese status, gemiddelde intelligensiekoëffisiënt en prestasies in die vier toetse en die prestasie in die battery vergelyk	262
6.7	'n Vergelyking van die gemiddelde prestasie in die toetsbattery van die drie sosio-ekonomiese statusgroepe in terme van die z-standaardtelling	263

6.8	Geslag, gemiddelde intelligensiekoëffisiënt en prestasies in die vier toetse en die battery (uitgedruk in persentasies) vergelyk	264
6.9	'n Vergelyking van die gemiddelde prestasie in die toetsbattery van die twee geslags= groepe in terme van die z-telling	265
6.10	Die gemiddelde intelligensiekoëffisiënt, gemiddelde prestasies in die vier toetse en in die toetsbattery (aangedui in persentasies) van proefpersone wat standaard 8 herhaal, vergelyk met dié wat die eerste keer in die standaard is	266
6.11	'n Vergelyking van die gemiddelde prestasie van die twee groepe (herhalers en nie-herhalers) in die battery in terme van die z-telling.	267

LYS VAN FIGURE

5.1	Matriks vir die toekenning van punte in toets 1	197
5.2	Die massabalans	204
5.3	Matriks vir die toekenning van punte in toets 2	210
5.4	Matriks vir die toekenning van punte in toets 3	215
5.5	Matriks vir die toekenning van punte in toets 4	222

LYS VAN BYLAES

Bylae 1:	Die 42 Transvaalse komprehensiewe eenhede verdeel in vier strata	303
Bylae 2:	Die keuse van vier hoërskole, een per stratum	304
Bylae 3:	Algemene inligtingsblad	305
Bylae 4:	Puntetoekenning	306
Bylae 5:	Vorm vir die rekenaar-verwerking van gegewens	307

HOOFSTUK 1

PROBLEEMSTELLING EN BEPLANNING

In die sillabus vir Ekonomie (T.O.D., Junie 1972) wat tans in die Transvaalse sekondêre skole gevolg word, voer die opstellers onder andere aan dat differensiasie in die onderrig van die vak berus op die "aansluitingsvlak by die leef- en ervaringswêreld van die kind" en verder word die vereiste gestel dat "opdragte moet pas by die rypheid en die vermoë van leerlinge" (paragraaf 4.3.5).

Hierdie woorde dui daarop dat daar 'n besef bestaan by kurrikulum- en sillabusopstellers dat daar in die werklike skoolonderrig by die ervaring, rypheid en vermoë van die kind aangesluit moet word. So word in die sillabus vir Geskiedenis (T.O.D., Junie 1972) aangevoer dat die onderwyser wat Geskiedenis onderrig, hom moet vergewis van die kind se voorstelling van die geskiedenis aangesien hierdie kennis noodsaaklik is om die aanbieding van die vak vir die kind bevatlik te maak (paragraaf 1.4). Dieselfde gedagte kom na vore in die volgende aanhaling: "Attention should be given to comprehension which is consistent with the level of the pupils' experience and understanding." (T.O.D.-sillabus vir Engels, standaardgraad, Junie 1972, paragraaf 3.5.2.3). Ook die opstellers van die sillabus vir Aardrykskunde stel 'n soortgelyke eis (T.O.D.-sillabus vir Aardrykskunde, Junie 1972, paragraaf 4.1).

Uit die inleidende opmerkinge in die vorige paragraaf is dit duidelik dat kinders se redenering beperk is tot die materiaal wat hulle verstandelik, sinvol kan interpreteer deur hulle beperkte ervaring in die denkhandeling (Harmse, 1973, p. 4). Anders gestel: die denkles (die ontwikkelende les - induktief en deduktief) vereis van die leerling die vermoë tot redenering, die vermoë tot die vorming van oordele uit ander oordele of selfs uit eerste beginsels. Dit spreek dus vanself dat voor 'n leerling in staat is tot die verstaan van veralgemeende ervarings die induktiewe en deduktiewe les taamlik moeilikhede sal oplewer (Coetzee, 1964, p. 161). 'n Groter onderwysprobleem is egter hoe om kurrikula en sillabusse s5 te beplan dat die basiese idees en beginsels wat daarin geleë is 'n sentrale rol speel in die onderrig, en hoe om die vlak van die leerstof te laat pas by die vermoëns van die leerlinge (Bruner, 1966, p. 8).

Die probleem is dus: in die lig van die opmerking van Bruner hierbo is dit moontlik dat gedeeltes van die leerstof (byvoorbeeld in standerd 8) aan leerlinge onderrig kan word op 'n stadium wanneer hulle, of sommige van hulle altans, nie daarvoor gereed is nie. Die doel met hierdie ondersoek is nou om vas te stel of alle 16-jarige leerlinge in standerd 8 wel in staat is tot die mate van wetenskaplike denke wat (onder andere) in die sillabusse van skoolvakke van hulle verwag word.

Om die stelling van hierdie probleem te motiveer, sal 'n oorsig van die literatuur met betrekking tot die probleem noodwendig moet volg. Uit die sillabusse is dit reeds, soos in die Inleiding (paragraaf 1.1) gemeld, duidelik dat die sillabussamestellers bewus is van die moontlikheid dat daar van die leerlinge 'n mate van denkvermoë vereis sou kon word waartoe sommige van hulle nie in staat is nie. Ook die volgende uitsprake in die literatuur bevestig dat so 'n moontlikheid inderdaad bestaan:

1. Bruner (Bruner, 1966, p. 38 e.v.): Wanneer 'n leerling nog in die konkreet-operasionele stadium verkeer, is hy al in staat om op konkrete en intuïtiewe wyse 'n groot aantal idees te begryp uit die Wiskunde, die natuurwetenskappe, die sosiale wetenskappe en dies meer. Hy werk dan met hierdie idees op konkrete en intuïtiewe vlak. Bruner verwys in hierdie verband na 'n les wat werklik gegee is en wat hierdie uitspraak illustreer: in die les, wat gehandel het oor die teorie van funksies, het die leerlinge die begrippe gou baasgeraak, maar toe die onderwyser probeer verduidelik het wat die teorie is en wat dit behels, het die leerlinge hom nie meer gevolg nie. Later, op die gepaste stadium van ontwikkeling en na heelwat oefening in konkrete denkhandeling, sou die tyd egter ryp wees om die leerlinge te konfronteer met die nodige formalisme.

Volgens Bruner (Bruner, 1966, p. 40) is dit maklik om oor gegewe leerstof eenvoudige of onsinnige vrae te vra of om die kind te lei om sulke vrae te vra. Net so maklik is dit om onmoontlik-moeilike vrae te vra.

Die kuns is om die medium-tipe vrae te vra wat die leerling kan beantwoord en wat tog iewers heen lei. Dit is die taak van onderwysers en handboeke.

Die kuns is dus om aan die leerlinge vrae te stel wat by hulle ontwikkeling pas, wat by hulle verstandelike (denk-) vermoë pas, om van leerlinge in die skool dit te verg waartoe hulle met inspanning in staat is.

2. Harmse (Harmse, 1973, p. 4 e.v.): Die foute wat leerlinge begaan in die denkhandeling kan verstaan en verklaar word op grond van die volgende oorwegings: die klein omvang van ervaring, die onbekwaamheid tot volgehoue, rustige, stelselmatige en deurtastende na-denke, die onrypheid in 'n kritiese oordeelvelling. Harmse erken dus ook die moontlikheid dat 'n mens van die leerling in sy denke sekere vermoëns kan vereis waartoe hy nie in staat is nie.

3. Wertheimer (Wertheimer, 1959, p. 2): Hoe onderwysers optree, hoe leerstof oorgedra word, hoe sillabusse opgestel word en hoe handboeke geskryf word, word in 'n groot mate bepaal deur die aard van die leerlinge se denke. Oorskatting van hulle denkvermoë sou dus by implikasie meebring dat meer van hulle denke verwag word in die onderrig as waartoe hulle in staat is.

4. Lovell (Lovell, 1971, p. 81): Soos die kind vorder van die sewende tot die twaalfde lewensjaar is hy algaande meer in staat om 'n aantal kwalitatief-enerse

faktore te struktureer (byvoorbeeld lengte, area, massa, snelheid, tyd - dit wil sê: relasies van die eerste orde). Op 'n dag behoort hy egter te besef dat 'n probleem waarmee hy te doen het sekere kenmerke bevat wat deur 'n sameloop van verskeie faktore veroorsaak is. Om hierdie komplekse probleme op te los, word nuwe denkvaardighede vereis. Die gevolgtrekking waar toe 'n mens noodwendig kom, is dat dit niks meer is nie as 'n vermorsing van tyd om leerlinge te konfronteer met sulke komplekse probleme indien hulle nie oor die "nuwe" denkvaardighede (i.c. formele denke) beskik nie. Ook elders in die literatuur (vgl. Flavell, 1963, p. 208) word aanvaar dat formele denke 'n "baie goeie instrument" is vir wetenskaplike redenasie. By implikasie kom dit gevolglik daarop neer dat 'n leerling wat nie oor formele denke beskik nie, nie ten volle in staat sal wees tot wetenskaplike denke nie (vgl. ook Lovell, 1971, p. 83).

Lovell (Lovell, 1971, p. 84) bevraagteken die uitsprake van die Geneefse skool in verband met die denke van die adolessent. Hy staaf sy siening met die resultate van 'n eksperiment in die vak Geskiedenis. Aan die leerlinge is 'n geskiedenispassasie gegee en hulle antwoorde op vrae daaroor is geëvalueer en ingedeel as of konkreet-operasioneel of formeel-operasioneel. Daar is gevind dat formele denke in ten minste die een skoolvak (i.c. Geskiedenis) eers baie laat aanbreek: op 'n verstandsouderdom van 16 tot 16½ jaar. Dit is heelwat later as wat deur Piaget c.s. vasgestel is (Adler, 1970, p. 5).

In eksperimente uitgevoer aan die Universiteit van Leeds is gevind dat die aanwesigheid van formele denke eerste aan die lig kom in die eksperiment met kleurlose vloeistowwe, daarna in die massabalans-eksperiment, en daarná eers (op V.O. 16-16½ jaar) in 'n geskiedenis-passasietoets (vgl. ook hoofstuk 5) (Lovell, 1971, p. 88).

5. Karplus (Karplus, 1970, p. 242): In sy bespreking van die onderrig van Natuur- en Skeikunde (Engels: Science) maak Karplus die stelling dat die formele denke van die meeste jongmense in die sekondêre skool hulle nie oor die algemeen in staat stel om die soort verhoudinge te herken wat 'n mens behoort te kan herken wanneer jy besig is met 'n wetenskaplike ondersoek nie.

6. McLean (McLean, 1968, p. 161): McLean het dit in sy redenasie veral teen die feit dat die sekondêre-skoolonderrig oorheers word deur eksamens. Seuns en dogters wat na behore ontdekkingstogte in die letterkunde, musiek, kuns, Wiskunde en natuurwetenskappe moes onderneem het, moet vir eksamens voorgeskrewe werke bestudeer ten einde die standaard te slaag. Soms is daar ook groot sosiale druk: leerlinge moet met toewyding werk uit vrees vir die skande wat hulle meen mislukking sal meebring. Volgens hierdie skrywer lei so 'n benadering tot die vernietiging van die werklike oogmerke van onderwys, maar dit moet aanvaar word as een van die "harde" feite van die lewe wat die hoof gebied moet word. Die vraag ontstaan egter of die leerlinge wel oor die denkvermoë beskik om dít baas te

raak wat hulle onder sulke sosiale en eksamendruk die hoof moet bied.

7. Furth (Furth, 1969, p. 31 e.v.): Uit die stelling van die probleem hoërop is dit duidelik dat die hele kwessie van sosio-ekonomiese milieu en die verband daarvan met die denke van die kind vir die doel van hierdie studie buite rekening gelaat is, dog Furth op=per die moontlikheid dat sommige leerlinge (ook 16-jariges) nie in staat sal wees tot die mate van wetenskaplike denke wat van hulle verwag word nie, omdat hulle kulturele milieu van so 'n aard is dat hulle denke nie tot 'n stabiele stelsel ontwikkel het teen ongeveer die 14e of 15e lewensjaar nie.

Dit kan gesê word dat die adolessent se nuwe operasionele vermoëns wat in die formele denkstadium ontwikkel (vgl. hoofstuk 4) vir die adolessent onbeperkte moontlikhede blootlê om konstruktief deel te neem aan die vorming van wetenskaplike kennis - op dié voorwaarde dat "his setting offers him a suitable practice-ground and a favourable intellectual atmosphere." (Furth, 1969, p. 32).

In die lig van die bogemelde uitsprake in die literatuur oor die denkvermoë van die adolessent kan die probleem wat in die huidige navorsing ondersoek word soos volg geformuleer word:

'n empiriese ondersoek word uitgevoer met die oog daarop om vas te stel hoeveel 16-jarige leerlinge wat tans in standerd 8 is, beskik oor wetenskaplikheid in hulle denke, en om

vas te stel in watter mate hulle daarvoor beskik.

Daar is besluit op 16-jarige leerlinge (en volgens die huidige stelsel in Transvaal is hulle dan in standerd 8) omdat dit gewoonweg aanvaar word (vgl. hoofstuk 4) dat die kind wat die sestiende lewensjaar bereik het in staat behoort te wees tot formele denke. Daar word ook aangevoer dat hy of sy die fase binne=tree wat gekenmerk word deur die feit dat kritiese en wetenskaplike denke na vore behoort te tree (Oosthuizen, 1969, p. 230).

Voorts is besluit op die toetsing van leerlinge in slegs een standerd, naamlik standerd 8, sodat 'n stu=die gemaak kan word van die eise wat die skool stel in terme van wetenskaplike denke in slegs die enkele standerd. Voorts verteenwoordig standerd 8 ook dik=wels die einde van verpligte en volksonderwys en sou dit dus ook die stadium wees waarop die opvoedings=doelstelling behoort bereik te wees (Oosthuizen, 1969, p. 234).

Uit bostaande is dit duidelik waarom 16-jarige standerd 8-leerlinge in die empiriese ondersoek getoets moet word: teoreties beskik hulle oor al die vermoëns van wetenskaplike denke om die toetse waaraan hulle onder=werp word die hoof te bied. Die vraag is of hulle in werklikheid wel daartoe in staat is.

1.3 Motivering vir die uitvoering van die empiriese ondersoek

'n Basiese uitgangspunt in die onderwys is dat elke

kind geregtig is op 'n kurrikulum, sillabus en onderrig waarin hy sukses sal kan behaal met 'n optimale mate van inspanning. Die onderrig moet dus in 'n sekere sin by elke leerling pas; die skool moet dit van die leerling verwag waartoe hy met inspanning in staat is. As die skool egter van die leerlinge vermoëns (i.c. denkvermoëns) verwag waartoe hulle nie in staat is nie, bly daar slegs een van twee weë oop:

1. daar moet minder van die leerlinge verwag word. Omdat hierdie uitweg sulke ingrypende implikasies sou hê vir sillabusse, kurrikula en die gewone onderrigmetode - 'n algehele verlaging van standaard en 'n volledige hersiening - en omdat dit sosiaal nie aanvaar kan word nie, moet hierdie moontlikheid verwerp word;
2. die alternatief is dat die leerlinge gelei word (met behulp van goedbeplande onderrigmetodes, onderrig, vrae, sillabusse, kurrikula en dies meer) om vinniger en doeltreffender te beweeg deur die onderskeie fases van verstandelike ontwikkeling.

Hierdie studie kan tot gevolg hê dat sillabussamestellers sowel as onderwysers in die klaskamersituasie 'n beeld kry van wat tans op skool in standerd 8 van Transvaalse leerlinge verwag word, en of alle 16-jarige leerlinge wat tans (1975) in standerd 8 is in staat is tot die mate van formeel-wetenskaplike denke wat vereis word.

Die verslag van die navorsing wat in hierdie verhandeling gegee word, word hoofsaaklik in twee dele aangebied, naamlik 'n teoretiese deel (hoofstukke 2, 3 en 4) en 'n empiriese deel (hoofstukke 5 en 6). Die geheel word voltooi met 'n sewende hoofstuk waarin sekere aanbevelings en verwante aspekte van die studie onder die loep kom. Die samestelling van die sewe hoofstukke sien in die breë soos volg daaruit:

1. Probleemstelling en beplanning.

Die teoretiese deel

2. In die tweede hoofstuk word sekere begrippe omskryf, naamlik wat vir die doeleindes van hierdie studie verstaan word onder die terme "wetenskap", "wetenskaplike denke" en "wetenskaplike denkmetodes". In hierdie hoofstuk word die breë basis vir die ondersoek gelê: die mees algemene wetenskaplike denkmetodes word kortliks bespreek met die oog op oriëntering vir die oorsig in hoofstuk 3.
3. In die derde hoofstuk word 'n poging aangewend om te bepaal wat die sekondêre skool in Transvaal tans van sy standerd 8-leerlinge verwag in terme van formeel-wetenskaplike denke en die gebruik van die wetenskaplike denkmetodes wat in hoofstuk 2 onder bespreking gekom het.
4. Om die teoretiese deel af te sluit, word 'n literatuuroorsig in die vierde hoofstuk van stapel gestuur ten einde 'n profiel van die denke van die adolessent te verkry. Die doel van hierdie hoofstuk is hoofsaaklik om vas te stel of skryf

wers meen dat dit enigsins, selfs teoreties, moontlik is vir die 16-jarige leerling om die eise van die skool (soos bepaal in hoofstuk 3) die hoof te bied.

Die empiriese deel

5. Aan die einde van hoofstuk 4 word oorgegaan tot die formulering van ('n) hipotese(s) wat getoets moet word. Die vyfde hoofstuk word afgestaan aan die beplanning van die opname-ontwerp met die oog op die verifiëring van die gestelde hipotese(s).
6. Die sesde hoofstuk word gewy aan die bespreking van die resultate van die empiriese ondersoek. Sekere gevolgtrekkings sal op grond van die resultate gemaak word.

Die slothoofstuk

7. In die sewende hoofstuk word sekere aanbevelings wat deur die studie na vore gebring is, gemaak. Die res van die hoofstuk word beslaan deur die aanduiding van verdere navorsingsmoontlikhede wat uit die studie spruit, deur 'n bespreking van moontlike tekortkominge van die studie, en ten slotte word 'n samevatting van die hele studie gegee.

1.5 Samevattende oorsig

In hierdie hoofstuk is gepoog om die probleem te stel wat in die navorsing ondersoek word, naamlik dat vasgestel moet word of alle 16-jarige standaard 8-leerlinge in Transvaalse skole wel kan voldoen aan die eise wat aan hulle gestel word in terme van wetenskaplike denkvermoë, en in watter mate hulle daaraan

kan voldoen. In die loop van die bespreking is aangedui hoedat die moontlikheid telkens in die literatuur opduik dat daar meer van die leerlinge verwag kan word ten opsigte van denkvermoë as waartoe hulle in staat is. Op grond van hierdie telkens-geopperde moontlikheid word die ondersoek onderneem ten opsigte van 16-jarige standerd 8-leerlinge in Transvaal gedurende 1975.

Na die probleemstelling is die res van die hoofstuk gewy aan 'n kort oorsig van hoe die verdere verloop van die studie daar uitsien, en hoe die verhandeling saamgestel is.

HOOFSTUK 2

WETENSKAP, WETENSKAPLIKE METODE EN DENKE

Inleiding

Soos in die vorige hoofstuk aangedui, moet vasgestel word of sestienvjarige leerlinge (in Transvaalse skole) wat in standaard 8 is, in staat is tot die mate van formeel-wetenskaplike denke en redenasie wat van hulle verwag word. Ten einde die empiriese ondersoek met die oog hierop te beplan, is dit voor alles nodig dat daar oor enkele fundamentele sake besin moet word, te wete:

- * wat is wetenskap?
- * wat is wetenskaplike metode(s) en hoe sien elk daar uit?
- * wat word verstaan onder wetenskaplike denke en redenasie?

Dit kom voor of 'n samevattende oorsig van die beskikbare literatuur oor hierdie vrae alleen die aangewese ding is om te doen. Om hierdie rede sal daar in die volgende bespreking uitgegaan word van slegs 'n enkele wetenskapsbeskouing (met terloopse vermelding van ander bruikbare beskouings) en definisie van wetenskap, en sal gebruik gemaak word van slegs een indelingsbeginsel van wetenskaplike metodes, egter wel omgewerk en aangepas ter wille van volledigheid en bruikbaarheid.

Wat is wetenskap?

Van der Merwe haal twee skrywers oor hierdie onderwerp

aan (Van der Merwe, 1975, p. 15), naamlik Landman en Gous. Vir eersgenoemde is wetenskap "die uitkoms van radikale en sistematiese refleksie", en derhalwe beteken dit 'n soeke na "fundamentele strukture en werklike essensies". Gous beskryf wetenskap weer as "die krities verantwoordbare, sistematies en meto= dies verkreë kennis wat berus op ware, universele, algemeen en noodwendig geldige oordele en uitsprake aangaande 'n bepaalde afgebakende, selfstandige en samehangende perspektief op die leefwêreld as lewens= werklikheid". Van Wyk vereenselwig hom met die siens= wyse van Stoker, buiten vir 'n enkele noodsaaklike byvoeging wat hy maak: wetenskap is kennis, maar 'n bepaalde soort kennis. Volgens Stoker is "wetenskap soveel moontlik tegnies-metodies gesistematiseerde (samehange van die kenbare blootleggende) en soveel moontlik tegnies-metodies geverifieerde (ver-sêkerde, sêker-gemaakte, vâsgestelde, met ander woorde, begronde en bewese) kennis van die kenbare as sodanig." (Stoker, 1961, p. 51). Van Wyk voeg egter betekenisvol hieraan toe dat hierdie kennis in grondslag en hooflyne deur 'n bepaalde lewensbeskouing medebepaal word (Van Wyk, 1973, p. 12). Elders voeg laasgenoemde by dat weten= skap ook neerkom op die vorming en uitbouing van kennis op 'n bepaalde vakterrein (Van Wyk, 1973, p. 30).

Verifikasie en sistematisering vereis 'n tegniese beheersing van die kenbare, van die voltrekking van kenaktes en van die gebruik van kenfunksies. In die wetenskap mag 'n mens dan van 'n metodetegniek praat (Stoker, 1961, p. 51).

Dengerink (Dengerink, 1975, lesing aan die P.U. vir C.H.O.) meen dat wetenskap 'n teoretiese verantwoording is van die werklikheid, en voeg daarby dat dit die belangrikste instrument is waarmee ons die probleme van ons tyd onder kontrole kan kry en tot 'n oplossing kan bring. Hy vereenselwig hom in sy redenasie met Dooyeweerd wat aangevoer het dat teoretiese (wetenskaplike) denke 'n struktuur het wat in die ontiese (dit wil sê, die tydelike orde van die werklikheid) gegrond is, 'n struktuur wat as sodanig onveranderlik is, en dus nie aan die historiese ontwikkeling onderworpe is nie. Die struktuur is daarom in sy konsepsie van algemeen-geldige aard, en waarborg tegelykertyd die gemeenskap tussen alle wetenskaplike denkers, oor verskillende geslagte heen en binne dieselfde geslag, van welke religieuse oortuiging hulle ookal mag wees.

Met Stoker se definisie, soos bygewerk deur Van Wyk en hierbo aangehaal, is die uitgangspunt van hierdie verhandeling na my mening gestel. Die ander beskouings wat aangehaal is, verskil nie in so 'n ingrypende mate daarvan dat 'n diepgaande prinsipiële beskouing daaroor vir die doeleindes van hierdie studie nodig lyk nie. Met Stoker se definisie, soos aangevul, van wetenskap as vertrekpunt kan daar nou oorgegaan word tot 'n bespreking van wat wetenskaplike metode is.

2.3 Wetenskaplike metode

2.3.1 Algemene oriëntering

Volgens Stoker (Stoker, 1961, p. 51) is 'n wetenskaplike

metode 'n beplande verifiërende en sistematiserende handel- of werkwyse om, met gebruikmaking van die wetenskaplik-kenbare wetenskap te vorm. Elders stel hy dit soos volg in die vorm van 'n definisie: "'n Wetenskaplike metode is 'n (beplande, verifiërende en sistematiserende) wyse van handeling wat as middel (waar moontlik met behulp van middele) diens doen om met gebruikmaking van die wetenskaplik-kenbare (met ander woorde, dit wat voorhande is) wetenskap (met ander woorde, geverifieerde en gesistematiseerde kennis, waaronder verstaan, verklaring, en teorieë) te vorm." (Stoker, 1961, p. 103).

Uit bogenoemde definisie is dit dus duidelik dat wetenskaplike denke, oftewel die wetenskaplike metode, onderworpe is aan die wetmatigheid van die analitiese modaliteit (resp. wetskring) (vergelyk Van Wyk, 1974a, p. 9). Denke wat wetenskaplike denke wil wees, moet logies wees. Denke is 'n analitiese aktiwiteit wat genormeerd moet plaasvind onder leiding van die analitiese aspek van die werklikheid, en moet plaasvind onderworpe aan die eise van die Logika. Normering is noodsaaklik vir die beoordeling van denke as reg of verkeerd. Denke geskied nie somer lukraak, ongeorden of intuïtief nie (veral nie wetenskaplike denke nie); dit maak gebruik van sekere tegnieke en metodes wat aantoonbaar en omskryfbaar is. Die wetenskaplike kenne en denke onderskei homself van die nie-wetenskaplike denke en kenne deurdat eersgenoemde hom toelê op die altyd verdere isolering van altyd fynere samehange in die afsonderlike wetskringe (Vollenhoven, 1968, p. 140).

(Van vakwetenskap word gepraat wanneer daar nie meer nie as slegs een nie-analitiese modaliteit ondersoek word. Vakwetenskaplike besig-wees hou in dat die analise van die ondersoeker gerig is of word op 'n enkele nie-analitiese wetskring).

Dit is moeilik om presies te sê wat bedoel word met wetenskaplike denke, aangesien daar in die literatuur gebruik gemaak word van 'n wye verskeidenheid terme vir dieselfde saak: teoretiese denke, analitiese denke, kritiese denke en dies meer. Vinacke (Vinacke, 1952, p. 253) meen verder dat omskrywing van wetenskaplike denke ook bemoeilik word deur die feit dat die meeste mense bevange is met "the modern reverence for science, together with the glamour, paraphernalia, and infallibility of the laboratory Still another element ... is the conviction that scientific thinking is rational, the 'good' kind of thinking."

As uitgangspunt vir die hieropvolgende bespreking neem ons die volgende stelling: "Slegs die mens kan onderskeidend dink - naïef of sistematies, dit wil sê, alle-daags of wetenskaplik. Onderskeidende denke lei tot die vorming van begrippe, en begrippe word weer verbind en geskei in oordele Denke is 'n suiwer menslike handeling" (Van Wyk, 1974b, p. 13) en is as sodanig onderworpe aan die analitiese of logiese modaliteit, waarvan die sinkern is: analitiese onderskeiding. (Vakwetenskap is 'n analitiese bedrywigheid in een ander modaliteit, afgesien van die analitiese).

Logiese (wetenskaplike) denke kan dus verstaan word as

die formele rangskikking (arrangement) van die finale produk van 'n besondere denkhandeling, die rangskikking is dan van so 'n aard dat dit die uiteindelijke slotsom opsom (saamvat) en die presiese gronde aandui waarop die slotsom berus. Gewone los gedagtes en denke laat die resultaat as't ware in die lug bly hang, met slegs 'n "vague sense of what has been proved or arrived at." (Dewey, 1933, p. 77). Daar moet korrek geredeneer word volgens die reëls van logies-wetenskaplike denke maar die voorbehoud moet gestel word dat selfs sulke korrekte redenasie nie kan waarborg dat daar by die waarheid uitgekom sal word nie, aangesien daar foute aanwesig mag wees in die materiaal waaroor gedink of geredeneer word, of dat die premisse(s) van waaruit geredeneer word, vals mag wees (Vinacke, 1952, p. 75).

In die wetenskaplike metode word die herhaalde ko-insidensie van verskillende feite vervang deur die "discovery of a single comprehensive fact, effecting the replacement by breaking up the coarse or gross facts of observation into a number of minuter processes not directly accessible to perception. the scientist advances by assuming that what seems to observation to be a single total fact is in truth complex. He attempts, therefore, to break up the single fact into a number of lesser facts, in short, into data." (Dewey, 1933, p. 195). Analitiese (of wetenskaplike) denke vorder dus uit die aard van die saak stapsgewys, een stap op 'n keer. Die stappe is eksplisiet en kan in die reël meegedeel word aan 'n ander deur die persoon wat dink. Dié soort denke verloop met (relatiewe) volle bewustheid van die inligting en die denkhandelinge

wat betrek word. Dit mag ook versigtige (deduk=
tiewe) redenasie verg, soms met gebruikmaking van
wiskundige en logiese terme, en 'n eksplisiete "plan
van aanval". Daarenteen mag dit 'n stap-vir-stap-
handeling van induksie en eksperimentering wees ('n
handeling waarby die beginsels van navorsingsontwerp
en statistiese analise betrek kan wees) (Bruner, 1966,
p. 57). Op hierdie wyse dien wetenskaplike denke as
of 'n korrektief vir intuïtiewe denke, of om die
resultate van laasgenoemde te verifieer en te kontro=
leer. Die intuïtiewe denke lewer gewoonlik die
hipoteses wat geverifieer moet word. Die analitiese
denke gee aan intuïtief-ontdekte probleme 'n bepaalde
formalisme.

Die klassieke logies-wetenskaplike denke besit die
volgende goeie eienskappe:

1. dit wil deurdring tot die waarheid;
2. dit konsentreer op die basiese verskil tussen
'n gewone bewering, 'n opvatting en 'n eksakte
oordeel;
3. dit lê nadruk op die verskil tussen vae begrippe,
vae veralgemenings en presiese formulerings;
4. dit het 'n groot aantal kriteria ontwikkel wat
geskik is vir die toetsing en die ontdekking van
foute, vaagheid in die denke, soos byvoorbeeld
ongeregverdigde veralgemening, oorhaastige gevolg-
trekking;
5. dit lê nadruk op bewysvoering;
6. dit lê nadruk op die noodsaaklikheid vir reëls van
bespreking, en

7. dit lê nadruk op 'n rigoristiese en strenge uitvoering van elke individuele stap in die denke (Wertheimer, 1959, p. 7).

Die wetenskaplike denkmethode lê die nadruk op die versameling van feite, op bestudering van empiries-konstante verbindings tussen feite, op veranderinge, op waarneming van die uitwerking van veranderinge wat aangebring word in feitelike situasies, op prosedures wat kulmineer in algemene veronderstellinge. Sillogismes word beskou as instrumente waarmee 'n mens gevolgtrekkings kan maak van sulke hipotetiese veronderstellinge ten einde hulle te toets (Wertheimer, 1959, p. 7).

Opsommenderwys kan ons Dewey (Dewey, 1933, p. 171) aanhaal: "Scientific method includes, in short, all the processes by which observing and amassing of data are regulated with a view to facilitating the formation of explanatory conceptions and theories. These devices are all directed toward selecting the precise facts to which weight and significance shall attach in forming suggestions or ideas. Specifically, this selective determination involves operations of

1. elimination by analysis of what is likely to be misleading and irrelevant,
2. emphasis of the important by collection and comparison of cases, and
3. deliberate construction of data by experimental variation."

2.3.2 Wetenskaplike denke veronderstel die gebruik van wetenskaplike metodes

[Harmse (Harmse, 1973, p. 11) voer aan dat die begrip kritiese denke gewoonlik in verband gebring word met sekere bekwaamhede, soos die herkenning van assumpsies, hipotesevorming, evaluering, afleidings maak, begryp en dies meer. Uit die redenasie van Harmse en Oosthuizen (Oosthuizen, 1969) is dit duidelik dat, wat hulle as kritiese denke omskryf, sinoniem is met wat in die huidige bespreking onder wetenskaplike denke verstaan word.] Harmse voer voorts aan, en in ooreenstemming met wat in paragraaf 2.3.1 reeds aangeroe is, dat die logiese dimensie deurgaans aangetref word in die handeling van wetenskaplike (kritiese) denke. Hierdie dimensie is kognitief van aard en veronderstel die gebruik van die metodes van logiese ondersoek en probleemoplossing. Hy gaan voort: "Die besondere funksie van die logiese dimensie is om te waak teen dubbelsinnigheid, teenstrydigheid, ongeregtigde afleidings, onvoldoende gegewens en verkeerdelike toepassing van beginsels. Die ontwikkeling van die formele logika met sy twee werkswyses van deduksie en induksie het 'n besondere bydrae tot hierdie dimensie gelewer...." (Harmse, 1973, p. 12).

[Oosthuizen (Oosthuizen, 1969, p. 28) vervolg in dieselfde trant dat logiese denke soms beskou word as 'n kenmerk van kritiese (wetenskaplike) denke. Kritiese-wetenskaplike denke word soms gesien as verstandelike aktiwiteite wat daarop gemik is om geldige afleidings te maak, om te demonstreer, om kennis op deduktiewe

en induktiewe wyse te sistematiseer. Volgens Oosthuizen moet die volgende bekwaamhede beskou word as kenmerke van kritiese denke:

1. om 'n probleem te definieer;
2. om die inligting wat tot probleemoplossing lei, uit te soek (dit wil sê, die relevante gegewens isoleer);
3. om genoemde en ongenoemde assumpsies te herken;
4. om 'n geskikte hipotese te vorm, en
5. om gemagtigde gevolgtrekkinge te maak en afleidings te evalueer.]

[Wetenskaplike denke kan ook soos volg omskryf word: dit omvat 'n vraagstellende houding, uitgestelde oordeel, 'n konatiewe of funksionele faktor wat die gebruik van die volgende metodes veronderstel: die metode van logiese vraagstelling, van probleemoplossing, en 'n oordeelsfaktor van evaluering in terme van die een of ander norm, standaard of concensus] (Oosthuizen, 1969, p. 29).

In sy studie het Oosthuizen tot die gevolgtrekking gekom dat "kritiese denke 'n veelomvattende begrip is waarin alle geestesprosesse wat in gewone denke aangetref word, teenwoordig is." Soos wetenskaplike denke (waarmee kritiese denke myns insiens sinoniem is), is kritiese denke in essensie korrekte waardebe-paling of oordeel. Hierdie oordeel vereis (soos wetenskaplike denke) dat "gegewens korrek ingesamel en gerangskik, ontleed, gesintetiseer, vergelyk en gedefinieer moet word; dat assumpsie en hipotese geken-

en verstaan word en dat deduktiewe en induktiewe afleidings gemaak word." (Oosthuizen, 1969, p. 29).

[Perseptuele denke is voorwaarde vir kritiese (en dus wetenskaplike) denke en hoewel dit nie in wetenskaplik-kritiese denke altyd gaan om die sintuiglike geë waarwording nie, is die drie elemente van persepsie (onderskeiding, verbinding en herkenning) ook in wetenskaplike denke aanwesig. Begrippe verrig voorts 'n belangrike funksie by denke omdat dit as gevestigde en betroubare betekenis die mens in staat stel om in sy denke inhoude te selekteer en te beheer. Enige denke waarin daar begrippe verwerf en toegepas word, kan as begripsmatige denke beskryf word en as sodanig is wetenskaplike denke ook begripsmatige denke (Oosthuizen, 1969, p. 33). Die leser moet daarop let dat kritiese denke volgens Oosthuizen, en per sy definisie, in wese "korrekte waardebeëpaling" is, en dít is te eng om as sinoniem van wetenskaplike denke te aanvaar. Soos gedefinieer, is dit dus eerder 'n onderdeel van wetenskaplike denke, maar uit Oosthuizen se werklike hantering van die term "kritiese denke" en vanweë dit wat deur kritiese denke veronderstel word, is dit duidelik dat "kritiese denke" as term goëdskiks deur die term "wetenskaplike denke" vervang kan word.

Die wetenskap volg nie alleen die metode van beskrywing van die werklikheid nie, maar trag om die werklikheid te verklaar, samehange bloot te lê, te evalueer en resultate te verifieer aan die syne- sowel as die geopenbaarde waarheid (Van Wyk, 1973, p. 16). Die wetenskaplike moet begryp, beskrywe, verklaar,

verstaan en beoordeel. Alle bevindings moet toerekenbaar, verantwoordelik en krities begrond en bewys word. Vir hierdie doel word kreatuurlik-begrensde wetenskaplike metodes gebruik. Die wetenskaplike moet die volgende wetenskaplike metodes evalueer en hom oor die gebruik van elkeen van hulle prinsipiëel verantwoord: die sintuiglike waarneming, definisie, indeling en klassifikasie, deduksie en induksie, analise en sintese, verifikasie, die transendentale-kritiese, die fenomenologiese, die eksistensieel-analitiese, die eksperimentele, die statistiese en ander metodes (Van Wyk, 1973, p. 16).

2.3.3 Denke en Logika

Sonder om in die wetenskap van die Logika verseil te raak, word volstaan met 'n enkele opmerking oor denke of redenasie: "...logicians do not regard mental processes as thinking unless they fulfill the conditions they have laid down." (Vinacke, 1952, p. 74). Denke of redenasie kan omskryf word as "forms of mental processes which take place in situations where certain specified controls or forms are set up. Logic is that branch of inquiry or knowledge which concerns itself with the specification of these controls, what occurs within the resulting framework, and the outcome of that activity." (Vinacke, 1952, p. 74). Die "controls or forms" waarna Vinacke verwys, word in die volgende paragrafe van hierdie hoofstuk onder bespreking geneem.

2.3.4 Indeling en bespreking van wetenskaplike metodes

2.3.4.1 Algemene opmerkings

Hoewel dit nie besonder noodsaaklik is vir die bespreking van die mees algemene wetenskaplike metodes nie, is dit tog handig en selfs nuttig om die bespreking oor hierdie metodes te voer aan die hand van die een of ander indeling. Met die oog hierop is verskeie indelings onder oë geneem, maar slegs twee word hierna weergegee. Die redes vir die feit dat die ander nie bruikbaar is nie, is onder andere die volgende: die bespreking van die metodes geskied deurmekaar en op 'n lukrake, selfs onsistematiese wyse (vgl. Siu, 1957, p. 17 en verder); of die indeling is onvolledig in vergelyking met sommige ander (vgl. Chambers se ensiklopedie, volume 12, 1959, p. 293 en verder); of die indeling en bespreking is meer breedvoerig, maar dan is dit onbruikbaar as gevolg van die toepassing van sommige van die metodes op gespesialiseerde (natuur-) wetenskaplike arbeid (vgl. Colliers se ensiklopedie, volume 20, 1970, p. 504 en verder); of die indeling is te eng in sy opset. Een voorbeeld van laasgenoemde is die indeling van die *Encyclopedia Americana* (volume 24, 1970, p. 415) waar die metode hoofsaaklik toegespits word op die navorsing van die geskiedenis van die wetenskap.

In die paragrafe wat hierna volg, word twee bruikbare, en vir die huidige doel, toepaslike indelings oorsigtelik weergegee. Die leser sal begryp dat die

voorkeur wat aan 'n bepaalde indeling geskenk word, medebepaal word deur die ontleding wat in hoofstuk 3 volg met betrekking tot die eise wat die skool aan die standaard 8-leerling stel in terme van die gebruik van wetenskaplike metodes.

2.3.4.2 Die indeling van Johnson

Johnson het wetenskaplike metodes aan die hand van vyf kriteria in kategorieë, soos volg, ingedeel (Johnson, 1955, p. 26):

Kriterium 1 klassifikasie ten opsigte van die logiese beduidendheid van die denkbedrywigheid: induksie, deduksie, eduksie, redenasie, afleiding, verifikasie en hipotesevorming.

Kriterium 2 die basis van klassifikasie is die een of ander kenmerk van die denkresultaat: kreatiewe denke, besluitneming, veralgemening, beplanning.

Kriterium 3 die denkhandeling word beskryf deur sy verband met 'n meer omvattende handeling aan te dui: besluitneming (-vorming), voorbereiding, hersiening, locus-analise.

Kriterium 4 terme met 'n negatiewe betekenis, wat aandui dat die een of ander resultaat bereik is, al is die stappe daarin nie duidelik nie: inkubasie, intuïsie.

Kriterium 5 terme wat adjektiewe is wat 'n sekere spesiale kenmerk van denke aandui:

outistiese, gekontroleerde, nie-verband=
houdende, buigsame, verbeeldingryke,
rigoristiese denke.

Elke indeling hang af van die kriteria wat aangê word, en dit bepaal die bruikbaarheid van die indeling. Vir die ondersoeker na wetenskaplike metodes is dit duidelik dat slegs die eerste drie kriteria van Johnson vir die huidige ondersoek bruikbaar is. Die bespreking van die metodes wat in paragraaf 2.3.5 volg, sal hierdie opmerking verder verklaar, aangesien daar slegs definitief-omskryfbare metodes wat in die skoolonderrig bruikbaar kan wees, behandel word. Metodes soos inkubasie, intuïsie (waarvan die stappe nie beskryfbaar is nie) en metodes wat bloot as adjektiewiese omskrywings bestaan, soos wat in die vierde en vyfde kriteria genoem word, is derhalwe nie bruikbaar nie. Bowendien is die indeling van Johnson nie volledig genoeg as basis vir 'n bespreking van wetenskaplike metodes nie.

2.3.4.3 Die indeling van Stoker

Waar slegs die eerste drie kategorieë van Johnson beduidend voorkom met die oog op die praktyk van die skoolonderrig, bevredig die indeling van Stoker in meer opsigte (Stoker, 1961, p. 53 en verder):

2.3.4.3.1 Metodes volgens oorsprong, aard en doel van wetenskap

1. Volgens oorsprong van wetenskap

Met oorsprong van wetenskap bedoel Stoker net die "oorsprong met die probleem gegee" (Stoker, 1961, p. 53). Sonder probleme bestaan daar geen wetenskap nie. Ken- (wetenskaplike) probleme is vrae of take wat vanuit die kenbare tot 'n mens kom, en wat die mens tot probleemoplossing noop. Die mens ontdek, ten eerste, probleme, probeer daarop 'n antwoord vind, daarna kom die probleemstelling, die formulering van die probleem. Die probleemstelling is 'n handeling; die wyse van probleemstelling om van die kenbare wetenskap te vorm, is 'n metode.

2. Volgens aard van wetenskap

Verifikasie: begrondings- en bewysmetodes.

- * Begrondingsmetodes. 'n Direkte beroep word op die kenbare gedoen, op die Skrif, op waarneembare feite, op introspektief-waarneembare feite op die selfevidensie van iets wat intuïtief ingesien word, 'n historiese dokument, 'n literêre geskrif. Hierdie beroep op iets is 'n kenakte (Stoker, 1961, p. 54).
- * Bewysmetodes. Hieronder ressorteer byvoorbeeld logiese bewyse gegee met konsekwensie van afleiding, die afwesigheid van teësprake, gegee met hipotese-verifiërende induksie, met hermeneutiese (uitleggende) metodes, gegee met transendentale analyses.

Sistematisering:

- * Die vermoë tot sistematisering ten opsigte van verband en samehang tussen gegewens van ondersoek. Hierdie metodes verskil al na gelang die betrokke gegewens en hulle verhoudings verskil.
- * Die wyse van logiese sistematisering volgens samehang en verband van begrippe, oordele en afleidings.
- * Die wyse van sistematisering wat albei voorgaande gebruik en verbind tot samevattende beskouings, dit wil sê: teorieë.

3. Volgens doel van wetenskap:

Hier moet onderskei word tussen gegewens (wat aan wette onderworpe is) en die wette self.

Betreffende die kenbare

- * Metodes kan kennis as doel hê (byvoorbeeld van 'n plant);
- * metodes kan kennis van wette as doel hê. Hulle is tweërlei:
 - die wyse van opsporing van byvoorbeeld fisiese wette;
 - vasstelling van hoe 'n bepaalde geval onder 'n betrokke wet ressorteer, of hoe 'n betrokke wet op 'n bepaalde geval toegepas word.

Betreffende die kenne:

Hieronder val onder andere die metodes van begryp, beskryf, verklaar, verstaan en beoordeel. Hierdie is almal ken-handelinge, en die wyses van begryp, beskryf, verklaar, verstaan en beoordeel is metodes.

2.3.4.3.2 Logiese en taalmetodes (sogenaamde formele metodes)

Alle wetenskap maak van denke en van taal gebruik. Hoewel daar volgens Stoker beswaar kan bestaan teen die gebruik van die term "formeel", word dit tog gebruik omdat dit geyk is en geen beter term gevind kan word nie (Stoker, 1961, p. 55).

1. Logiese of denkmetodes

Hieronder ressorteer byvoorbeeld metodes soos begripsvorming, begripsbepaling (definisie), logiese analise en sintese, van onmiddellike en middellike afleiding.

2. Metodes van taalgebruik

Benoeming en formulering is op sigself nie metodes nie, maar handelinge. Sodra die oog egter gerig word op die wyse van benoeming en formulering van iets in die diens van wetenskapsvorming, het ons te doen met metodes van wetenskaplike benoeming en formulering. Gegewens en begrippe moet benoem word (terminologie), en dan op presiese wyse. Dubbel- of veelsinnigheid moet vermy word. Ter wille van wetenskaplike

sintaksis moet formulering in taal plaasvind, ooreenkomstig die verbande, ooreenkomste tussen gegewens gestel word. Hieronder ressorteer ook die formulering van formules en stellings.

2.3.4.3.3 Metodes van ontwaring (waarneming), verwerking en bywerking

Ontwaring, verwerking en bywerking is handelinge.

1. Die ontwaring van gegewens

Hieronder ressorteer sintuiglike waarneming, introspektiewe waarneming, empatie, waardekeuring, weerstandservaring, intuïsie, die insien van relasies tussen gegewens. Ontwaring ontstaan uit kontak met die kenbare, en sluit onder andere die volgende in: eksegetiese vasstelling van wat die Skrif meedeel, sintuiglike waarneming, introspeksie, intuïtiewe insig in die selfevidente, keuring van waardes (Stoker, 1961, p. 56).

2. Verwerking van gegewens

Die sogenaamde formele (taal en logiese) metodes is verwerkingsmetodes. Daarby word ook die volgende onderskei: metodes van onderskeiding, vergelyking (byvoorbeeld variasie, korrelasie, statistiese metodes en dies meer), seleksie van gegewens, versameling van gegewens (registreer, vraelys, statistiese versamelings), analise en sintese, van eenheidsvisie, perspektiviese visie; ook meer besondere metodes van verwerking, soos onder andere die volgende: empiriese

metodes soos hipotese-verifiërende/eksperimentele induksie, empiries-fenomenologiese beskrywing en van historiese kritiek, hermeneutiese (uitleggende) metodes, die "eksistensieel"-fenomenologiese analise, beoordelings-metodes (onder andere die kasuïstiek).

3. Metodes van bywerking

Hierdie metodes verwerk die ontwaarde gegewens om hulle te begryp, beskryf en te verklaar en te beoordeel. Hulle voeg met ander woorde tot die verwerkte gegewens by, en gaan so bo die gegewens uit. Onder bywerkingsmetodes val onder andere die volgende: spekulatiewe metodes, en konstruksiemetodes (waaronder analogiese konstruksie, postulatoriese konstruksie) en ekstrapolasie, inter- en intra-polasie (Stoker, 1961, p. 58).

2.3.5 Wetenskaplike denkmodes wat stellig in die skoolonderrig geïmplementeer word

2.3.5.1 Die metode van sintuiglike waarneming

Hierdie is een van die metodes van ontwaring (kyk paragraaf 2.3.4.3.3), en is een van die komponente van wetenskaplike denke. Daarmee word gegewens vir wetenskapsvorming gebied, en ten tweede vorm die gegewens weer die verifikasiegrond van betrokke verklarings en teorieë. [Sintuiglike waarneming vereis oefening, veral in gevalle waar van instrumente gebruik gemaak word. Die belangrikste eise vir sintuiglike waarneming is:

1. 'n oop verstand en 'n oop gemoed vir die kenbare;
2. die gegewe kenbare moet waargeneem word soos dit is; dit wil sê, objektief;
3. die gegewene moet presies en akkuraat waargeneem word;
4. die gegewene moet volledig waargeneem word, en
5. niks mag verkeerd waargeneem word nie (Stoker,] 1961, p. 63).

Die handeling wat bekend is as "leer ken" kan 'n mens tipeer as "kennis-verwerwend" (Vollenhoven, 1948, p. 47). Hierdie handeling is nie skeppend of heersend nie, maar steeds ontwarend of noterend. Ten opsigte van God is die ontwaring slegs vertrouend (in die betroubaarheid van God). Russell (Russell, 1965, p. 47) brei soos volg uit op hierdie opmerking van Vollenhoven: wat ons weet in verband met feite is soms direk gebaseer op persepsie of geheue, terwyl dit in ander gevalle uit gegewens afgelei is. Laasgenoemde is gedeeltelik ook die geval ten opsigte van die geloof in God. Ten opsigte van die (kosmiese en ander) wette is die ontwaring primêr 'n handeling in onderdanigheid, en ten opsigte van die kosmos is die ontwaring en notering ondervragend. Die te-ondersoekte trek soms die aandag van die ondersoeker (soms opsetlik), en dit is vir die kennende persoon aanleiding om sy aandag analiserend te vestig op dit wat sy aandag getrek het, en met sy ondersoek te begin. By hierdie ondersoek word (op grond van vorige ervaring, waarneming, herinnering en verwagting) aan die ondersoekte (kenbare, gegewens) vrae gestel wat by die aard van die kenbare pas,

en dan gee die ondersoekte (kenbare) as't ware antwoord, en kan hierdie antwoorde in oordeel en begrip genoteer word (Vollenhoven, 1948, p. 47).

Wetenskaplike waarneming het die volgende kenmerke:

1. dit is gerig op 'n duidelik-gedefinieerde oogmerk;
2. dit is sistematies en beplan in elke detail;
3. dit maak (soms) gebruik van instrumente en apparaat wat die sintuie bystaan en noukeurigheid van waarneming bevorder, en
4. die waarnemings word sorgvuldig genoteer (aange-teken) (Pietrasinski, 1969, p. 98).

Wetenskaplike waarneming is dus 'n reeks gerigte en gesistematiseerde waarnemings gemik op die verkryging van 'n akkurate weergawe van die voorwerp of proses onder waarneming. Die gegewens van sintuiglike waarneming kan soms onbetroubaar wees, vergelyk maar net die botsende getuienisse wat ooggetuies soms kan lewer (De Klerk et al, 1973, p. 52). In die waarnemings-handeling moet die waarnemer egter sorg dra dat sy emosies, oortuigings en ideale sy wetenskap bevorder - dit eis uitskakeling van stremmende oortuigings, emosies en ideale.

Persoonlike aanleg en talente speel 'n belangrike rol by sintuiglike waarneming en moet ten volle benut word. Waarneming sonder reeds bestaande kennis wat paraat beskikbaar is, is sinloos, en verder is wetenskaplike waarneming selektief. Die seleksie vind plaas op grond

van probleemstelling. Die wetenskaplike streef verantwoordelik en krities na suiwere en juiste probleemstelling en bepaal daarvolgens selektief watter gegewens relevant is. Ook die navorser (resp. waarnemer) se wetenskapsidee oefen 'n selektiewe invloed uit op (wetenskaplike) sintuiglike waarneming. Om hierdie rede moet die wetenskaplike waarnemer sorg dra dat sy lewens- en wêreldbeskouing sy waarneming bevorder en nie belemmer nie. Uit voorgaande blyk dus dat wetenskaplike waarneming onder leiding van beginsels staan (De Klerk et al, 1973, p. 53).

2.3.5.2 Die metode van definisie

Definieer is 'n denkwildheid en wel 'n oordeelshandeling. Definisie is van laasgenoemde die resultaat, en dit word as kennis besit. Die metode van definisie is die wyse waarvolgens 'n mens iets definieer met die oog op vorming van kennis. 'n Definisie berus op die vermoë van onderskeiding, en is die begrensing, afbakening, bepaling van iets; dit stel positief wat 'n sekere saak is en is dus die determinasie van iets. Om te definieer, is om te oordeel, is 'n (logiese) denkoordeel wat iets in sy onderskeidendheid logies en noukeurig bepaal. 'n Definisie stel slegs vas wat iets is, en is dus iets anders as 'n beskrywing (Stoker, 1961, p. 68).

Definisies word onder andere deur die volgende eienskappe gekenmerk: 'n definisie moet waar, reg en korrek wees; dit mag nie tautologies of sirkelredenerend wees nie; dit moet enkelsinnig wees, en mag geen

kontradiksies bevat nie; dit is in die reël positief, duidelik en toereikend geformuleer (De Klerk et al, 1973, p. 54). Die wetenskap is geroepe tot korrekte definiëring, aangesien die wetenskap in verwarring sou raak sonder presisering.

"Definisie" kan soos volg gedefinieer word: 'n definisie is 'n oordeel wat 'n begrip bepaal. ('n Oordeel sê iets van 'n begrip, stel 'n betrekking tussen 'n subjek en 'n predikaat, byvoorbeeld: Die student (subjek) is ywerig (predikaat)). (Vergelyk ook paragraaf 2.3.5.12).

Definisies kan van verskeie vorm en aard wees:

1. Denotatiewe definisies waarin sekere sake, eienskappe en dies meer só uitgelig word en aangedui word dat 'n mens hulle gaandeweg kan omskryf. Dit verg werkzaamheid van al die sintuie, en ook het hierdie werkzaamheid emosionele en sedelike kwaliteite. (So kan byvoorbeeld eerlikheid net omskryf word na eerstehandse ervaring daarvan) (Dewey, 1933, p. 161).
2. Verklarende definisies, byvoorbeeld wanneer verduidelik word dat 'n kleur iewers tussen groen en blou lê. Alle betekenisse in 'n woordeboek ressorteer in hierdie kategorie. Betekenisse wat meer bekend is, word met die relatiewe onbekende woord(e) in verband gebring. Hierdie definisies is egter tweedehands en konvensioneel.
3. Wetenskaplike definisies. Definisies dien as

reëls vir die identifisering en klassifikasie van individuele dinge. Dit word gebruik vir wetenskaplike klassifikasie en identifikasie (Dewey, 1933, p. 163). Wetenskaplike definisies vra na voorwaardes vir kousale verband, produksie en generasie (indeling in klasse) as hulle kenmerkende materiaal. Kousale en genetiese definisies aanvaar dat die wyse waarop 'n voorwerp saamgestel is die sleutel is vir die individuele ding (saak, voorwerp, en dies meer) se indeling in 'n sekere soort (of klas) van voorwerpe.

2.3.5.3 Die metode van indeling

Daar is 'n verband tussen indeling en definisie. Laasgenoemde onderskei, en eersgenoemde lê die verband tussen wat onderskei is. Indeling gaan vóóraf: verklaar, verstaan en beoordeling kom eers daarna. Indeling bied orde en oorsig van dit wat verklaar, verstaan en beoordeel moet word. Indeling vind plaas aan die hand van 'n indelingsbeginsel, dit rig die aandag op klasse of groepe van gegewens. 'n Indelingsbeginsel is 'n bepaalde kenmerk eie aan die klas (De Klerk et al, 1973, p. 55). Indeling is 'n intellektuele handeling, dog daaronder word nie 'n fisiese deling verstaan (soos die uitmekaarhaal van 'n horlosie) nie. Dit rig die aandag op die omvang van die aantal instansies wat in 'n klas of onder 'n begrip saamgevat kan word. Dit bied 'n (voorlopige) orde en oorsig van die verskeidenheid, wat byvoorbeeld verstaan, verklaar en beoordeel moet word en waarvoor wette gevind moet word. Soos hoërop aangedui, moet onderskei word tussen die

indelingsbeginsel en die klasse of kategorieë van die indeling (Stoker, 1961, p. 73).

2.3.5.4 Die metode van klassifikasie

Klassifikasie is voortgesette indeling van die mees omvattende, mees algemene of wydste klas tot die minsomvattende, mees besondere of engste klas. Elke volgende indeling word 'n trap genoem en die oorgang van die een trap na 'n ander 'n stap (De Klerk et al, 1973, p. 55). Dit is met ander woorde 'n so volledig-moontlik voortgesette indeling in af-stygende volgorde (Stoker, 1961, p. 73).

2.3.5.5 Die metode van deduksie

Belangriker nog as die versameling van feitekennis, sê Coetzee (Coetzee, 1964, p. 157), is die deurdenking daarvan. Dit kom neer op die ontwikkeling van kennis deur die gebruikmaking van selfstandige denke. Denkwerk kan op verskillende maniere ingedeel word, maar een van die belangrikste onderskeidings is dié tussen induktiewe en deduktiewe denke. (Eg. word in paragraaf 2.3.5.6 behandel).

In die deduktiewe denke word begin by die algemene waarheid ('n reël, beginsel) en dit word toegepas by die verklaring van die een of ander besonderheid. Vinacke beskou deduktiewe denke as 'n metode van formele denke (die induktiewe denke daarenteen word gesien as 'n metode van "scientific method"): "Formal logic is sometimes said to be deductive. Deduction is

reasoning from the general to the particular or, more specifically, from stated premises to a proper conclusion." (Vinacke, 1952, p. 76).

Na die induktiewe fase rus die verpligting op die wetenskaplike om 'n teorie op te bou om alle verkreeë feite bymekaar te bring, en wel in 'n hiërargiese verband te bring - op sodanige wyse dat wette van laere orde afgelei kan word uit wette van hoër orde. Hierdie fase is die deduktiewe fase. Daardeur ontstaan die ordening van die wetenskap: alle kennis word steeds uitgesuiwer en so kom elke saak op sy plek (Dumont, 1971, p. 90). Deduksie in wyer sin omvat middellike en on-middellike afleidings van byvoorbeeld klas- en eienskapsoordele, en ook van relasionele oordele. Dit omvat generaliserende en analogiese induksie, ook reduksie, sorites ('n ketting-sillogisme), epicheirema (poging tot bewysvoering) en dilemma. Dit word gebruik vir konstruktiewe afleiding (deduktiewe en analogiese konstruksie) (Stoker, 1961, p. 77).

2.3.5.6 Die metode van induksie

Volgens Vinacke (Vinacke, 1952, p. 76) veronderstel "scientific method the collection of facts, formulation of hypotheses, organisation of facts, and attainment of generalizations. Scientific method is said to be primarily inductive. Induction signifies reasoning from the particular to the general." Volgens hierdie metode word voldoende besonderhede versamel om daaruit 'n algemene waarheid af te lei (Coetzee, 1964, p. 158). Hierdie metode word soms ook

suiwer logiese induksie of generaliserende induksie. genoem. Induksie in ruimere sin omvat ook generaliserende induksie, analogiese induksie en hipotese-verifiërende induksie, en soms word analogiese en postulatoriese konstruksie ook induksie genoem (Stoeker, 1961, p. 77).

Hume (Hume, 1965, p. 73) maak die interessante opmerking dat induksie berus op 'n soort assosiasieproses: hy meen byvoorbeeld dat 'n mens uit gewoonte alleen geneig is om na vele kere waarin byvoorbeeld 'n vlam en hitte met mekaar geassosieer is, te verwag dat die een teenwoordig sal wees as die ander wel is. Hy meen dat redenasie op sigself nie tot so 'n afleiding in staat sal wees nie, maar gee tog toe (soos wat vir die doeleindes van die huidige bespreking aanvaar word) dat daar wel sprake is van induktiewe afleidings gebore uit redenasie. Dat dit wel die geval is, blyk onder meer uit die volgende stelling: "wenn überhaupt Naturgesetzmäßigkeiten gefunden werden, (können) sie auf keinem anderen als dem "uneinsichtigen" Wegen der Induktion gefunden werden" (Erismann, 1924, p. 16).

Die induktiewe metode verloop in die meeste gevalle min of meer langs die volgende lyne: dit veronderstel 'n opeenvolging van gebeure waarvan waarnemings gemaak word, of waaruit feite versamel word, en waaruit 'n algemene gevolgtrekking gemaak word wat die waarnemings as't ware opsom, of verklaar, of op die een of ander manier in verband bring. In die wetenskaplike denke word die denke op 'n meer ingewikkelde wyse gebruik;

dit wil sê, daar is in die reël ten minste twee induktiewe fases:

1. daar moet genoeg waarnemings wees om reeds tot 'n voorlopige gevolgtrekking te kom (dit wil sê, tot 'n vraag of hipotese te kom);
2. dan word daar genoeg gegewens versamel en geanaliseer om tot 'n duidelike veralgemening te kom. Hierdie tweede stap mag lei tot die aanvaarding van die voorlopige slotsom of hipotese, of tot die hersiening of verwerping daarvan.

Daar mag ook meer as een voorlopige slotsom gemaak word, en die finale gevolgtrekking mag op sigself weer tentatief wees, mag lei tot verdere induktiewe prosedures, of tot deduksie of sub-hipoteses wat almal getoets moet word (Vinacke, 1952, p. 90).

Hierdie metode verg van 'n persoon objektiwiteit in sy waarneming van gegewens. Objektiwiteit is "an understanding of the conditions under which the data occur and are recorded...." (Vinacke, 1952, p. 91).

Wetenskap handel oor feite, en oor die verband tussen feite. Wetenskaplike ondersoek van 'n verskynsel hou in dat die ondersoeker 'n verband, 'n relasie, veronderstel tussen verskynsels, en daar moet vasgestel word of die veronderstelling juis is. As dit wel bewys word, moet aangetoon word van welke aard die verwantskap is, en moet ook aangetoon word watter faktore die relasie beïnvloed. Alle moontlike relasies moet so op die ry af ondersoek word ten einde lig te werp op 'n besondere relasie, ten einde dit ten volle duidelik te maak. Dit verg baie ondersoek en baie inspanning (Dumont, 1971, p. 89).

Induktiewe logika veronderstel dus ook die aanwending van die volgende metodes:

1. empiriese waarneming;
2. versigtige feiteversameling;
3. empiriese bestudering van probleme;
4. die eksperimentele metode;
5. die korrelering van feite, en
6. die ontwikkeling van toetse (Wertheimer, 1967, p. 8).

".... in actual cases of reasoning these distinctions (tussen induktiewe en deduktiewe denke) break down," sê Vinacke (Vinacke, 1952, p. 76), hoewel toegegee moet word dat deduksie dikwels die enigste waarneembare denkhandeling is in formele sillogistiese situasies. As sillogismes uitgebrei word tot die alledaagse lewe sodat hulle oorspronge nagegaan kan word, tree induksie op. Dus is dit beter om induktiewe en deduktiewe denke te beskou as "mutually operating activities than to differentiate sharply between them." (Vinacke, 1952, p. 75).

2.3.5.7 Die metodes van analise en sintese

Die metode van analise rig hom op die verskeidenheid, en die metode van sintese rig hom op die eenheid. Volgens Johnson is analise en veralgemening in sekere opsigte soortgelyk en moet beskou word as "instances of the same psychological process." (Johnson, 1955, p. 26). Volgens Wertheimer kom analise neer op die opsny in onderdele van 'n voorwerp, sonder in agneming

van struktuur. Dit mag egter ook neerkom op struktuur-adekwate verdeling; dit wil sê, om dele te beskou "in their part-nature" (Wertheimer, 1959, p. 248).

Analise en sintese is ken- en denkhandelinge. As metodes is analise en sintese die wyses waarop iets met die oog op 'n bepaalde doel ontleed en verbind word (Stoker, 1961, p. 84). Analise as wetenskaplike metode is die uiteensetting van die bestanddele van 'n geheel met die oog daarop om kennis te verwerf. Sintese, daarenteen, as wetenskaplike metode is die verbinding of samestelling van die bestanddele tot of met 'n betrokke geheel met die oog op die verwerwing van kennis (De Klerk et al, 1973, p. 58).

2.3.5.8 Die metode van veralgemening en abstrahering

Hierdie metodes kom volgens Wertheimer daarop neer dat daar "gefokus" word op die dele, afgesien van die struktuur, "and it leads to the and-summative form

$$m + x."$$

(m = die feite gemeenskaplik aan verskeie situasies; x = ander kenmerke ten opsigte waarvan die situasies verskil). Die bestaan van die gemeenskaplike faktor "may mean no more than the coincidence of certain pieces or qualities, stated without regard to their role in the given structure. The procedure may even involve division and cuts which violate their structure. On the other hand, abstraction and generali=

zation may also mean operations that follow the requirements of given structures. Similarly with class concepts. The grouping into classes or sub-classes may be done in such a way that it groups together objects and classes which are structurally foreign to each other, therefore basically different, and sharply separates objects which are structurally similar or even structurally identical." (Wertheimer, 1959, p. 249).

Begrippe stel die mens in staat om te veralgemeen (kyk ook paragraaf 2.3.5.9); dit wil sê, om 'n mens se begrip van een ding te verleng en oor te dra op 'n ander ding. Begrippe stel 'n hele klas van dinge voor en so word verstandelike werkverrigting aansienlik vergroot. 'n Mens wil normaalweg vasstel van watter soort, tipe of klas 'n individuele ding of voorwerp is, en op dié wyse standaardiseer begrippe ook die mens se gedagtes, bring soliditeit in dit wat andersins vormloos sou gewees het, permanensie in wat andersins vloeibaar sou gewees het (Dewey, 1933, p. 150).

2.3.5.9 Die metode van begripsvorming

2.3.5.9.1 Die aard van begrippe

'n Begrip is 'n besit aan kennis (of 'n dwaling) om-trent 'n stand van sake deur die begrypende aktiwiteit van die denke. Elke begrip is onderworpe aan die wet vir die analitiese (en dus genormeerd) en dit word bepaal deur mede-subjekte (wat saam daarmee

eweneens aan 'n wet onderworpe is).

2.3.5.9.2 Begrippe is onderworpe aan die wet vir die analitiese funksie

Alles wat analities is, staan onder die wet vir die analitiese en is dus genormeerd. Dit beteken (sedert die sondeval) egter nie dat genormeerdheid beskou moet word as uitsluitlik "goed" nie, want daar bestaan ook soiets soos wanbegrippe. Die logika en logiese denke het egter die taak om die vorming van goeie begrippe te bevorder. Dit is geen rede om die bestaan van wanbegrippe te negeer nie. Wanbegrippe ontstaan juis as gevolg van onjuiste begripsvorming (Vollenhoven, 1948, p. 49).

2.3.5.9.3 Die ordening van begrippe

Die ordening van begrippe is ook 'n analitiese (denk-) handeling en word in die reël gedoen met die oog op die vorming van oordele. (Kyk ook paragraaf 2.3.5.11). Hierdie ordening is nie bloot 'n opsomming van kenmerke nie, ook nie 'n eenvoudige dedusering van die individuele (besondere) uit die ryk van alle moontlikhede nie; dit is wel 'n skikking van begrippe na die omvang waaromtrent hulle geld (Vollenhoven, 1948, p. 131). Die beginsel waarvolgens hulle georden word, is nie meer dié van die genetiese orde waarin die kennende persoon hulle indertyd opgedoen het nie, maar is iets heeltemal anders - want die betekenis van die betrokke terreine hang af van die omvang wat hulle volgens die kennende persoon het. (Die

indelingsbeginsel verander met ander woorde na die goeiddunke of insig van die kennende persoon).

2.3.5.10 Die metode van afleiding

Hierdie metode is verwant aan die metode van deduksie (paragraaf 2.3.5.6). 'n Persoon beland volgens Dewey telkens in 'n situasie waarin hy moet konkludeer tot iets wat nie aanwesig is nie. Hierdie "proses" of handeling van arrivering tot 'n slotsom aan die hand van dit wat wel aanwesig is, word afleiding genoem. Die aanwesige help 'n mens tot die aanvaarding van iets anders. Elke inferensie of afleiding voer verder as vasgestelde en bekende feite en veronderstel 'n sprong van die bekende na die onbekende, 'n sprong verder as die gegewene of dit wat reeds vasgestel is (Dewey, 1933, p. 96).

Wetenskaplike konkludering is ook 'n analitiese handeling. Uit twee stellings (genoem premisses of praemisses) word 'n samehang op wetenskaplike wyse gekonkludeer. So 'n konklusie veronderstel dus twee stellings, en hierdie stellings kon op sigself weer tevore eweneens net so deur konklusie verkry gewees het. Intussen mag by konkludering ook die nie-analitiese element van hierdie stelling nie uit die oog verloor word nie, want dit mag vroeër verkry gewees het deur nie konklusie alleen nie, maar byvoorbeeld deur vakwetenskaplike werk. Daarom is dit ook so dat 'n stelling wat deur konkludering gevind is, deur vakwetenskaplike ondersoek ook te vinde is. Konkludering is dus nie veel meer as net 'n verkorting

van (en stimulering tot) die werk nie (Vollenhoven, 1968, p. 142).

2.3.5.11 Die metode van oordeelvorming (beoordeling)

Soms word denke beskou as "(consisting) of making a series of judgments that are so related as to support one another in leading to a final judgment - the conclusion". (Kyk paragraaf 2.3.5.10). Oordele word nie in afsondering gevorm nie, maar steeds in verband met die oplossing van 'n probleem, of in verband met die uitskakeling van "something obscure and perplexing, the resolution of a difficulty...." (Dewey, 1933, p. 118). In die handeling van oordeelvorming vind 'n selektering en oorweging plaas van die belangrikheid van feite en suggesties soos hulle na vore kom, en ook die besluit of die aangebode feite wel werklik feite is, en of die gedagte of idee wat gebruik word die moeite werd is en of dit slegs 'n "fancy" is, soos Dewey dit uitdruk. 'n Persoon wat oor goeie oordeel beskik, is iemand met gesonde verstand en is 'n goeie beoordelaar van relatiewe waardes.

Die vorming van oordele is eweneens 'n analitiese handeling, en verder ook 'n erkenning dat 'n stand van sake (predikaat) aan iets (oordeelsubjek) toegeorden is (oordeelsbetrekking) (Vollenhoven, 1968, p. 132). Die verband tussen begrippe en oordeel kan dus soos volg opgesom word: die aard van 'n oordeel word bepaal deur die aard (of soort) van begrippe wat daarin saamgevat word (Erismann, 1950, p. 210). Oordele is kennis (of dwaling - as gevolg van die sonde), en in hierdie

opsig kom dit met begrippe ooreen. Soos die begrip is dit genormeerde deur die wet vir die analitiese.

Oordele verskil egter van begrippe daarin dat eers= genoemde begrippe veronderstel, maar oordele handel nie altyd oor begrippe nie, en dus is die oordeelsubjek nie altyd 'n begrip nie. Dat oordeel begrippe ver= onderstel, beteken dat 'n oordeel eers moontlik is wanneer die betrekking in dit wat in die subjek en predikaat aangedui word, kennend gevat is. Eers dān is dit moontlik om hierdie verhouding in die skema van 'n oordeel te bring (Vollenhoven, 1948, p. 67).

Oordele kan soos volg ingedeel word:

1. Primêre oordele wat uiteraard kennis veronder= stel, maar nie handel oor kennis nie (byvoorbeeld omtrent God, die wet, die subjekte, waaronder hemelse en aardse subjekte).
2. Sekondêre oordele omtrent begryp en begrip (funksie- en saakwoord), oordeel en oordeel (funksie- en saakwoord).
3. Samegestelde oordele wat berus op die analise van een, of op die verbinding van meer as een, enkelvoudige oordeel (Vollenhoven, 1968, p. 134).

2.3.5.12 Die metode van proposisievorming (van die soort: alle S is P).

Hierdie soort proposisies "may state a factual and rigid but blind connection, a factual co-existence of facts that structurally do not in the least belong

to each other; or again, they may be structurally sensible predications. A set of predicates attributed to a subject may either mean an and-sum of unstructured data; or it may refer to data that fit one another, and it may thus illuminate the very structure of S."(Wertheimer, 1959, p. 249).

2.3.5.13 Die metodes van vergelyking en diskriminasie

Twee of meer voorwerpe word in hierdie handeling vergelyk met betrekking tot slegs een (enige) trek (eienskap) van hulle, afgesien van die gegewe struktuur. Wat in hierdie metode van belang is, is dus slegs of daar wel ooreenkomste (of verskille) is en wat hulle is. Ooreenkomste kan egter die vorm neem van "broks-gewyse enersheid" (piecemeal sameness) wat die wetenskaplike mag mislei, al is hulle konstant en algemeen. Daarteenoor mag dit egter ook weer wees dat daar wel strukturele gelykheid mag wees, wat in 'n broks-gewyse vergelyking nie aangetoon word nie (Wertheimer, 1959, p. 248).

2.3.5.14 Die metode van sillogisme-vorming

Die sillogisme is 'n groep van drie proposisies, waarvan die derde logies volg as die eerste twee as korrek aanvaar word. Die eerste twee word die premisses (of praemisses) genoem, die derde die gevolgtrekking wat afgelei word uit die premisses (Vinacke, 1952, p. 77). Die sillogisme is 'n raamwerk waarin proposisies gestel word ten einde gevolgtrekkings te maak, en ook om die gevolgtrekkings te toets.

Redenasie kan plaasvind deur die konstruksie van sillogismes as die denkmateriaal hom daartoe leen. In so 'n geval dien die reëls vir deduktiewe denke om die denke te lei tot die vorming van gevolgtrekkings. Sillogismes word die maklikste en beste gebruik vir oënskynlike waarhede en reeds-vasgestelde gevolgtrekkings. Dit word ook gebruik vir die sistematisering van feite en vir die verifiëring van gevolgtrekkings.

Sekere kombinasies van proposisies maak dit moontlik om "nuwe" korrekte proposisies af te lei - sulke sillogismes, met hulle premisses en hulle gevolgtrekkings, is die kroon, die hart van die tradisionele logika. Soos Wertheimer dit stel: "Logic establishes the various forms of syllogism which guarantee correctness of the conclusion." (Wertheimer, 1959, p. 5).

Die klassieke vorm van die sillogisme is die volgende:

"Alle mense is sterflik.

Sokrates is 'n mens.

Dus is Sokrates sterflik." (Dewey, 1933, p. 71).

Die vorm van die sillogisme is soos volg: M (die middelterm), S (die subjek van die slotsom) en P (die predikaat van die slotsom):

Alle M is P.

S is M.

Dus S = P.

Die middelterm verskyn in albei premisses, en verbind S en P in 'n geldige redenasie.

2.3.5.15 Die hipotese-verifiërende induktiewe metode

Hierdie metode word soms dié wetenskaplike metode genoem, en is ook bekend as dié empiries-wetenskaplike metode. Die metode het veral op die gebied van die natuurwetenskappe en ander feitewetenskappe besonder vrugbare resultate getoon. Daar is egter ook (soos in hierdie hoofstuk aangetoon) ander eg wetenskaplike metodes, byvoorbeeld dié wat gebruik word deur die nie-empiriese wetenskappe. Hierdie metode word soms kortweg die induktiewe metode genoem, hoewel die benaming kan lei tot verwarring met generaliserende en analogiese induksie.

Die hipotese-verifiërende induktiewe metode is ingewikkeld en maak gebruik van die generaliserende en analogiese induktiewe metode as stappe. Kenmerkend daarvan is die feit dat hipoteses opgestel en geverifieer moet word. Die kern van hierdie metode is generalisasie van die hipotese wat geverifieer is. Dit is ook 'n kousale metode, maar is dit nie uitsluitlik nie. Dit is ook 'n eksperimentele metode, dog wêér nie uitsluitlik nie.

Die hipotese-verifiërende induktiewe metode is 'n taamlik oorkoepelende metode wat gebruik word vir onder andere

1. kousale en vergelykende,
2. eksperimentele en nie-eksperimentele
3. en direkte en indirekte verifikasie (Stoker, 1961, p. 90).

2.3.5.15.1 Stappe van die hipotese-verifiërende induktiewe metode

1. Probleemstelling.
2. Versameling en ondersoek van die betrokke waar=genome gegewens, ook met behulp van instrumente.
3. Onderskeiding tussen, en vergelyking van gegewens met die oog op die ontdekking van die een of ander reëlmatigheid.
4. Opstelling van 'n hipotese met behulp van ana=logiese induksie na aanleiding van die ontdekte reëlmatigheid.
5. On-middellike en middellike deduktiewe afleiding van ander hipoteses uit die opgestelde hipotese.
6. Verifikasie van opgestelde en afgeleide hipoteses waar moontlik met behulp van eksperiment en kwan=titatiewe berekenings.
7. Generalisasie van die bevestigde hipotese (gene=raliserende induksie) met die oog op vorming van 'n algemene verklaring, 'n algemene wet of teorie (Stoker, 1961, p. 91).

2.3.5.16 Die metode van probleemoplossing

Die metodes van wetenskaplike ondersoek lewer in die reël geskikte tegnieke vir die oplossing van probleme. Hulle verteenwoordig volgens sommige skrywers (vgl. Pietrasinski, 1969, p. 97) die toppunt van presies=heid, akkuraatheid en vindingrykheid, kreatiwiteit (Oosthuizen, 1969, p. 34) op die terrein van probleem=oplossing, en hulle leun vierkantig op die beginsel van konsekwentheid van oordele.

In die normale verloop van sake word aanvaar dat probleemoplossing deur verskeie erkende stadia ontwikkel, vergelyk die vyf stappe deur John Dewey onderskei:

1. 'n probleem word aanvoel;
2. die probleem word bepaal en gedefinieer;
3. 'n moontlike oplossing word voorgestel;
4. deur redenering word die voorstel ontwikkel, en
5. verdere waarneming en eksperimentering lei tot die aanname of verwerping daarvan (Dewey, 1933, p. 107).

2.3.5.17 Die metode van eksperimentering

Prakties beskou, is enige oorskakeling na 'n nuwe en onbewese prosedure 'n eksperiment. In die wetenskaplike eksperiment moet alle relevante faktore egter onder beheer gehou word, en in die eksperiment kan 'n sekere verskynsel direk nagegaan word onder streng beheerde toestande (Wertheimer, 1959, p. 250). Die wetenskaplike eksperiment kan beskou word as 'n werkswyse gemik op die isolering (eliciting) van 'n verskynsel in voorafbepaalde omstandighede, onderhewig aan variasie, ten einde alle veranderinge wat voorkom, aan te teken. Dit is duidelik dat wetenskaplike waarneming (kyk paragraaf 2.3.5.1) deel is van wetenskaplike eksperimentering (Pietrasinski, 1969, p. 99).

Die navorser gaan soos volg te werk: die een na die ander faktor word in die loop van 'n eksperiment gewissel (so ver moontlik), en daar word waargeneem wat gebeur as 'n besondere kondisie uitgeskakel word.

"In this way a fact too coarse and too extensive to be explained as a whole is resolved into a set of minor facts. Each minor fact is understood because it states a connection of cause and effect." (Dewey, 1933, p. 195).

Eksperimentele denke (deur Dewey ook wetenskaplike denke genoem) is 'n gesamentlike proses of handeling van analise en sintese (kyk paragraaf 2.3.5.7), van diskriminasie (kyk paragraaf 2.3.5.13) en identifikasie. Die ontrafeling van gegewens omvat analise, en die assimilasie omvat sintese (Dewey, 1933, p. 197).

2.3.5.18 Die metode van teorievorming

Om te kom tot die opstelling van 'n teorie, is dit ten eerste nodig om te kom by die "opstellen van wetten" (Dumont, 1971, p. 89): wetmatige relasies word opgespoor en vasgestel tussen twee verskynsels. 'n Feit is volgens Dumont steeds die relasie tussen twee verskynsels. Die ondersoek moet byvoorbeeld relasies soos die volgende blootlê: "Indien . . . , dan" Dit lewer vir elke probleem tallose bepalinge wat steeds op 'n ander wyse relasies tussen verskynsels vasstel, wat almal volgens veronderstelling betrekking op die probleem het. Die teorie probeer 'n samevatting van die verklaring van al die blootgelegde relasies en wetmatighede verskaf.

2.3.5.19 Die metode van logiese redenasie

Redenasies is gefundeer in die verband tussen oorsaak

en gevolg; dit wil sê, in 'n kousale verband. (Die grond van die kousale verband is volgens Hume (Hume, 1965, p. 66) geleë in ervaring waardeur geëkte assosiasies ontstaan). Redenasie kom neer op 'n konsekwensie wat met die verstand getrek word. 'n Stap word gedoen, 'n denkhandeling, 'n afleiding wat soms op sy beurt ook weer verklaar moet word. So word die een proposisie geregverdiglik afgelei uit 'n ander, en die verbinding tussen die twee proposisies geskied nie op intuïtiewe wyse nie: die verstand maak die afleiding deur middel van redenasie en argumentasie.

2.3.5.20 Die metodes van verstaan en verklaar

Doelstellings van wetenskap is onder andere begryp, verklaar, verstaan en beoordeel. Hulle is kenaktes, en nie werklik metodes nie, maar die wyse van begryp, beskryf, verklaar, verstaan en beoordeel met die oog op vorming van wetenskap is metodes. In die wetenskap word aan elk van hulle meer as een betekenis toegeken en hulle word (afwisselend) as sinonieme gebruik (Stoker, 1961, p. 96).

1. Begryp

Hieronder word verstaan "om 'n begrip van iets te hê." Dit sluit meerdere en mindere kennis in. In sy engste betekenis kan 'n mens 'n begrip van iets hê sonder om dit te kan verklaar of verstaan. In sy ruimste sin sluit "begryp" sowel "verklaar" as 'n gedeelte van "verstaan" in. 'n Mens verstaan ook waarhede wat sy verstand te bowe gaan, maar wat hy

nie begryp nie (byvoorbeeld dat Jesus Christus tege= lyk God en mens is) (Stoker, 1961, p. 96).

2. Verklaar

Hierdie metode is tweërlei:

1. iets word verklaar as dit in sy eenvoudigste komponente uiteengesit word, en vasgestel word hoe die geheel deur sy komponente en hulle re= lasies bepaal is. Hier geld dat die som gelyk aan die dele is - die geheel is ten volle ver= staanbaar uit die samestelling van sy dele. Dit word soms 'n "meganistiese" sienswyse genoem;
2. ons verklaar iets as ons 'n proses in sy oorsake en gevolge uiteensit (kousale analise) en begryp hoe hulle deur 'n kousale wet bepaal en beheers word (kousale sintese).

3. Verstaan

'n Mens "verstaan" byvoorbeeld 'n sin, 'n toespraak, 'n wiskundige bewys en dies meer. Hierdie voorbeelde toon verskillende soorte van "verstaan", dog hulle kom daarin ooreen dat hulle gerig is op "sin" of die "sinvolle" (betekenis, wese, doel, waarde, ensovoorts) van iets, en van die betrokke "sin"-relasies. Hier is die geheel meer as die som van sy dele en ontvang elke betrokke deel sy bepaaldheid ("sin") van die geheel (Stoker, 1961, p. 96).

2.3.5.21 Die metode van bewysvoering en verifikasie

'n Afleiding moet bewys word deur middel van 'n toets. As dit nie nodig is nie, het 'n mens te make met 'n reël wat selfs die strafste toets sal deurstaan. As die reël dit kan deurstaan, verval alle rede om dit enigszins verder te wantrou. As 'n afleiding of 'n konklusie as oorwinnaar uit 'n toets tree, "(it) carries all its credentials with it; it is approved, because it has been proved." Die blote feit dat afleidings in die algemeen 'n vername rol in wetenskaplike denke speel, waarborg egter nie die korrektheid van die afleiding nie. Daarom is dit van soveel belang dat elke afleiding getoets en bewys moet word (Dewey, 1933, p. 97).

Die bevestiging van 'n konklusie deur waarneming word verifikasie genoem: wanneer A byvoorbeeld aan B sê: "C kan 'n mens nie vertrou nie. Let maar op: as ek nou só maak, sal hy so-en-so reageer." Dan word B opmerkzaam vir die gedrag van C en kan hy die juistheid van die konklusie wat A getrek het, verifiëer (Vollenhoven, 1968, p. 138).

2.3.5.22 Die metode van modelvorming

In die laaste fase van die wetenskaplike metode behoort daar in sommige gevalle gekom te word by die opstelling van verklaringsmodelle (Dumont, 1971, p. 94-5). Uit die bespreking van Dumont op die aangeduide bladsye is dit egter duidelik dat hierdie fase selde of ooit ter sprake kom in die skool. Wat egter soms wel te sprake kom, is modelle van ander voorwerpe, soos byvoorbeeld die oog of die tempel van Salomo.

In hierdie geval is 'n model die patroon van iets wat gemaak moet word, of 'n vorm in miniatuur van 'n voorwerp wat op 'n groter skaal vervaardig of gebou moet word, of 'n namaaksel van iets wat reeds bestaan (Concise English Dictionary, 1925).

2.3.5.23 Die metode van sistematisering

Volgens Bloom et al (Bloom e.a., 1956, p. 202) veronderstel die gebruik van hierdie metode dat 'n mens kennis besit in verband met die maniere waarop feite georganiseer of georden word. 'n Mens moet begrip hê vir die organisasiepatrone waarin die terreine van kennis self bepaal is en intern georganiseer is. Dit verg nie soseer optrede aan die kant van die wetenskaplike denker nie as wat dit van hom vereis om op passiewe wyse bewus te wees van die aard en verwantskap van die feite. Sistematisering kom letterlik op 'n redusering neer van byvoorbeeld feite tot 'n stelsel, of van handeling tot 'n "regular method" (Concise English Dictionary, 1925).

2.3.5.24 Die metode van korrelasie

Soms word dit in die beoefening van die wetenskap verwag dat 'n mens sal kan insien dat twee sake in 'n wederkerige verhouding tot mekaar staan. Soms moet sekere sake in 'n wederkerige verhouding geplaas word, of die aard van sodanige verhouding begryp en verklaar word. Met behulp van die vermoë tot diskriminasie moet dan vasgestel word op watter eienskappe van verskeie verskynsels of gebeure die korrelasie

berus. Korrelasie is in wese niks anders nie as ooreenkomstige of korresponderende enersheid of parallelisme met betrekking tot 'n wet of 'n relasie (Concise English Dictionary, 1925).

2.3.5.25 Die metode van implikasie

Implikasie is in wese 'n proposisionele uitdrukking wat neerkom op die volgende redenasie: As so is, dan sal s6 wees (Inhelder & Piaget, 1958, p. 104). Dit verg dan dat die gebruiker van hierdie metode moet aandui of bewys dat die een of ander faktor betrokke is of verbonde is by die een of ander saak.

2.3.5.26 Die metode van kontrastering

Die wetenskaplike metode van kontrastering is in wese niks anders nie as die plasing van twee voorwerpe so= dat hulle in opposisie verkeer ten einde die wesen= like verskille tussen hulle na vore te bring. Dit word onder andere gedoen met die oog daarop om, sê maar, die goeie hoedanighede van die een aan te toon in teenstelling met die swakhede van die ander. Dit kom dus neer op vergelyking ten einde on-gelykheid tussen hulle aan te toon (Concise English Dictionary, 1925).

2.3.5.27 Die metode van evaluering

Evaluering is basies 'n oordeel wat gevorm word oor die waarde, of die betekenis, van materiaal en metodes

wat aangewend word met die oog op die bereiking van sekere gegewe oogmerke. Daar word kwantitatiewe so= wel as kwalitatiewe oordele gevorm oor die mate waar= in sekere stof of materiaal of metodes voldoen aan gestelde kriteria. Die kriteria mag verskaf wees, of dit word bepaal deur die persoon wat evalueer. Soms word evaluering gedoen op grond van interne gegewens, byvoorbeeld in die geval waar die akkuraat= heid van 'n stelling getoets word aan die kriteria soos logiese presiesheid, konsekwentheid, en so meer. Dit is die vermoë wat verwag word in die beoordeling van stellings, dokumente, bewyse, ensovoorts. Ook is dit ter sprake in die geval waar vereis word om logiese foute in 'n redenasie aan te dui (Bloom et al, 1956, p. 207).

Soms word evaluering egter ook gedoen op grond van eksterne kriteria. In so 'n geval word beoordeel aan die hand van kriteria wat vooraf uitgesoek of onthou word. Dit is hoofsaaklik die geval met die vergelyking van omvattende teorieë, veralgemenings en feite oor (byvoorbeeld) sekere kulture. Soms, egter, word 'n werk beoordeel aan die hand van die hoogste bekende standarde op die terrein van sodanige werk, in die meeste gevalle met ander werke van be= sondere gehalte.

2.3.5.28 Die metode van eksposisie

'n Eksposisie, byvoorbeeld van 'n drama, is die aan= vanklike uiteensetting, die bekendstelling van die leser aan die situasie en die karakters. Hieruit is

dit duidelik dat eksposisie neerkom op blootlegging, verduideliking, vertolking, 'n openbaarmaking van die sin of betekenis van 'n besondere saak. Dit vereis die vermoë van logiese uiteensetting en formulering. Daarby veronderstel dit diskriminasievermoë: om hoofsaak van bysaak te skei, en aan te bied wat relevant is (Concise English Dictionary, 1925).

2.3.5.29 Die metode van toepassing

Toepassing is die gebruik van abstraksies in besondere en konkrete situasies, en kom baie met die deduktiewe metode ooreen. Die abstraksies mag te vinde wees in die vorm van algemene idees, reëls van sekere prosedures, of veralgemeende metodes. Dit mag ook wees: tegniese beginsels, idees, wette, teorieë of modelle wat onthou en toegepas moet word. Voorbeelde wat Bloom et al (Bloom e.a., 1956, p. 205) noem, is die volgende: die toepassing van byvoorbeeld terme in die Natuur- en Skeikunde op 'n besondere situasie, en ook die vermoë om 'n verandering in 'n faktor se uitwerking te voorspel, soos in 'n biologiese situasie waarin daar voorheen balans was.

2.3.5.30 Die metode van interpretasie

Dit is die verduideliking of die opsomming van 'n mededeling (Bloom e.a., 1956, p. 205). Interpretasie kom neer op 'n her-rangskikking, of 'n nuwe gesigspunt van gegewe feite. Dit sluit ook in: die vermoë om die gedagtegang van (byvoorbeeld) 'n geskrif te volg op enige bepaalde vlak van algemeenheid, en ook

die vermoë om verskeie soorte van "social data" te begryp (Bloom e.a., 1956, p. 205).

2.3.5.31 Die metode van verbandlegging

Dit is die handeling om een saak of voorwerp in relasie of betrekking met 'n ander te bring of te plaas. Daar word dan gewys op 'n bepaalde alliansie, verband of verwysing wat die een met die ander besit, of ten opsigte van die ander besit. Die verband kan werklik of verondersteld wees. 'n Relasie kan ook soos volg omskryf word: die toestand van sō of sό te wees met betrekking tot iets anders, en die betrekking kan een wees van konformiteit of van harmonie tussen dele, verwantskap, van verhouding (ratio) en proporsie. In die Logika staan verbandlegging bekend as een van die tien predikamente (Concise English Dictionary, 1925).

2.4 Operasionalisering van die metodes van wetenskaplike denke in die opname-ontwerp wat in hoofstuk 5 bespreek word

In 'n latere hoofstuk (4) word die denkvermoë van die adolessent in oënskou geneem. Aldaar word dit breedvoeriger verduidelik dat adolessente-denke (ook bekend as formeel-operasionele denke) gebruik maak van onder andere die wetenskaplike metodes wat pas in paragraaf 2.3.5 behandel is. Met die oog daarop om in die empiriese ondersoek (hoofstuk 5) vas te stel hoeveel proefpersone in die steekproef bevredigend formeel-operasioneel (oftewel wetenskaplik) dink, is 'n

battery van toetse saamgestel waarin daardie wetenskaplike metodes wat in die skoolonderrig in standard 8 relevant is (hoofstuk 3) geoperasionaliseer is. Uit die proefpersone se hantering van hierdie wetenskaplike metodes in die uitvoering van die toetsopdragte sal dit gevolglik aan die lig kom hoeveel van die proefpersone ten volle formeel-operasioneel (wetenskaplik) dink, en in watter opsigte hulle moontlik terkortskiet met betrekking tot formeel-operasionele (wetenskaplike) denke (hoofstuk 6).

2.5 Samevattende oorsig

Sonder om in te veel kompliserende detail in te gaan, is daar in hierdie hoofstuk gepoog om op die eerste vrae van hierdie studie 'n antwoord te gee, naamlik: wat verstaan word onder wetenskap, wetenskaplike denke en wetenskaplike metode. Daar is derhalwe gestel wat vir die doeleindes van die studie verstaan word as wetenskap, en verder is probeer om aan te dui dat wetenskaplike denke omskryf word as daardie denke wat gebruik maak van allerlei wetenskaplike denkmetodes. Vervolgens is 'n oorsig gegee van die een-en-dertig mees algemene en mees-gebruikte wetenskaplike metodes, dog steeds met die verstandhouding dat almal van hulle stellig nie in die gewone skoolonderrig gebruik sal word nie.

Een van die volgende take wat nou uitgevoer moet word, is om vas te stel watter van hierdie wetenskaplike metodes in die gewone loop van die praktiese skoolonderrig wel gebruik word. Hierdie taak word in die volgende hoofstuk aangepak.

HOOFSTUK 3

DIE EISE IN DIE SKOOLONDERRIG GESTEL AAN
STANDERD 8-LEERLINGE TEN OPSIGTE VAN
(FORMELE) WETENSKAPLIKE DENKE

3.0 DIE EISE IN DIE SKOOLONDERRIG GESTEL AAN STANDERD 8-LEERLINGE TEN OPSIGTE VAN (FORMELE) WETENSKAPLIKE DENKE

3.1 Inleiding

In die vorige hoofstuk is die breë aanvoorwerk gedoen ter wille van 'n algemene oriëntering van wat bedoel word met wetenskaplike metode en denke. In hierdie hoofstuk moet die tweede fase van die teoretiese ondersoek behandel word; daar moet naamlik vasgestel word wat in die normale loop van die klassikale onderrig van leerlinge in standerd 8 verwag word in terme van die gebruik van wetenskaplike metodes.

3.2 Enkele struikelblokke wat oorkom moet word

Hierdie studie, waarvan die opset in die probleemstelling (kyk hoofstuk 1) aangedui is, word gedoen met die oog op sekondêre skole onder die beheer van die Transvaalse Onderwysdepartement. In hierdie derde hoofstuk word nou beoog om vas te stel wat daar in die praktyk van die klassikale onderrig in (sg. "akademiese") skole in Transvaal van standerd 8-leerlinge vereis word in terme van wetenskaplike denke.

Om dit vas te stel, is daar vir die ondersoeker een of meer van die volgende weë oop:

1. klasbesoek oor 'n lang tydperk ten einde vas te stel wat elke individuele onderwyser met die verloop van tyd van sy standerd 8-leerlinge

verwag. Hierdie is egter uit 'n navorsings-oogpunt 'n bykans onbegonne taak, aangesien 'n mens ten minste 'n verteenwoordigende groep onderwysers in 'n groot groep vakke oor 'n lang tydperk sou moes aanhoor alvorens 'n algemene beeld of profiel van hulle eise aan hulle standerd 8-leerlinge verkry sou kon word;

2. bestudering van die handboeke wat in die verskillende skole in die verskillende vakke gebruik word, kan 'n alternatiewe uitweg wees. Uit 'n navorsingsoogpunt het hierdie benadering egter ook besliste tekortkominge, aangesien elke handboek tog maar in wese 'n partikuliere interpretasie van 'n betrokke sillabus verteenwoordig. Van 'n eenduidige standaard- of uniforme weergawe van die eise wat aan leerlinge gestel word, is hier dus ewemin sprake;
3. 'n derde moontlikheid is om onderhoude te voer met persone in die onderwys soos beplanners, voorsitters van vakkomitees, kurrikulum- en sillabus-samestellers, hoofde van skole en dies meer. Met hierdie werkwyse sou 'n mens egter eweneens op een van twee struikelblokke stuit: òf 'n mens kry telkens weer te doen met die een of ander partikuliere siening van dit wat in die skoolonderrig verwag (behoort te) word, òf 'n mens kry te doen met die amptelike siening van die saak waarvan daar in elk geval 'n weergawe of neerslag in die onderskeie sillabusse aan te tref is;

4. nog 'n moontlikheid sou wees om vas te stel wat in die opleiding van voornemende onderwysers aan hulle meegedeel word in verband met die wyse waarop hulle in die lesonderrig te werk moet gaan, en ten opsigte van dit wat hulle van hulle leerlinge moet verwag. Met hierdie werk=wyse stuit 'n mens egter op die probleem dat die saak van die kant van die onderwyser aangepak word. Om dit prakties toe te lig: as daar vir die voornemende onderwyser gesê word dat die in=duktiewe lesmetode die beste en doeltreffendste is, beteken dit nie ipso facto dat die leerlinge eweneens in staat moet kan wees tot induktiewe denke nie. Bowendien, hoeveel hulp van die kant van die onderwyser moet veronderstel word wanneer die leerling besig is met 'n induktiewe redenasie in die klas? Sommige onderwysers begelei die leerling slegs in sy redenasie (denke), ander gee weer sterk leiding (sodat daar weinig van die leerling se kant verwag word) en nog weer ander verwag byna alles van die leerling. Aangesien 'n mens met hierdie benadering dus slegs 'n relatiewe aanduiding het van dit wat van die leerling verwag word, sal dit in die res van hierdie hoofstuk slegs aanvullend gebruik kan word;
5. 'n ander moontlikheid wat oorweeg kan word, is 'n analise van vraestelle wat in toetse en eksamens aan leerlinge in verskillende vakke voorgelê word. Die besware hierteen is voor-die-hand-liggend: daar is hoegenaamd geen sprake

van uniformiteit ten opsigte van sowel inhoud as standaard tussen al die vraestelle nie; 'n vraestel wat in standerd 8 gestel word, is ook maar net 'n weergawe van dit wat deur 'n parti= kuliere onderwyser as van belang beskou word. 'n Praktiese beswaar is geleë in die onwilligheid van onderwysers en skoolhoofde om vraestelle aan so 'n analise te onderwerp;

6. waarskynlik die beste aanduiding van die eise wat aan die standerd 8-leerling gestel word, is in die sillabusse vir die onderskeie vakke te vind. Sillabusse gee in die breë 'n aanduiding van die leerstof wat behandel behoort te word en ook 'n breë riglyn vir die wyse waarop die onderwyser te werk behoort te gaan. Die ern= stigste probleem wat 'n mens met hierdie bena= dering moet oorkom, is die feit dat die verskil= lende terme (wat i.v.m. denke gebruik word) gewoonlik nie in die sillabusse omskryf word nie. Dit word aan die verskillende vakonderwysers oorgelaat vir interpretasie. As daar byvoorbeeld verwys word na "eksperimentering" het dit stel= lig besondere betekenis vir die vakonderwyser, maar dit word nie omskryf nie.

Vir die doeleindes van hierdie studie is die volgende uitweg uit hierdie probleem gekies: die terme soos gebruik in die sillabusse en in die handboeke oor die onderskeie vakmetodieke sal verstaan word soos hulle in hoofstuk 2 van hierdie werk omskryf is, en ook soos hulle verstaan en omskryf word in die "Taxonomy

of educational objectives" (Bloom et al, 1956). Natuurlik geld dit slegs in die gevalle waar die terme nie bowendien in die sillabusse en handboeke omskryf word nie.

Die regverdiging vir die gebruik van hierdie uitweg is onder meer geleë in die feit dat Bloom c.s. hulle taksonomie met die verloop van verskeie jare (1951 tot 1956) (Bloom et al, 1956, p. 8) hersien het, en voortdurend onderwerp het aan kritiek van vooraanstaande onderwysmanne in die V.S.A. en Kanada. Hierdie taksonomie geniet ook hier te lande groot aansien en word veral wyd gebruik by die opstelling van toetse en eksamens.

In die bespreking van hulle taksonomie sê Bloom c.s. onder andere: "Objectives may be inferred from the tasks, problems and observations used to test or evaluate the presence of these behaviors" (wat ontstaan as gevolg van die feit dat die leerlinge geleer het) (Bloom et al, 1956, p. 12). Hoewel die onderriggoogmerke op 'n onbepaalde aantal maniere gespesifiseer kan word, is Bloom c.s. oortuig daarvan dat hierdie eise wat aan die leerling gestel word, saamgevat kan word in 'n relatiewe klein aantal kategorieë. Hierdie kategorieë is in die taksonomie opgeneem.

In die res van hierdie hoofstuk sal daar dus soos volg te werk gegaan word: ten eerste sal 'n sorteeringsproses van stapel gestuur word om vas te stel wat verwag word in die mees algemene akademiese vakke;

daarna sal dan 'n algemene bespreking gedoen word oor die eise gestel aan standaard 8-leerlinge ten opsigte van wetenskaplike denke. Die analise van slegs 12 sillabusse word soos volg gemotiveer: daar is 'n baie breë spektrum van vakke wat in die Algemene (AG), die Natuurwetenskaplike (NN) en die Geesteswetenskaplike (GH) studierigtings as keusevakke geneem kan word deur leerlinge, maar dit sou na my mening nie besonder meer lig op die saak werp deur hulle almal te ontleed nie. Die keuse is derhalwe só gemaak: Afrikaans (Hoër graad) en Engels (Standaardgraad) is verpligte vakke en behoort dus in die keuse opgeneem te word. Verder word die studie van vier ander vakke vereis (vir universiteitstoelating sommige op die Hoër graad, en vir 'n standaard 10-sertifikaat almal op die Standaardgraad). Daar is gevolglik besluit op die sillabusse van nog 9 vakke, waarvan Biologie, Natuur- en Skeikunde en Wiskunde deel moes vorm, aangesien die doel van hierdie vakke onder andere gerig is op die vorming van die wetenskaplike houding. Die keuse van die orige 6 vakke maak nie veel saak nie, aangesien alle vakke na veronderstelling gelykwaardig is en in die breë na genoeg dieselfde vermoëns van die leerling verwag. Godsdiensoonderrig is in die seleksie ingesluit omdat dit verpligtend is, dog nie vir eksamendoeleindes nie.

Die toepaslikheid van die gekose 12 vakke is soos volg vasgestel na 'n vergelyking met die 245 vakversamelings aangedui in die "Handleiding vir die implementering van gedifferensieerde onderwys in

Transvaal" (Bylae U) (1972). Vyf van die versamelings is gekanselleer, sodat daar slegs 240 in werklikheid aangebied word. Die toepaslikheid van die gekose vakke is dan soos volg:

vir 20 versamelings is hulle vir

6 vakke toepaslik: $6 \times 20 = 120$

vir 115 versamelings is hulle vir

5 vakke toepaslik: $5 \times 115 = 575$

vir 102 versamelings is hulle vir

4 vakke toepaslik: $4 \times 102 = 408$

vir 3 versamelings is hulle vir

3 vakke toepaslik: $3 \times 3 = \underline{9}$

Totaal 1112

Daar is in totaal 240 versamelings van 6 vakke

elk: $240 \times 6 = 1440$

Die algemene toepaslikheid van die gekose 12 vakke is

$$\frac{1112}{1440} \times 100$$

$$= 77,2\%$$

Die feit dat die 12 vakke vir 22,8% nie-toepaslik is op die vakke uit die drie gemelde studierigtings, moet toegeskryf word aan die keusegroepeerings binne die vakversamelings. Die persentasie nie-toepaslikheid sou verklein kon word, en trouens uitgeskakel kon word, indien meer (of selfs al) die relevante sillabusse bestudeer sou word. Vir die doel van hierdie ondersoek word dit egter nie nodig geag nie.

3.3 Die besondere eise gestel aan die denke
van standerd 8-leerlinge ten opsigte
van die wetenskaplikheid daarvan (in die
onderskeie, mees algemene, akademiese
vakke)

3.3.1 Inleidende opmerkings

Dit is moeilik om presies vas te stel wat van leerlinge in 'n besondere standerd (i.c. sestienjarige standerd 8-leerlinge) verwag word in die normale gang van die skoolonderrig (i.c. klassikale onderrig). Bloom stel dit s6: "..... descriptions of curricula are set up on such different bases as descriptions of teacher behavior, descriptions of instructional methods, and descriptions of intended pupil behaviors. As achievement testers and educational research workers, the major phenomena with which we are concerned are the changes produced in individuals as a result of educational experiences. Such changes may be represented by the global statements of the educational objectives of an educational unit, or they may be represented by the actual description of the student behaviors which are regarded as appropriate or relevant to the objectives. Objectives may also be inferred from the tasks, problems, and observations used to test or evaluate the presence of these behaviors." (Bloom, 1956, p. 11, 12).

In direkte opvolging van wat Bloom aanvoer, is die oogmerk dus in hierdie paragraaf (paragraaf 3.3.2 van hierdie hoofstuk) om die eise wat in die skoolonderrig in standerd 8 aan leerlinge gestel word in

sulke spesifieke terme te beskryf as wat moontlik is. Uit die oorsig van die sillabusse en ander dokumente wat in die volgende bladsye aan die linkerkant van elke bladsy gegee word, word die relevante dimensies van wetenskaplike denke na die regterkant van die bladsy oorgedra.

3.3.2 Besondere eise aan die standerd 8-leerling gestel

3.3.2.1 Aardrykskunde

(1.1)¹⁾ Die doel met hierdie vak is onder andere "om leerlinge te lei tot 'n begrip van die wisselwerking van verskynsels....."

begrip van verskynsels

(1.4) en "om by te dra tot die ontplooiing van die leerlinge se intellektuele aanleg en tot die aanwakker van 'aardrykskundige nuuskierigheid.'" "Almal het iets om by te dra tot die sintese van aardrykskundige waarneming en redenering wat in die streekstudie sy hoogtepunt bereik."

sintese
wetenskaplike
redenasie

1) Die teksverwysings tussen hakies is na die betrokke paragrawe van die Sillabus vir Aardrykskunde (Hoër- en standaardgraad), standers 8, 9 en 10, Junie 1972, van die T.O.D. Onderstreping is deurgaans van die huidige skrywer, tensy anders vermeld.

(1.5) "Om die eenheid van kennis te beklemtoon deur te wys op die <u>verband</u> wat Aardrykskunde met ander vakke het."	verbandlegging
(1.7.2) "Dit is te betwyfel of internasionale begrip direk onderrig kan word - 'it should arise from the pupils' accurate knowledge and <u>critical appraisal</u> of geographical facts.'"	induktiewe onder- rig kritiese beoor- deling
(2.2 en 2.3) Hierdie paragrawe stel as spesifieke oogmerk die <u>toepassing</u> van aardrykskundige kennis (byvoorbeeld in projekte).	toepassing van kennis
(2.6) "bekwaamheid in die gebruik en <u>vertolking</u> van land=kaarte...."	vertolking/in= terpretasie
(2.9.1) "to <u>interpret</u> the facts of distribution."	interpretasie
(2.9.2) "to <u>correlate</u> the life of man with his environment."	korrelasie
(2.10) "To teach pupils to <u>think</u> and <u>reason geographically</u> ."	wetenskaplike redenasie
(4.3) Die klem in die onderrig het verskuif na "die verwerwing van <u>begrippe</u> wat gebaseer is op 'n kleiner getal geordende feite."	begripvorming induktiewe en de= duktiewe onderrig

Die bogemelde dimensies van wetenskaplike denke is gehaal uit die algemene gedeelte van die sillabus. Die volgende dimensies kom na vore in die sillabusgedeelte wat op standaard 8-leerlinge gerig is:

(1.3.7.4) " <u>Verklaring</u> van begrippe."	interpretasie
(1.4) "Diagrammatiese voorstelling van statistiek."	
(2.1.1.1) " <u>Oorsake en verklaring</u> vir die ontstaan van seisoene."	verbandlegging
(2.1.3.2) " <u>Faktore</u> wat horisontale variasie in temperatuur <u>beïnvloed</u> ."	kousale verband= legging
(2.1.4.1) " <u>Verband</u> tussen temperatuur en vogtigheid."	verbandlegging
(3.1.6) "Praktiese werk: <u>statistiese diagramme</u> en kaarte om (piramides en dies meer) te toon-konstruksies en <u>vertolking</u> ."	interpretasie
(4.1.2) "Daar word voorgestel dat bogenoemde studies <u>probleme</u> en <u>kontraste</u> binne 'n land sal beklemtoon. <u>Vergelykings</u> tussen ... (lande).... moet beklemtoon word."	probleemoplossing vergelyking

3.3.2.2 Afrikaans

3.3.2.2.1 Algemene riglyne

(1)¹⁾ Die doelstellings is onder andere

(1.2) " kennis en insig in die taalleer, ... die struktuur van die taal...."

struktuur

(2.1) Leerlinge moet sodanig toegerus wees "dat hulle nie alleen kennis dra van en insig het in basiese taal- en literatuurwetenskaplike feite nie, maar dat hulle ook oor 'n toereikende taalgebruiksvermoë beskik, in so 'n mate dat hulle taalgebruikssituasies denkend en redenerend kan beheers (onderstreeping van die sillabus self).

redeneervermoë

(2.2) Afrikaans het "ook 'n eie akademiese doel...: die ontsluiting van probleme in verband met taal- en letterkunde, die prikkeling van vorsende, denkende, intelligentie belangstelling en insig in taal- en letterkunde."

probleemoplossing

wetenskaplike denke in die algemeen

1) Die verwysings tussen hakies is in elke geval na die Sillabus vir Afrikaans Hoër Graad, standaard 8, 9 en 10, T.O.D., Junie 1972 (90).

(3) Die vra van <u>kontekstuele</u> vrae word in hierdie paragraaf bespreek	verbandlegging
(4) "Daar word aanbeveel dat onder andere die <u>induktiewe metode</u> ... aangewend word." "Deur middel van gevolgtrekkings kan die taalver=skynsel geleidelik <u>geformuleer</u> word. Met ander woorde, die de=finisie of reël is nie die uit=gangspunt van die onderwys nie, maar die resultaat."	induktiewe denke definisie, reël=formulering
3.3.2.2.2 <u>Die st. 8-sillabus</u>	
(1.1.2.2) " <u>Abstrakte redeneer=vermoë</u>	
(i) Leer <u>onderskei</u> tussen feite en menings	onderskeidings=vermoë
(ii) Lei die <u>gevolgtrekking</u> af van 'n aantal feite	induktiewe denke
(iii) Korreleer met Literatuurstu= die deur die patroon van <u>oorsaak en gevolg</u> ... te ont=dek....."	korrelasie kousale verband
(1.1.2.3) " <u>Ideevlotheid</u>	
(i) Die vinnige opnoem van moont=like <u>oplossings</u> vir 'n alge= mene probleem"	probleemoplossing

(1.1.2.5) " <u>Formuleer</u> dieselfde gedagte op verskillende maniere..."	definisie/formu= lering
(1.3.5.2) "...in die hoër stan= derds soms meer <u>abstrak</u> en <u>bespie= gelend</u>" (stelwerk)	abstrakte redeneer= vermoë
(1.3.9) Leerlinge moet in staat wees tot " <u>eensin-definisies</u> ".	definisie
(1.3.9.1) " <u>Beskryf (definieer)</u> 'n potlood...."	definisie
(1.5.3) "die <u>rangskikking</u> van 'n aantal los paragrawe in <u>logiese verband</u>"	rangskikking logiese verband= legging
(2.1.4) " <u>toepassing</u> van reëls."	toepassing
(2.2.2.1) <u>sistematisering</u>	sistematisering
(3.1) "Lees vir begrip beteken intensief, <u>denkend</u> en <u>begrypend</u> te lees."	begrip
(3.1.1.3) "Te <u>oordeel</u> oor die gel= digheid van argumente, feite, be= werings en gevolgtrekkings."	oordeelvorming
Die oogmerk met begriptoetsing in Afrikaans is onder andere:	
(3.1.4.2) (iii) om vas te stel of die leerling "sy <u>interpretasie</u> van die teks kan motiveer."	interpretasie motivering

(vi) en of hy "in staat is om die <u>samehang</u> van die teks te beoordeel, byvoorbeeld eenheid of gebrek aan eenheid, chronologiese of <u>logiese volgorde</u>, ensovoorts."	verbandlegging logiese volgorde

(x) en of hy "die korrekte <u>afleidings</u> uit die interpunksie kan doen."	afleidings

(3.2.7) "Leesoefening om te leer om feite, argumente, ens. te <u>vergelyk</u> en te <u>kontrasteer</u>; om <u>oorsaak en gevolg</u> vas te stel; om argumente vir en teen 'n saak te snap; om feite en menings, ook suiwer redenering en propaganda te herken; om 'n eie <u>oordeel</u> oor 'n stuk werk te vorm..."	vergelyking kontrastering kousale verband wetenskaplike argumentasie oordeelvorming

(4.2.1.7) <u>oorsaak en gevolg</u>	kousale verband

In 'n handleiding (Minnaar, 1969, p. 56) oor die onderrigmetode in Afrikaans (Hoër graad) word dit gestel dat die ontwikkeling van <u>selfstandige denke</u> 'n basiese oogmerk in die sekondêre skoolonderrig is. Essensieel deel die onderwyser in die denkmetode niks direk mee nie: hy laat die leerling deur vraag en antwoord langamerhand van die een stap tot die volgende oorgaan. Hierdie prosedure vereis	induktiewe denkmetode

dus nie geheuewerk nie, maar
denkwerk.

In die denkhandeling word volgens
hierdie skryfster ses trappe onder=
skei, te wete:

1. die waarneming en die besef van
'n denkmoeilikheid;
2. die ontleding daarvan in sy be=
kende en onbekende;
3. die soek na 'n vermeende oplos=
sing van die moeilikheid;
4. die opvolging van die vermoede;
5. die toetsing of verifiëring
van die oplossing;
6. die beoordeling van die bereik=
te oplossing in die lig van
toekomstige behoeftes en eise.

Op grond van die onderskeiding tus=
sen deduktiewe en induktiewe denke
word daar ook in die onderrig van
Afrikaans onderskei tussen die
deduktief- en induktief-ontwikke=
lende les.

3.3.2.3 Bedryfsekonomie

3.3.2.3.1 Algemene riglyne

Dewey se stappe
van probleemop=
lossing

waarneming

ontleding

verifikasie

oordeelvorming

deduktiewe denke
induktiewe denke

(2.1) ¹⁾ "Om die leerlinge <u>insig</u> te gee in die Suid-Afrikaanse bedryfswese...."	insig
(2.2) "...in wêreldperspektief te kan plaas, en <u>met insig te vertolk</u> "	insigvolle interpretasie
(2.6) "om die onderliggende beginsels van die bedryfsekonome se aan geleenthede waarmee leerlinge algaande kennis maak in <u>logiese verband</u> te bring ten einde dit in wydte en diepte te laat toeneem, sodat hulle berigging oor aktuele sake met insig kan volg en <u>logiese afleidings</u> kan maak."	verbandlegging logiese afleiding
(3.2) "... <u>interpretasie</u> van statistiese gegewens."	interpretasie
(3.3) "toepaslike feite ... te versamel en onder leiding van die onderwyser die feite netjies, beknop juis en <u>logies te gebruik in die beredenering</u> van 'n saak."	logiese redenasie beredenering
(3.4) "... die verskillende <u>komponente</u> in die bedryfsekonome se	

1) Verwysings tussen hakies in hierdie paragraaf is in elke geval na die Sillabus vir Bedryfsekonome, Standaardgraad, standerd 8, 9 en 10, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972, (312).

<u>struktuur</u> (moet) voortdurend be= klemtoon word."	sintese
(3.5) ".... met verwante vakke <u>ge=</u> <u>korreleer</u> word ten einde die leer= linge 'n insig te gee in die <u>onder=</u> <u>linge afhanklikheid</u> tussen en <u>saam=</u> <u>binding</u> van die verskillende vak= ke...."	samehang verbandlegging
3.3.2.3.2 <u>Die st. 8-sillabus</u>	
(1.3) <u>Produksiefaktore</u>	kousale verband
(2.1.2) " <u>Grafiese voorstellings</u> om die onderlinge <u>verband te illus=</u> <u>treer</u>"	verbandlegging
3.3.2.4 <u>Biologie</u>	
3.3.2.4.1 <u>Algemene riglyne</u>	
(1.1) ¹⁾ 'n Algemene doelstelling is onder andere "die ontwikkeling van 'n insig in die betekenis van die samesnoerende temas in biologie deur die aanleer van toepaslike feite, <u>begrippe</u> en <u>veralgemenings</u> ."	begripvorming veralgemening

1) Die verwysings tussen hakies in hierdie para=
graaf is in elke geval na die Sillabus vir
Biologie, Standaardgraad, standerds 8, 9 en 10,
Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972 (230).

(1.2) "Die ontwikkeling van ...na- vorsingsvaardighede wat kan lei tot doeltreffende <u>wetenskaplike metodes</u> <u>om probleme op te los.</u>	wetenskaplike probleemoplossing
(1.2.1) die herkenning en <u>formu- lering</u> van die probleem;	formulering
(1.2.2) oorweging van die moont- like oplossing(s) van die probleem en die <u>noukeurige beplanning</u> van die ondersoek;	beplanning
(1.2.3) versameling van gegewens in verband met die probleem deur <u>noukeurige waarneming</u> en/of <u>ekspe- rimentering</u> , wat sulke vaardighede soos meting, <u>klassifisering</u> <u>aflei- ding</u> , <u>organisering</u> , monsterneming, <u>gebruik van kontroles</u> en die voor- bereiding van tabelle en grafieke insluit;	wetenskaplike waarneming eksperimentering klassifisering, afleiding die skema: alle ander dinge gelyk
(1.2.4) voorbereiding van 'n deeg- like en noukeurige verslag van die resultate;	
(1.2.5) versameling van toepaslike gegewens;	
(1.2.6) <u>kritiese evaluering</u> van die gegewens alvorens enige <u>inter- pretasie</u> van die <u>resultate</u> gemaak word."	evaluering interpretasie gevolgtrekking

(1.3.4) "'n <u>waardering en begrip van die bydraes</u> wat wetenskaplikes tot die vak gelewer het."	oordeelvorming
(1.3.5) "'n besef van die <u>waarde van kritiek</u> op die resultate van wetenskaplike navorsing en dat sulke kritiek kan lei tot deeglike navorsing en beter begrip."	kritiese oordeel= vorming
(1.3.8) "'n waardering vir die noodsaaklikheid van 'n <u>logiese uiteensetting</u> van enige versameling van feite en kennis;"	logiese eksposisie
(1.3.9) "die begeerte om <u>oor= spronklike en verbeeldingryke denke</u> te ontwikkel;"	
(3.2) Ten opsigte van eksaminering: "Afdeling A: 'n Verpligte afdeling van kort objektiewe vrae wat <u>redenering</u> en geheuewerk (veronderstel)."	redeneervermoë
(3.3) "Die wenslikheid van <u>praktiese evaluering</u> word in beginsel aanvaar."	evaluering
3.3.2.4.2 <u>Die st. 8-syllabus</u>	
(1) "Die verband tussen bou en funksie...."	verbandlegging

(1.2) "Die <u>verband</u> tussen bou en funksie van elke stelsel moet beklemtoon word." Die leerling moet geleer word om te vra na die funksie van elke organisme. Ander algemene idees word met hierdie vraag <u>in verband gebring</u>. Die leerling leer algaande om die vraag meer subtiel te vra, en om meer en meer dinge daarmee in verband te bring. Later vra hy na die funksie van 'n bepaalde proses of struktuur in die lig van die totale funksionering van die organisme. <u>Meting en kategorisering</u> word gedoen ter wille van 'n algemene idee. Daarna word van die leerling verwag om sy kennis te <u>rangskik</u> in 'n <u>meer omvattende patroon</u>, <u>strukturering</u> en <u>vergelyking</u> (byvoorbeeld: sellulêre struktuur, filo-genetiese vergelyking)." (Bruner, 1966, p. 28).	meting kategorisering (klassifikasie) rangskikking/or=dening sintese vergelyking

Sekere afdelings van die vak bekend as Fisiologie is opgeneem in die standaard 8-syllabus vir Biologie. Oor hierdie afdeling van die vak laat 'n skrywer oor die onderrig van die vak op skool, Pretorius (n.d.), hom soos volg uit:

"Eksaminering in die Fisiologie kan gesien word as onder andere 'n evalueringsmetode waarin die peil	

van <u>kennis</u> , <u>insig</u> , <u>vaardigheid</u> en die <u>oplos van probleme</u> getoets word. Die leerling se belangstelling in die vak word gewek deur hom te laat soek, <u>te laat ontdek</u> . Dit moet die leerling motiveer om steeds dieper te soek en verder te ontdek. Die doel met die onderrig in die vak is onder andere "om insig en begrip in die vak te ontwikkel (en dit) lei weer logies tot die vraag: wat is die belangrikste grondgedagtes en basiese wette van die vak?" (Pretorius, n.d., p. 1).	toepassing (deduksie) probleemoplossing induktiewe denke
Ten einde die oogmerke met Fisio-logie-onderrig te bereik, is onder andere nodig:	
"1. kennis-informasie;	
2. verwerking van informasie - <u>vergelyking</u> met die (reeds) bekende informasie;	vergelyking
beoordeling van informasie - <u>vergelyking met norme</u> ;	oordeelvorming
3. <u>formulering</u> en programmering van teenreaksie en uitvoering van die reaksie (Pretorius, n.d. p. 2).	formulering
Die leerlinge moet getoets word ten opsigte van	
1. <u>waarneming</u> : lees, studie,	wetenskaplike

kritiese en objektiewe waarneming, opname van informasie; 2. geheue; 3. stel van norme: basis vir <u>vergelyking</u> van nuwe met vorige informasie, verwerking van die informasie, <u>berekening</u> van afwyking en <u>beoordeling</u> van die waargenome informasie; 4. <u>formulering</u> van reaksie, byvoorbeeld antwoord in 'n eksamen, oplos van probleme, inisiatief, kreatiwiteit."	waarneming vergelyking/evaluering oordeelvorming formulering

In sy formulering van die eise wat in die Fisiologie aan leerlinge gestel moet word, vereenselwig Pretorius hom met Bloom c.s. se tasonomie van onderwysdoelmerke, en bespreek die doelstellings van die vak hoofsaaklik in terme daarvan (Pretorius, n.d., p. 3).

"'n Verdere aspek wat beslis aandag verdien, is die rol wat praktiese werk speel. Fisiologie en Biologie is tot groot hoogte <u>eksperimentele</u> vakke en hierdie vermoëns behoort ook ontwikkel en getoets te word." (Pretorius, n.d., p. 7).	eksperimentering

3.3.2.5 Ekonomie

3.3.2.5.1 Algemene riglyne

(1)¹⁾ "Ekonomie het bepaaldelik betrekking op die teoretiese aspekte van die ekonomiese bedrywighede van 'n volkshuishouding. Die vak behels dus in hoofsaak die teoretiese teoretisering oor die makro-ekonomiese werklikheidsaspekte. Dit is 'n sosiaal-kulturele wetenskap met 'n normatiewe karakter, en as sodanig is dit analities-teoreties van aard beoordeling; oorsake; deelvorming; analise; induktiewe en word daar gesoek na wetmatigheide (algemeen-geldende norme) wat alle denke ekonomiese bedrywighede ten grondslag lê. Besinning oor Ekonomie as formulering en hantering van abstrakte begrippe wat in 'n logiese stelsel aaneensluit." formulering begripvorming

(3) Besondere doelstellings is onder andere:

(3.3) "(Ekonomie) moet die begrip bevorder dat oplossings vir probleemoplossing vraagstukke gesoek moet word deur

1) Die verwysings tussen hakies in hierdie paragraaf is in elke geval na die Sillabus vir Ekonomie, Standaardgraad, standerd 8, 9 en 10, Transvaalse Onderwysdepartement, November 1972 (261).

dit teen bepaalde doelwitte, waardes en norme <u>op te weeg</u> ."	oordeelvorming/ evaluering
(3.5) "Dit moet bydra om leerlinge se vermoë te bevorder om ekonomiese vraagstukke en eie ekonomiese aanleenthede <u>analities te benader</u> . <u>Rasionele denke</u> behoort die grondslag van ekonomiese handelinge te wees."	analitiese denke
(3.7) "Dit moet daartoe bydra dat leerlinge leesstof van ekonomiese aard met meer <u>insig en begrip</u> lees en statistiese gegewens, tabelle en grafiese voorstellings intelligent <u>vertolk</u> ."	begripvorming interpretasie
(3.8) "Dit moet <u>logiese, abstrakte, objektiewe denke</u> ten opsigte van ekonomiese aangeleenthede bevorder."	
(4.2) "In Ekonomie is beide die <u>analities-teoretiese</u> en beskrywende benaderings nodig...."	analitiese denke
(4.3.1) "(Die) gewenste verhouding moet tussen die beskrywende en <u>analities-teoretiese</u> vakinhoud gehandhaaf word."	
(5.1) "Ekonomie moet nie net as 'n suiwer abstrakte vak beskou en benader word nie. Die blote	

memorisering van definisies en wette behoort ontmoedig te word...." "Kennis van die praktyk lei tot verdieping in die teoretiese...."

Dus: induktiewe denke

(5.5) "Die aanmoediging van selfstandige denke. Leerlinge moet aangemoedig word om meer ooreenstemmende ekonomiese vraagstukke te lees ten einde hulle ervaring te verbreed en uiteenlopende standpunte raak te sien en 'n eie verantwoordelike mening daarop na te hou." Klasbesprekings moet plaasvind, sodat leerlinge "leer om 'n gesonde ekonomiese oordeel te vorm."

oordeelvorming

oordeelvorming

3.3.2.5.2 Die st. 8-syllabus

(1.1.3) "Die metodes van ondersoek wat gebruik word, (is ondermeer) die induktiewe, deduktiewe, gemiddelde"

deduksie
induksie

3.3.2.6 Geskiedenis

In aansluiting by dit wat in paragraaf 3.3.4.4 later volg, word hier slegs die volgende opmerking gemaak om die ongewone volledigheid van die analise wat in paragraaf 3.3.2.6 hierna volg te verklaar. Die leser sal opmerk dat die analise van die eise wat Geskiedenis

as vak aan die standaard 8-leerling stel enigsins vollediger, en meer indringend gedoen word as enige van die ander. Die rede daarvoor is geleë in die opmerking van Lovell (Lovell, 1971, p. 84) (kyk ook paragraaf 5.4.2.5.2) dat formeel-wetenskaplike denke die laaste aan die lig tree in 'n begriptoets wat rondom 'n Geskiedenispassasie ontwerp is. Om derhalwe seker te maak dat die eise wat Geskiedenis as vak in Transvaalse hoërskole aan leerlinge stel wel deeglik uitgesif sal word, met die oog op die opname-ontwerp in hoofstuk 5, word in hierdie paragraaf, benewens die gewone analise van die sillabus, ook aandag geskenk aan die gedagtes van 'n deskundige op die gebied van die onderrig van die Geskiedenis, Boyce (Boyce, 1968). In paragraaf 3.3.1.4 sal dit ook vir die leser duidelik word dat die analise en Boyce se beskouings ook nog op ander wyses aangevul moet word ter wille van 'n deeglike omlýning van die eise wat die Geskiedenisonderrig aan die standaard 8-leerling stel.

3.3.2.6.1 Die Sillabus

(3.7) ¹⁾ "Om tyds <u>begrip</u> , ruimte- en werklikheids <u>begrip</u> te help ver=breed...."	begripvorming
(3.9) "Om op te voed tot 'n gewoon=te om eers alle betrokke <u>faktore</u> te	verbandlegging

-
- 1) Die verwysings tussen hakies in hierdie paragraaf is in elke geval na die Sillabus vir Geskiedenis, Hoër- en standaardgraad, standers 8, 9 en 10, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972 (228).

<u>ondersoek</u> voordat <u>geoordeel</u> word." "Algemeen akademiese doelstellings wat in st. 8, 9 en 10 nagestreef kan word, is:	oordeelvorming
(3.14) die ontwikkeling van ver=beeldingskrag en <u>abstrakte</u> denke;	
(3.16) die inskerping van <u>analitiese aanleg</u>....;	analitiese denke
(3.17) die kind behoort <u>selfstandig te dink en te redeneer</u>;.....	
(3.25) die <u>studie en interpretasie</u> van bronnemateriaal soos toesprake, briewe;	interpretasie beoordeling
(3.26) om die besondere <u>onderlinge verwantskap</u> tussen die verskillende aspekte van die wêreldgebeure te begryp;	samehange/verbande
(3.27) die <u>analise en sintese</u> van historiese materiaal;"	analise sintese
(4) Ander bruikbare metodes in die Geskiedenis is onder andere: "ver=klaring, <u>interpretasie</u>, <u>probleem=stelling</u>, <u>die heuristiese</u>, <u>die kontekstuele</u>...."	probleemstelling heuristiese metode kontekstuele vrae/ verbandlegging
(4.4) "Gebeurtenisse in Suid-Afrika behoort met die buitelandse	

geskiedenis in verband gebring te word..." verbandlegging

(4.5) Leerlinge moet "gegewens vir 'n bepaalde doel rangskik." ordening

(6.5) Evaluering geskied onder andere deur middel van "bespreking oor en/of vertolking van prente..." interpretasie

3.3.2.6.2 "Historiese denke"

Dit word in die Geskiedenis van die leerling verwag om 'n sekere tydperk te sien in sy plek in 'n op= eenvolging van tydperke, in sy ver= verbandlegging wantskap met wat daaraan voorafgaan, en wat daarop volg. Die leerling moet kennis besit ook van periodes buite die besondere beperkte periode ten einde laasgenoemde in die regte perspektief te sien. Die leerling moet insig hê in die breë lyne van die geskiedenis - in horisontale en in vertikale perspektief.

Die invloed van allerlei faktore moet ingesien en verstaan word, en die besef moet bestaan dat die Geskiedenis 'n sinvolle aaneengesikkelde reeks van gevolge is, en ook dat daar 'n besliste mate van

<u>kousaliteit</u> in gebeure aan te dui is. Leerlinge moet besef dat die geskiedskrywer 'n rol speel, en dat nuwe <u>interpretasies</u> (voortkomende uit navorsing) nuwe lig op sake kan werp. In Geskiedenis is <u>herwaardasie</u> van besondere belang. Dit is van minder belang om te bepaal wat 'n leerling weet, maar dit is belangrik om te weet "how he <u>deals with what he knows.</u>" (Boyce, 1968, p. 26).	kousale verband
	interpretasies
	oordeelvorming
	toepassing (onder andere)
Die studie van geskiedkundige feite "should reveal <u>general principles</u>", meen Boyce (Boyce, 1968, p. 26), en dit vorm deel van die leerlinge se onderrig in historiese denke. As die studie van die geskiedenis enige waarde moet hê, dan moet seker <u>vaardighede van die verstand</u> gelewer of verbeter word - in samewerking met ander skoolvakke. Een van hierdie vaardighede is byvoorbeeld die vermoë om kennis te versamel, en ook om te weet waar om dit te vind. Relevante detail moet versamel word, en daar moet <u>onderskei</u> word tussen die relevante en die onbeduidende. 'n Derde stadium is die lewering van 'n voltooiende studie, die aanbieding daarvan	induktiewe denke

in 'n logiese ordening van konklusies in aanvaarbare taal.

In 1909 het sommige geskiedskrywers al 'n pleidooi gelewer dat die Geskiedenis gebruik moet word as 'n "training school of the mind", en die metode wat aanbeveel word, is konfrontering van die leerling met probleme, kritiese ontleding van gegewens ten einde leerlinge te leer om bronnemateriaal krities te gebruik. Hoewel elemente van hierdie benadering nog in die Geskiedenisonderrig behoue gebly het, het die neiging om van al die leerlinge historici te maak in diskrediet geraak (Boyce, 1968, p. 28).

Deur middel van allerlei tegnieke (wat nie relevant is vir die huidige bespreking nie) kan die onderwyser die sogenaamde historiese denke bevorder: "in this way a teacher will be able to develop his pupils' powers of thinking and encourage in them a desire to search for the evidence and to accept the conclusions to be drawn from it in a spirit of fair-mindedness." (Boyce, 1968, p. 28).

logiese ordening

probleemoplossing

analise

konklusie

oordeelvorming

Leerlinge moet die vermoë ontwikkel om sekere feite <u>toe te pas</u> op 'n <u>sekere situasie</u>, en om sekere beginsels te begryp en <u>toe te pas</u>, om in die geskiedenis sekere passasies te begryp, om sekere inligting te abstraher. Daar moet <u>nie net by die basiese feitelike inligting</u> vasgesteek word nie (Boyce, 1968, p. 121). Minder nadruk moet gelê word op geheuewerk, en meer op <u>interpretatiewe arbeid</u>. (Lg. word getoets met behulp van lees- en begriptoetse). Hierdie soort toets word gebruik om die bereiking van verskeie oogmerke te toets, byvoorbeeld die vermoë tot <u>interpretasie</u>, <u>toepassing van kennis</u>, die kritiese gebruik van kennis, die vermoë om te <u>onderskei</u> tussen relevante en irrelevante materiaal, die vermoë om 'n opsomming of <u>précis</u> te vervaardig, om ou kennis <u>in verband te bring</u> met nuwe materiaal, om die <u>implikasies</u> van wat gelees word te verstaan (Boyce, 1968, p. 140).	toepassing en deduktiewe denke
3.3.2.7 <u>Godsdiensonderrig</u> 3.3.2.7.1 <u>Die Sillabus</u>	interpretasie toepassing oordeelvorming kritiese onderskeiding implikasie

(A3)¹⁾ Een van die oogmerke met die vak is die verstandelike vorming van die mens.

(A5) Alle opvoedkundige beginsels wat vir die gewone onderwys gangbaar is, word ook in hierdie vak toegepas.

(C) Die onderwyser moet onder andere spreek tot die verstand van die leerling.

(p. 7) Daar word gewys op die sis=tematiese behandeling van die Bybelse gebeure. werkswyse

(p. 18) Die doel met Bybelstudie is om aan die leerling 'n begrip te gee van die samestelling van die Bybel en hom te lei om die Bybel met insig te lees. sintese

3.3.2.7.2 Algemene bespreking

Bingle (Bingle, 1971) bespreek die onderrig van die vak in breë trekke soos volg:

- 1) Die verwysings tussen hakies in hierdie para=graaf is in elke geval na die Sillabus vir Godsdiensonderrig, standerds 6-10, herdruk 1968, van die Transvaalse Onderwysdepartement.

in die Godsdiensonderrig het meting onder andere die taak en die waarde dat dit die leerling dwing om gedane werk oor 'n tydperk in los eenhede versprei met ernstige hersiening te verbind (deur <u>verbande</u> te sien en te lê), te koördineer so dat nuwe perspektiewe bekom kan word. Toetsing is dus ook die nuwe <u>sistematisering</u> van bekende materiaal (Bingle, 1971, p. 71). Vir die doel van evaluering sal die <u>opsteleksamen</u> soms ook nog gebruik moet word omdat daar tog dinge is wat nie anders gemeet kan word nie. Eintlik word daarmee bedoel die <u>selfstandige formulering</u> van antwoorde deur leerlinge. Die leerling moet by magte wees om sy gedagtes te formuleer (Bingle, 1971, p. 73).	verbandlegging
	sistematisering/ ordening
	sintese
	formulering
Ook in die Godsdiensonderrig sal dit die onderwyser loon om die metodes van <u>aanskouing</u> , mededeling, <u>denk-ontwikkeling</u> en die metode van <u>self-ontdekking</u> (die <u>heuristiese</u>) te gebruik (Bingle, 1971, p. 52 en verder). In die laaste standers van die sekondêre skool sal die handboekmetode stellig die hoofmetode wees. In die reël sal die	wetenskaplike waarneming; in= duktiewe denke; die heuristiese metode

handboekmetode egter naastenby
dieselfde mate van wetenskaplikheid
van die denke van die leerling ver=
wag as wat die sillabus sou vereis.

3.3.2.8 Handelsreg

(3)¹⁾ "Besondere doelstellings met
die onderrig (is onder andere)

(3.2) om by die leerlinge insig te
bevorder in die basiese regsbegin=
sels, - reëls en -gebruike..,"

beginsels

(3.3) "... om die leerlinge te
help om met behulp van regstermino=
logie ooreenkomstig die neergeleg=
de regsprosedures logies, analities
en krities te kan dink en redeneer
en die moontlike regsimplikasies
van sodanige situasies ... te kan
besef."

analitiese denke
kritiese redenasie
implikasie

(3.4) "om die logiese, analitiese,
objektiewe en selfstandige denke
deur regskundige probleemsituasies
aan te wakker."

probleemoplossing

1) Die verwysings tussen hakies in hierdie paragraaf
is in elke geval na die Sillabus vir Handelsreg,
standerd 8, 9 en 10, Transvaalse Onderwysdeparte=
ment, Junie 1972 (234).

(1.7) "die hoedanighede van <u>oor=</u> <u>deelkundigheid</u> en <u>metodiese</u> <u>benadering</u> tot alle take te bevoor=	sistematiese en metodiese bena=
der;"	dering
(1.9) "kennis aan die leerlinge oor te dra wat hulle sal (help) ... (om) opgewasse te wees teen die ... wisselinge in die moderne samele=	
wing."	
(3.1) "Die leerlinge moet ingelei word in <u>logiese beredenering</u> en <u>selfstandige denke</u> ."	logiese beredene=
	ring
(3.2) "Die betrokke <u>wetenskaplike</u> <u>beginsels</u> moet, waar dit van toe=	deduksie en in=
passing is, verduidelik en uitge=	duksie
beeld word."	
(3.3) "Die <u>verwantskap</u> en <u>kor=</u>	verbandlegging
<u>relasie</u> tussen byvoorbeeld voe=	korrelasie
dingsleer en kookkuns moet be=	
klemtoon word."	
3.3.2.9.2 <u>Die st. 8-sillabus</u>	
(1.2) "Proteïnes: funksies: <u>klas=</u>	klassifikasie
<u>sifikasie</u> ." " <u>Uitwerking</u> van hitte	kousale verband
op dierlike proteïnes."	
(2.2) "...verduideliking van joule en kilojoule."	begripvorming

(4.1) "reëls vir die afmeet van bestanddele." deduktiewe denke

(6.3) "Eenvoudige klassifikasie van groente...." klassifikasie

(6.12.1) (2) "Eenvoudige eksperi=
mente om die werking van rysmid=
dels te wys." eksperimentering

Afdeling B: Huisbestuur

(4) "kontrolering van huishoudelike uitgawes," onder andere

"vergelyking van kontant- en kre=
dietaankope." vergelyking

Afdeling C: Kleding en Naaldwerk

(2.5) "Algemene faktore by verbandlegging
die aankoop van kledingstof"

3.3.2.10 Natuur- en Skeikunde

(Inleiding (iii))¹⁾ "Daar behoort kennis geneem te word van die feit dat die hedendaagse beskawing twee hoofaspekte van Natuur- en Skeikunde

1) Die verwysings in hierdie paragraaf is in elke geval na die Sillabus vir Natuur- en Skeikunde, Standaardgraad, standerd 8, 9 en 10, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972 (224).

voorhou, naamlik Natuur- en Skeikunde as wetenskap - d.i. 'n redelik intellektuele werksaamheid gewy aan die ontdekking van orde en sin in die fisiese wêreld; en Natuur- en Skeikunde as tegnologie" "Daar behoort ... aandag aan die behandeling van beide aspekte gegee te word."

(iv) "By die onderrig van die vak behoort dit aangebied te word as 'n struktuur bestaande uit 'n ordelike raamwerk van wette en begrippe. Die raamwerk verteenwoordig die wetenskaplike aspekte van die vak...."

sistematisering/
ordening
begripvorming
deduktiewe denke

(vii) Die vereenvoudigings wat in die onderrig gebruik word, is slegs modelle en is nie bedoel om volledig-aanvaarbare wetenskaplike verklarings te bied nie.

modelvorming

(viii) "Natuur- en Skeikunde behoort in 'n logiese patroon ontwikkel te word."

(7) "Natuur- en Skeikunde is 'n eksperimentele wetenskap. Die oogmerke met sulke eksperimentering is die volgende:

eksperimentering

(i) om die leerlinge te help om die fundamentele rol wat deur <u>eksperimentering</u> en <u>waarneming</u> gespeel word in die ... vaslegging van wetenskaplike kennis, te verstaan;	wetenskaplike waarneming
(ii) om die leer en <u>begrip van feite en beginsels</u> te vergemaklik;	begripvorming deduksie en induksie
(iii) om oefening te kry in die opteken en verwerking van waarnemings, die maak van toepaslike <u>gevolgtrekkings</u> ."	gevolgtrekking/ konklusie
(10) "Tensy anders vermeld, word die <u>afleiding</u> van <u>formules</u> verlang."	induksie; afleiding; bewysvoering; formulering
3.3.2.11 <u>Wiskunde</u>	
(1.1) ¹⁾ "By toetsing en eksamining moet meer klem gelê word op <u>begrip en insig</u> as op meganiese reproduksie van formele kennis..."	
(2.2) Doelstellinge sluit onder andere in: "om by te dra tot die algemene vorming van leerlinge, met besondere klem op ... <u>logiese denke</u> en <u>sistematiese</u> , noukeurige en netjiese werkmetodes", en om	sistematisering

1) Die verwysings tussen hakies in hierdie paragraaf is telkens na die Sillabus vir Wiskunde, standaardgraad, standerd 8, 9 en 10, Junie 1972 (232), Transvaalse Onderwysdepartement.

(2.3) "waardering ... vir die onderliggende <u>verband</u> tussen sekere afdelings te kweek."	verbandlegging
(2.5) "om leerlinge 'n grondige <u>insig</u> , <u>begrip</u> en <u>kennis</u> van daardie <u>wiskundige beginsels</u> , wat hulle sal voorberei en toerus ..." te gee.	deduksie en induksie
(3.1.3) Aandag moet geskenk word aan die "vereistes ten opsigte van bewoording en <u>redenering</u> ."	redenasië
(3.2) "Leerlinge moet geskool word in die korrekte gebruik van <u>notasie</u> en <u>terminologie</u> , die eksakte <u>formulering</u> van bewering en die maak van geldige <u>gevolgtrekkings</u> ."	formulering konklusie
(5.1.9.5) "Die funksie <u>gedefinieer</u> deur $y = mx + c$ en sy grafiese voorstelling."	definisie deduksie
(5.1.10) "...liniêre <u>vergelykings</u> en ongelykhede....."	vergelyking
(5.1.11.1) " <u>Definisie</u> van a^n vir n 'n heelgetal."	definisie
(5.2 1) "Alhoewel alle <u>stellings</u> <u>bewys moet word</u> , moet vir eksamen=doeleindes bewyse van stellings tot 'n minimum beperk word en <u>slegs bewyse verlang word van stellings</u> ..	verifikasie, bewysvoering

.... met 'n sterretjie aangedui..."

(5.2 ii) "Toepassings kan egter oor enige definisie, aksioma of stelling ... gevra word."

toepassing-de=duksie

(5.2 iii) "Slegs definisies, aksiomas en stellings wat in hierdie lys voorkom, sal aanvaar word as redes vir bewerings in die bewyse van probleme."

definisie

bewysvoering
probleemoplossing

(5.2.18) Die parallelogramstelling in hierdie paragraaf veronderstel verskeie afleidings.

deduksie-aflei=dings

(5.2.27) Hierdie paragraaf stel vereistes in verband met formules, en die toepassing daarvan. Die afleiding van formules word nie ver wag nie.

formule-opstel=ling; toepassing

Sommige Wiskundiges is van oordeel dat leerlinge oefening moet kry in komputasies, aangesien dit noodsaaklik is vir die verstaan van konsepsuele idees (begrippe) in die Wiskunde (Bruner, 1966, p. 29).

komputasies

begripvorming

3.3.2.12 Die betreklike uitsondering: Engels, twee de taal: standaard=graad.

(1.2.2) ¹⁾ "....develop a <u>sense of discrimination</u> in his reading."	diskriminasie/ onderskeidings=
(1.3.7) "... a progressively higher <u>level of abstraction</u> should be the aim in the senior classes."	vermoë
(2.9.8) "When comprehension is tested the following responses ... could be expected:	
(2.9.8.1) questions from the readers;	
(2.9.8.2) spoken replies to questions, etc."	
(2.10.8.10) "Any testing by the short answer method should <u>have bearing</u> on the development of the plot, ..."	verbandlegging
Die rede waarom Engels standaard=graad die relatiewe uitsondering genoem kan word wanneer daar gepraat word van eise gestel ten opsigte van wetenskaplike denke, is geleë in die volgende aanhaling uit die sillabus:	

-
- 1) Die verwysings in hierdie paragraaf is in elke geval na die Sillabus vir "English Standard Grade, Syllabus for standards 8, 9 and 10, Transvaal Education Department, June 1972, (45)"

(3.2) "The main aim should always be to teach the pupils to use the language structures correctly. ON NO ACCOUNT SHOULD A FORMAL AND ANALYTICAL APPROACH BE USED." (Hoofletters van die sillabus self); en:

(3.2.9) "THESE ADVERBIAL, ADJECTIVAL AND NOUN PATTERNS SHOULD NOT BE USED FOR ANALYSIS, BUT FOR PURPOSES OF REPRODUCTION." (Hoofletters van die sillabus).

3.4 Samevatting en opmerkings

In paragraaf 3.3 is 'n tentatiewe inventaris gemaak van die dimensies van wetenskaplike denke soos dit voorkom in sommige sillabusse (en handboeke gerig op die opleiding van onderwysers), maar dit sal vir die leser duidelik wees dat die lys geensins op volledigheid aanspraak kan maak nie. Trouens, daar mag by onderwysers onderling meningsverskil bestaan oor wat sillabusse van hulle leerlinge verwag, aangesien hulle menings berus op die subjektiewe interpretasie van elke individuele onderwyser. Desondanks is daar gepoog om te voldoen aan die tweede fase van die huidige literatuurstudie, naamlik om vas te stel wat in die skoolonderrig van die leerling in standerd 8 verwag word ten opsigte van die wetenskaplikheid van sy denke.

Die netto-resultaat van die ondersoek weergegee in paragraaf 3.3 verskyn in tabel 3.1.

TABEL 3.1

DIE DIMENSIES VAN WETenskaplike DENKE SOOS
OPGELEWER DEUR DIE ANALISE IN PARAGRAAF 3.3

Vakke bestudeer in paragraaf 3.3

DIMENSIES	Aardrykskunde	Afrikaans	Bedryfsekonomie	Biologie	Ekonomie	Geskiedenis	Godsdiensoerrig	Handelsreg	Huisvlyt	Nat. en Skeikunde	Wiskunde	Engels
1. Modelvorming										X		
2. Begripsvorming	X	X		X	X	X		X	X	X	X	
3. Integrasie/sintese	X		X	X		X	X	X				
4. Wetenskaplike redenasie	X	X	X	X				X	X		X	
5. Sisteematiek		X					X		X	X	X	
6. (Kousale) verhandellegging	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
7. Induktiewe denke	X	X			X	X	X		X	X	X	
8. Deduktiewe denke		X			X	X			X	X	X	
9. Oordeelvorming	X	X		X	X	X						
10. Toepassing	X	X		X	X	X					X	
11. Interpretasie	X	X	X	X	X	X						
12. Korrelasie	X	X						X	X			
13. Probleemoplossing	X	X		X	X	X		X			X	
14. Vergelyking	X	X		X					X		X	
15. Definisie		X									X	
16. Implikasie						X		X				
17. Formulering		X		X	X	X	X	X		X	X	
18. Diskriminasie		X				X						X
19. Bewysvoering		X								X	X	
20. Rangskikking		X		X		X	X			X		
21. Afleiding		X	X	X				X		X		
22. Kontrastering		X										
23. Teorievorming					X							
24. Wetenskaplike waarneming		X		X			X	X		X		
25. Analise		X			X	X						
26. Verifikasie		X									X	
27. Veralgemening				X								
28. Eksperimentering				X					X	X		
29. Klassifikasie				X					X			
30. Evaluering				X								
31. Eksposisie				X								
32. Gevolgtrekkings				X		X		X		X	X	

3.4.1 Enkele opmerkings na aanleiding van tabel 3.1

3.4.1.1 'n Minimum van 32 dimensies van weten= skaplike denke

Dit moet aanvaar word dat daar 'n minimum van 32 dimensies van wetenskaplike denke in die skoolonderrig in standerd 8 ter sprake kom in die sogenaamde akademiese onderrig. Die lys sou egter op verskillende maniere uitgebrei kon word: daar kon byvoorbeeld nog ander sillabusse bykomstig ondersoek word, of dit kan veronderstel word dat die sillabusse wat wel in paragraaf 3.3 ondersoek is se bedoeling veel wyer is as wat daar werklik swart op wit geskryf staan. Wat die ondersoek van meer sillabusse en handboeke oor vakmetodiek betref, meen ek dat die 12 sillabusse wat ondersoek is, 'n redelike betroubare en verteenwoordigende seleksie is van die akademiese vakke wat in die reël deur leerlinge in die skool gekies word.

3.4.1.2 Vertolking van die sillabusse en handboeke

Wat in tabel 3.1 opgesom aangebied word, is die resultaat van 'n ontleding van sillabusse, in sommige gevalle aangevul deur handleidings oor die onderrig van die onderskeie vakke. In die ontleding van die sillabusse is so eerlik moontlik gevra na die bedoeling van die dokumente, maar dit is steeds in gedagte gehou dat 'n sillabus niks meer wil wees nie as bloot 'n riglyn vir die leerstof wat in 'n vak in 'n betrokke standerd behandel moet word. Dit is dus om verstaanbare redes nie 'n volledige voorskrif wat die

onderwyser alle inisiatief wil ontnem nie, en is gevolglik vatbaar vir meer as een vertolking. Vir die doeleindes van hierdie ondersoek is egter aanvaar dat die sillabus se bedoeling so suiwer moontlik vertolk moet word.

3.4.1.3 Ongeoorloofde afleidings uit tabel 3.1

Dit sou sinneloos wees om uit tabel 3.1 enige statistiese verwerkings te wil doen, soos om die aantal vakke (uit 12) wat "probleemoplossing" as dimensie van wetenskaplike denke van leerlinge eis (naamlik 8) te vergelyk met die aantal wat "oordeelvorming" eis (naamlik 6), en dan te beweer dat eersgenoemde 'n belangriker faset van wetenskaplike denke in die skoolonderrig is as laasgenoemde. 'n Enkele voorbeeld sal hierdie punt illustreer: dit is verkeerd om te beweer dat Natuur- en Skeikunde nie wetenskaplike redeneervermoë van die standerd 8-leerling vereis nie. Hierdie vereiste is om 'n hele aantal redes verswyg, waarvan die belangrikste waarskynlik geleë is in die vanselfsprekendheid daarvan. Tabel 3.1 wil met ander woorde slegs die volgende sê: in die 12 vakke wat ondersoek is, is daar 'n minimum van 32 dimensies van wetenskaplike denke ter sprake.

3.4.1.4 Nadere presisering van die eise in die skoolonderrig gestel

'n Vierde konklusie waartoe tabel 3.1 die navorser noop, is dat daar nie genoeg getuienis in hierdie tabel te vind is om presies te sê watter dimensies

van wetenskaplike denke in die skoolonderrig van belang is nie. Die redes daarvoor is reeds 'n keer genoem: dat die sillabusse nie eksplisiet in die fynste besonderhede noem wat van die leerlinge verwag word nie. Baie word oorgelaat aan die oordeel van die individuele onderwyser, veral in standerd 8, want in die stelsel wat huidig in Transvaal in swang is, word daar geen eksterne eksamens in standerd 8 afgeneem nie. Dit kom daarop neer dat daar 'n breë spektrum van vertolkings van elke sillabus sal wees, afhangende van wat elke onderwyser van belang ag. Hierdie is die grootste enkele swakheid of tekortkoming van die sillabus-analise wat in hierdie hoofstuk gemaak is.

Om verskeie praktiese redes is besluit om die sillabusanalise in paragraaf 3.3 aan te vul met 'n detailanalise van die leerstof omskryf in die standerd 8-sillabus vir Geskiedenis. Hierdie vak word gekies omdat skrywer op die hoogte is van die vereistes wat in die onderrig daarvan aan leerlinge gestel word.

Om die ontleding so suiwer as moontlik te doen, is van vier hulpmiddele gebruik gemaak, naamlik: die sillabus vir standerd 8 (kyk paragraaf 3.3.2.6), 'n werkskema vir standerd 8 soos geïmplementeer aan 'n Transvaalse sekondêre skool (1974), die vakbeleid vir dieselfde vak aan dieselfde skool (1974) en die handboek wat tans aan daardie skool in gebruik is: "Nuwe geïllustreerde Geskiedenis", deur F.A. van Jaarsveld (1973).

3.4.1.4.1 Vakbeleid¹⁾

In die gemelde vakbeleid word aanvaar dat vir leerlinge in die gevorderde groep (die senior sekondêre fase, in die vakbeleid genoem: "die vorderingsgroep" (l.i.e)) die volgende metodes geskik sal wees: die sogenaamde raamwerkmetode, waarin die leerling uit 'n handboek, en na aanleiding van 'n gegewe raamwerk sy stof kan rangskik na behandeling van die betrokke leerstof. Sistematisering en ordening van feite word derhalwe van die leerling verwag, voorts ook insig in die relevansie van feite, byvoorbeeld dat feite in kousale verband met mekaar staan (lb). Voorts is die metode van sintese van belang, byvoorbeeld in die geval van die samestelling van opsteltipe-antwoorde (lc); ook die probleemstellingsmetode, en metodes soos leerlinge se selfstandige naspeuring van oorsaak en gevolg (dus: kousale verbandlegging) (le en f).

Die onderwyser word in die rubriek "metodiek" (para= graaf 1 iv) daarop gewys dat gebeurtenisse in Suid-Afrika met die buitelandse geskiedenis in verband gebring behoort te word, en waar van toepassing, by die jongste tendense ingeskakel te word.

Onder die hulpmiddels wat in die vak van belang is, word die analise van byvoorbeeld wetenskaplike bronne en dokumente genoem (2 ii). Dit veronderstel 'n kritiese houding aan die kant van die leerling.

1) Die verwysings tussen hakies is in elke geval na die gemelde vakbeleid. Onderstreping is deur die huidige skrywer, tensy anders vermeld.

Evaluering van die leerlinge word onder meer langs die volgende weë gedoen: die rangskikking van feite wat bymekaar pas (oorsaak en gevolg, ooreenkoms en verskil), die opsomming van gebeurtenisse, oorsake, verloop en gevolg; (kousale verbandlegging), die skrywe van paragrawe en opstelle (die vermoë tot logiese sintese) (3 ii a).

Een van die algemene doelstellings van die vak is om die leerling te lei in oordeelvorming (4 ii), om hom bewus te maak van die waarde daarvan dat probleme histories benader moet word (4 vi). Die leerling moet opgevoed word om eers alle betrokke faktore te ondersoek (faktor-analise, isolering van faktore) voordat geoordeel word (oordeelvorming) (4 vii). 'n Ander oogmerk is die kweek van historiese sin of gevoel waardeur die invloed van gebeure op die land en volk begryp word (verbandlegging en oordeelvorming) (4 viii).

In die rubriek "Akademiese doelstellings" word onder andere die vermoë tot abstrakte denke genoem (5 i), die verskerping van analitiese aanleg, selfstandige denke en redenasie (5 ii), die vermoë om die kuns, letterkunde en dies meer te waardeer (beoordeling) (5 iv). Die kind moet ingelei word in die filosofiese beskouing van die Geskiedenis (wat abstrakte denkvermoë veronderstel) (5 vi).

Onder die besondere doelstellings tel die volgende vermoëns: die interpretasie van bronnemateriaal, ook begrip van die besondere onderlinge verwantskap

tussen die verskillende aspekte van die wêreld=
gebeure (6 iii).

3.4.1.4.2 Behandeling van die handboek, aan die hand van sillabus en werkskema

I. Faktore wat tot die Franse rewolusie gelei het.

1. Inleiding

In hierdie paragraaf word verskeie begrippe omskrywe, soos rewolusie, vryheid, gelykheid en broederskap. Vir die huidige bespreking is van meer belang die ver=
wysing na die invloed van die rewolusie op die 20ste eeu en op die V.V.O. (p. 3)¹⁾ Die inleiding verwys ook na die verskillende groepe oorsake van die rewo=
lusie.

2. Politieke oorsake

Hierdie paragraaf behandel 'n breë spektrum van po=
litieke oorsake, maar lê ook nadruk op die verloop van gebeure en die gevolge daarvan vir Frankryk (p. 3-5).

3. Maatskaplike oorsake

In hierdie paragraaf word van die leerling verwag dat hy sal onderskei (diskrimineer) tussen die maat=
skaplike toestande waaronder die verskillende bevol=
kingsdele gelewe het (p. 5-8).

1) Die verwysings tussen hakies is telkens na die reeds gemelde handboek se bladsye.

4. Kerklike oorsake

In hierdie paragraaf word van die leerling eweneens insig en begrip verwag (p. 8).

5. Intellektuele oorsake

In hierdie paragraaf word besondere eise aan die intellek van die leerling gestel: abstrakte begrippe soos die Rasionalisme en die Aufklärung word omskryf, en daar word aandag gegee aan die filosofiese beskouings van denkers soos Descartes, Locke en die rasionaliste oor die algemeen. Die filosofieë van Montesquieu, Voltaire, Diderot, Quesnay en Rousseau word ietwat breër behandel. Uit die aard van die saak word daar in die onderrig ook besondere nadruk gelê op hierdie leerstof (p. 8-11).

6. Ekonomiese oorsake

Daar word 'n beskrywing van ekonomiese toestande gegee, en daar word gewys op verskeie faktore wat ontevreidenheid onder die lede van die derde stand veroorsaak het (p. 11-12).

II. Die rewolusie in Frankryk 1789 - 1795

In hierdie gedeelte van die leerstof word aandag gegee aan 'n besondere sameeloop van omstandighede wat byvoorbeeld 'n oorlog teen Pruise en die Septembermoorde ten gevolg gehad het. Veral van belang is die betekenis van die rewolusie, die invloed wat dit in daardie tyd gehad het en vandag steeds het (p. 26).

In die werkopdragte word onder andere van leerlinge verwag om antwoorde saam te stel, om die kousale verband tussen oorsake en gevolge te verduidelik. Dit word ook verwag dat leerlinge begrippe soos "konstitusionele veranderinge" kan hanteer, om 'n opstel te skryf oor die gevolge van die rewolusie (p. 27).

III. Die opkoms van Napoleon Bonaparte 1795 - 1804

Van die leerling word die historiese begrip verwag dat hy sal insien dat die tyd ryp was vir die opkoms van 'n leier soos Napoleon. Hierdie gedeelte van die geskiedenis veronderstel ook insig in terme soos koalisies en verdrae, strategie en taktiek. Van die leerling sal ook in hierdie deel besondere formuleringsvermoë vereis word, asook onderskeidingsvermoë in die wysheid of dwaasheid van sommige optredes van Napoleon en ander leiers. Die leerling sal ook die verband moet raaksien tussen Napoleon se buitelandse optrede en sy binnelandse hervormings, want met laasgenoemde het hy die só nodige steun van sy volk gekry en vir 'n tydlank behou. Ook die begrip "hervormings" veronderstel onderskeidingsvermoë en veral oordeelsvermoë om die noodsaaklikheid van 'n sekere hervorming te begryp (p. 42).

In die daaropvolgende paragrawe behandel die handboek die algemene uitbreiding van liberalistiese en nasionalistiese denkbeelde. Begrip hiervoor veronderstel insig in historiese gebeure - die feit dat toestande in ander lande van so 'n aard was dat hulle gereed was vir rewolusie. In die werkopdragte word onder

andere vermag dat die leerling 'n situasie of 'n persoon kan beskryf, redes verskaf vir 'n sekere historiese gebeure, 'n opstel kan saamstel, 'n stelling kan staaf (bewysvoering), 'n situasie kan beoordeel (byvoorbeeld: "Het hy in sy doel geslaag?"), ook die waarde of die mag van 'n beweging soos die nasionalisme kan evalueer, die uitwerking van 'n bepaalde faktor kan evalueer (die rol van die Engelse seemag in die val van Napoleon) (p. 54).

IV. Die reaksie teen die rewolusionêre denkbeelde in Europa, 1815 - 1830

Hierdie gedeelte begin met die probleme wat voor die Kongres van Weenen gedien het, en 'n uiteensetting van die beginsels waarvandaan in die oplos daarvan uitgegaan is (en wat alleen besef kan word indien die leerling insig het in die verloop van die geskiedenis). Die oplossing van die kongres vir sy probleme word geëvalueer, en redes gegee vir die evaluering, en dan word daar aandag gegee aan die gevolge van die kongres (p. 65).

V. Liberale en nasionale verset teen die reaksionele beleid in Europa, 1823 - 1851

In hierdie paragrafe word veral aandag gegee aan die 1830- en 1848-rewolusies en hulle oorsake en gevolge. Daar word weer gewys op die filosofiese beskouinge van denkers, in hierdie geval dié van Engels en Marx, Proudhon, Blanc en Fourier. Van die leerling word deurgaans verwag om die tema, nl. liberalisme en

nasionalisme wat seëvier, te volg en te kan beskryf. Die leerling moet ook verbande kan lê tussen gebeure in verskillende lande en verskillende tydperke. Ook oor die uitwerking van 'n verskeidenheid van gebeure moet die leerling 'n mening waag of 'n oordeel vorm (p. 78).

I. Die Kaapkolonie onder Britse bewind 1806 - 1836

In die inleidende paragraaf (p. 81) word 'n samevat=
tende oorsig gegee oor bogenoemde tydperk en sekere
algemene trekke word uitgelig. Daar word veral na=
druk gelê op die omlysting van die Suid-Afrikaanse
geskiedenis, naamlik die Europese geskiedenis. Ver=
volgens word die voorwaardes vir die oorgawe aan die
Engelse bespreek, en daarna word 'n oorsig gegee van
die Kaap se samelewing. Leerlinge se diskriminasie=
vermoë word getoets deur 'n vraag oor die verskille
tussen die Hollandse Afrikaners en die Britse setlaars,
die bydrae van elk tot die opbou van Suid-Afrika.
Ook moet onderskei word tussen die posisie van die
Hottentotte en dié van die Bantoes, en die funksie
en invloed van die sendelinge moet geëvalueer word.

'n Volgende belangrike saak waaraan aandag bestee
word, is die konstitusionele ontwikkeling aan die
Kaap; daarna volg die Britse setlaars: die omstan=
dighede en die voorwaardes vir hulle koms, en einde=
lik volg 'n evaluering van hulle invloed in die Kolo=
nie. Voorts word van die leerlinge verwag dat hulle
die omstandighede van die setlaars se koms kan ver=
duidelik, kan meedeel met watter probleme hulle te

kampe gehad het en hoe dit toe die hoof gebied is. Hulle kort- en langtermynbydrae tot die ontwikkeling van Suid-Afrika moet geweeg word. Aan die leerling word gevra of hy met 'n bepaalde stelling saamstem, of nie. Hy moet dan sy antwoord motiveer (p. 105).

In die volgende hoofstukke word die beleide van Caledon, Cradock en Somerset in redelike detail behandel, maar dit is duidelik dat die nadruk gelê word op die gang van die geskiedenis. Breë lyne word gevolg in die behandeling van die geskiedenis, en daar word gewys op logiese samehange (ooreenkomste, verskille en ontwikkeling op die bestaande beleid) tussen die beleide van die drie gemelde goewerneurs.

II. Die suidwaartse uitbreiding van die suidelike Bantoe

Daar word in hierdie afdeling aanvanklik aandag gegee aan begripsbepaling, bv. van die term "Bantoe" (p.129). Die verwantskap van die S.A.-Bantoe met die Afrika-Bantoe word vervolgens verduidelik. Die ontmoeting van blank en swart aan die Visrivier in 1776 veronderstel 'n begrip vir die verband tussen hierdie gebeure en die geskiedenis van die blanke pionierboere in die Kaapkolonie. Later (p. 138) word besin oor die oor=sake van die Difaqane, wat op sy beurt weer lei tot die herverspreiding van die Bantoes. Die uitwerking daarvan op Natal, die O.V.S. en die Transvaal word dan bespreek, en ook word gewys op die feit dat die Difaqane direkte aanleiding gee tot die stigting van die ryk van Mosjesj (p. 140). Die gevolge van die

Difaqane word dan in hooftrekke bespreek, maar die betekenis daarvan vir die Voortrekkers word meer indringend bespreek.

In 'n volgende hoofstuk (p. 149) word aandag bestee aan die feit dat die aard van die aanraking tussen wit en swart bepaal is deur die verskille in hulle onderskeie kultuur en beskawing. Die verband tussen hierdie verskille en die aard van die onderlinge betrekkinge word vervolgens verduidelik. Uitvoerige bespreking word daarna gewy aan die gevolge en die uitwerking van die swartes op die jag, handel, sending (p. 152). Die betekenis van die sendelinge vir die Bantoes kom daarna onder die loep (p. 158).

Afgesien van die soort vrae waaraan die leerling al gewoond geraak het, stel die werkopdragte op p. 161 in vraag 12 'n vraag wat van die leerling deduktiewe denke vereis: daar word naamlik gevra wat 'n grens is (begripvorming en -omskrywing), en daarna word gevra na die uitwerking van die Groot Trek op die grense van Suid-Afrika, verder ook na die uitwerking van die Groot Trek op die betrekkinge tussen wit en swart.

III. Die Groot Trek

Ten eerste word die begrip "die Groot Trek" omskryf (p. 163), en daarna word gewys op faktore wat daartoe aanleiding gegee het (p. 165). Historiese insig in die reeds behandelde werk word van die leerling vereis in die behandeling van die redes waarom die Trek van die oosgrens af begin het (p. 167). Vervolgens

word aandag geskenk aan die onderskeie hooftrekke, byvoorbeeld dié van Piet Retief. In hierdie afdeling word die leerling voorberei vir sowel inhoudelike kort vrae, kontekstuele vrae as opsteltipe antwoorde. Die gevolge van die Trek kry besondere aandag in die behandeling van die Groot Trek (p. 185).

Ten opsigte van toestande verder in die binneland word onder andere van die leerling verwag om abstrak te kan redeneer wanneer sake soos verhoudinge en beleidsvorming in behandeling geneem word. Veral moet die leerling insig hê in die beginsels wat bepaalde beleide ten grondslag lê.

IV. Die Britse reaksie

Die verhouding of die verband tussen aksie en reaksie moet verduidelik en begryp word. Voorts word die leerling gekonfronteer met die probleme wat die Engelse regering na die Trek moes oplos. Die redes vir die feit dat sekere gebeure as probleme blootgelê moet word, word aangedui (p. 196). Die wyse waarop die probleme die hoof gebied is, word vervolgens onder oë gesien. Die leerlinge se insig in die verloop van die geskiedenis word getoets wanneer die Britse bemoeienis in die binneland ter sprake kom (p. 198). Begrippe soos "strategie" en "filantropie" (p. 198) kom aan die orde.

V. Blanke nedersetting in Transoranje

In hierdie hoofstuk word gewys op die spanning en

dinamiek wat daar geheers het tussen die vier belangegroepes ten noorde van die Oranje, en begrip van 'n term soos "soewereiniteit" (p. 204) word van die leerling verwag. Om die rol van die Trekboere, die Griekwas, die Voortrekkers te begryp, moet die leerling die verband tussen die deel en die geheel raaksien en begryp. Die gevolge van die veldslag van Boomplaats word op p. 210 behandel, en dan word daar gewys op Pretorius se insig in die verloop van gebeure, naamlik dat hy van kontingente gebeure gebruik gemaak het om die soewereiniteit van die Z.A.R. te verseker. Die faktore wat gelei het tot die ondertekening van die Bloemfontein-konvensie is vervolgens ter sprake (p. 211). Soos meermale in die onderrig in die standaard 8-Geskiedenis word van die leerling verwag dat hy sekere gebeure sal evalueer, sal weeg en beoordeel: in hierdie geval die betekenis van die genoemde konvensie (p. 213). In die werkopdragte (p. 215) word motivering of bewysvoering (vraag 2) verwag. Ook in vraag 6 word dit verwag van die leerling.

VI. Blanke nedersetting in Transvaal

In hierdie hoofstuk word aandag bestee aan die politiek en dryfvere wat politiek geïnspireer is (p. 218). Soos tevore, word daar aandag bestee aan 'n konvensie (Sandrivier-), en die waarde daarvan moet geëvalueer word (p. 220). Die hooftrekke van die Z.A.R.-grondwet word ten slotte behandel (p. 221).

3.4.1.4.3 Bespreking

In paragrawe 3.4.1.4.1 en 3.4.1.4.2 is die vakbeleid, werkskema en handboek wat in 'n besondere skool tans in die onderrig van Geskiedenis in gebruik is van naderby beskou ten einde die eise van die onderrig in hierdie vak beter te presiseer. Die ondersoek het die volgende opgelewer: in die Geskiedenisonderrig word verwag dat leerlinge gegewens kan rangskik, sistematiseer, verbande kan lê, kan sintetiseer, probleme kan oplos, kan analiseer, kan evalueer en beoordeel, ooreenkomste en verskille kan raaksien (vergelyk, dus), 'n sin vir historiese denke sal hê, selfstandig kan dink en redeneer, kan interpreteer, kan onderskei, begrippe kan vorm en verstaan, kan formuleer, bewyse kan lewer, en deduktief en induktief kan dink.

Hierdie ontleding van die leerstof, vakbeleid, werkskema en die sillabus van die standerd 8-Geskiedenis wat tans in skole van die Transvaalse Onderwysdepartement gebruik word, het na my mening niks by die dimensies van wetenskaplike denke in tabel 3.1 gevoeg nie. Tog bestaan daar steeds twee voorbehoude wat in gedagte gehou moet word:

1. die ontleding van die Geskiedenis-leerstof vir standerd 8 kan gebrekkig wees, vol hiate of lacunes. Die redes vir hierdie opmerking is duidelik: onderwysers verwag elkeen besondere vermoëns (wat nie noodwendig ooreenkom nie) van hulle leerlinge; sekere vereistes word verswyg, byvoorbeeld dat leerlinge elkeen 'n taak in die

biblioteek moet saamstel, take wat vermoëns van analise, sintese, diskriminasie, deduksie, induksie en dies meer vereis. Op hierdie wyse sou die lys van vermoëns waartoe leerlinge in staat moet wees, moontlik uitgebrei kan word;

2. 'n ontleding van ander relevante sillabusse kan dimensies van wetenskaplike denke wat tot dusver nog nie blootgelê is nie aan die lig bring.

3.5 Algemene eise wat aan die standerd 8-leerling gestel word

In die voorafgaande analise van die sillabusse ten einde vas te stel wat van leerlinge in standerd 8 verwag word in terme van wetenskaplike denke, is daar gegryp na die enigste dokumente in verband met die onderrig waarvan analise geregverdig is, nl. sillabusse en metodiek-handboeke. Dit is ook die uitweg wat gekies is deur ander navorsers, soos dié deur De Corte en Masui (De Corte & Masui, 1974/1975, p. 115) wat hulle uitgevoer het met betrekking tot rekene-onderrig: hulle het die sillabusse gebruik as basisdokumente. Desnietemin is skrywer van mening dat Boyce (Boyce, 1968, p. 126) reg het as hy aanvaar dat daar geen konsensus kan wees oor die oogmerke by die onderrig van 'n sekere vak, of oor die vereistes gestel aan die leerlinge in die betrokke vak nie. Een van die faktore wat byvoorbeeld in gedagte gehou moet word, is dat daar meer dinge is wat gedoen moet word (en verwag word in die sillabus) as wat die tyd toelaat. Dit veroorsaak dat daar verskillende, dog

ewe geldige, eise aan leerlinge gestel word in elke kursus, en selfs in dieselfde vak.

'n Ander wesenlike probleem in die onderrig is die feit dat onderwysers òf self nie genoeg insig in hulle vak het om te weet wat om te verwag en wat om te bereik nie, òf soms fouteer in hulle onderrig en evaluering van leerlinge deurdat hulle eensydige vermoëns van die leerlinge verwag, soos byvoorbeeld slegs feitekennis: die vermoë om feite op te noem, te benoem en te onthou (Lindvall, 1967, p. 16). Tog word vir die doeleindes van die huidige studie aanvaar dat elke onderwyser daarna streef om sy leerlinge op elke relevante wyse te toets, en dat elke onderwyser steeds poog om van sy leerlinge die mate van wetenskaplike denke te verwag wat vir die volle hantering van sy vak nodig is. Soos McLean (McLean, 1968, p. 164) dit uitdruk: hedendaags is dit die onderwyser se taak om die leerling se krag te toets, en nie om van hom te verwag om bloot 'n aantal feite uit die hoof te leer en te lewer nie. Die onderwyser moet van die leerling verwag om te dink en inisiatief te toon in die toepassing van wat geleer is.

Die volgende voorbeeld dien ter verduideliking van McLean se standpunt: in plaas van die leerling met 'n vraag soos die volgende te konfronteer: "Beskryf 'n wetenskaplike metode met behulp waarvan 'n mens die uitwerking van 'n sekere faktor kan toets," moet die vraag só lui: "'n Advertensie lui soos volg: 'Hierdie verf maak vlieë dood'. Beskryf nou 'n eksperiment met behulp waarvan u sal kan vasstel of

hierdie aanspraak geregverdig is, al dan nie."

Vir Bruner (Bruner, 1966, p. 31) moet die nadruk in die onderrig gelê word op begrip van die algemene beginsels van elke vak, en op begrip van die verband tussen besondere feite. Die leerling se insig in die struktuur van die vak moet getoets word. Ook die betoog van Coetzee (Coetzee, 1964, p. 158) kom hierop neer: die leerling moet gelei word tot die vasstelling van logiese groeperings, om die leerling te laat verstaan wat die reël, wet, definisie of algemene waarheid is wat voortvloei uit die bestudering van 'n genoegsame aantal besondere feite.

Ten slotte moet dit gestel word dat 'n mens in 'n studie soos die huidige oog moet hê vir die verskille wat daar bestaan in die aard, samestelling en struktuur van die onderskeie vakke: in vakke waarin vaardighede vereis word, sal oefening die meeste nadruk ontvang; in Rekenkunde of Wiskunde sal leerlinge se tyd hoofsaaklik in beslag geneem word deur probleemoplossing. Laasgenoemde is nie in dieselfde mate die geval met die Geskiedenis, Letterkunde, Natuur- en Skeikunde nie. In laasgenoemde vakke word van die leerlinge verwag om wyd te lees en baie leerstof te bestudeer ten einde sekere begrippe op te bou, waarderling te kan doen, te kan evalueer, te veralgemeen en by sekere beginsels te kan uitkom. Om hierdie presensasies te kan lewer, verg van die leerling helder denke, aangesien hulle nie oop en bloot vir hom beskikbaar is nie (Lindvall, 1967, p. 12).

In hierdie hoofstuk is daar gepoog om die tweede fase van die teoretiese ondersoek af te handel (kyk hoofstuk 1), naamlik om vas te stel watter aspekte van wetenskaplike denke van die leerling in die normale skoolonderrig vereis word in standerd 8. Algaande is gewys op die probleme en struikelblokke wat in so 'n analise oorkom moet word alvorens daar by 'n inventaris van die verskillende wetenskaplike denkmodes gearriveer kan word. In tabel 3.1 in hierdie hoofstuk is so 'n inventaris opgestel, dog met die voorbehoud dat dit niks meer as voorlopig en tentatief kan wees nie. Die redes daarvoor is verstrekkend en pogings is aangewend om die inventaris òf uit te brei òf verder te bevestig. Dit is gedoen deur middel van 'n analise van die standerd 8-Geskiedenisleerstof. Die lys kon egter nie uitgebrei word nie, en om gemelde redes kon die inventaris in tabel 3.1 nie nog verder bevestig word nie. Ten slotte is daar ook gewys op algemene eise wat aan leerlinge in die onderrig gestel word, en daar is besondere aandag geskenk aan die feit dat daar nadruk gelê moet word op selfstandige en wetenskaplike denke in die onderrig.

In die volgende hoofstuk word nou vervolgens aandag geskenk aan die denke (en potensiële wetenskaplike denkvermoë) van die adolessent. In die literatuur is hierdie fase van kognitiewe ontwikkeling bekend as die formeel-operasionele stadium. Die vraag wat daarin beantwoord moet word, is: is die 16-jarige leerling hoegenaamd (volgens die literatuur) in staat

om die metodes van wetenskaplike denke wat die skool
in **standerd 8** vereis suksesvol te hanteer?

HOOFSTUK 4

DIE MATE WAARIN DIE 16-JARIGE ADOLESENT
IN STAAT IS TOT WETENSKAPLIKE DENKE:
'N LITERATUUROORSIG

4.0 DIE MATE WAARIN DIE 16-JARIGE ADOLESCENT IN STAAT IS TOT WETenskaplike DENKE: 'N LITERATUUROORSIG

4.1 Inleiding

In die vorige hoofstuk is 'n poging aangewend om die eise wat die skool aan die denke van die sestienjarige standerd 8-leerling stel, te isoleer en te formuleer. Die huidige hoofstuk is nou daarop gemik om 'n weergawe te gee van beskouings in die literatuur oor die denke van die sestienjarige, aangesien dit uit die aard van die saak beslis die moeite werd sal wees om te sien of dit (selfs teoreties) moontlik is vir 'n sestienjarige om te voldoen aan die eise wat die skool aan sy denkvermoë stel.

Wat nou hierop volg, is 'n min of meer gesistematiseerde weergawe van wat normaalweg bekend staan as die formeel-operasionele denkstadium (Piaget & Inhelder, 1958). Die frase "min of meer" moet gebruik word, aangesien die verskillende elemente van die denke in die formeel-operasionele stadium onderling sō verstrengel en deureengewef is dat 'n sistematiese isolering en aanbieding van die onderskeie elemente niks meer kan wees as arbitrêr en tentatief nie. 'n Mate van oorvleueling word gevolglik noodsaaklik geag vir 'n volledige weergawe van adolescent-denke.

4.2 Ouderdomsafbakening

Sommige skrywers laat hulle in vae terme uit wanneer

die oorgang vanaf die konkreet-operasionele na die formeel-operasionele denkstadium ter sprake kom, maar dit word in die reël aanvaar dat dit geskied "beginning the junior-high-school period" (Ausubel, 1968, p. 202). Volgens Piaget (Adler, 1970, p. 5) verskyn die vermoë tot formele logiese abstrakte denke omstreeks die elfde of twaalfde lewensjaar ten volle. Ander navorsers het hierdie bevinding in hulle eksperimente gestaaf, terwyl nog ander meen dat hierdie denkstadium selfs vroeër, en ander weer dat dit heelwat later kan intree (Ausubel, 1968, p. 202). Oor die finale bereiking, of ten volle bereiking van hierdie stadium is daar in die literatuur geen eenstemmigheid nie. Meestal word die grens vir volle verstandelike groei gestel op vyftien jaar (Lansing, 1970, p. 234), of op ongeveer 15 tot 17 jaar (Thornberg, 1973, p. 18) of soms selfs op standerd 8 (Oosthuizen, 1969, p. 234).

In aansluiting by die opmerkings in die eerste hoofstuk van hierdie verhandeling is dit skynbaar in orde om te aanvaar dat die sestienjarige leerling in standerd 8 feitlik ten volle formeel of logies-wetenskaplik kan dink. Op die volgende bladsye sal nou derhalwe 'n profiel geskets word van hoe die denke in die formeel-operasionele stadium daar uitsien. Vooraf moet egter eers twee omskrywings gemaak word.

4.3 Die aard van denkhandelinge

'n Denkhandeling verskil van 'n eenvoudige handeling of doel-gerigte gedrag daarin dat eersgenoemde

verinnerlik en omkeerbaar is (Bruner, 1966, p. 36). Dit is verinnerlik, omdat die kind nie meer probeer om 'n probleem langs die weg van probeer-en-tref op te los nie, maar die "handeling van probeer-en-tref" as't ware in die hoof probeer uitvoer. Dit is omkeerbaar, aangesien die handeling gekenmerk word deur die skema van "volslae kompensasië": vir die denkhandeling word gekompenseer deur 'n inversiewe of omgekeerde denkhandeling.

Daar is 'n onderskeid tussen handeling en denkhandeling (of operasionele denke). Soos hoërop aangedui word denkhandeling omskryf as verinnerlikte handeling. 'n Voorbeeld van 'n handeling wat nog nie 'n denkhandeling is nie, is waar 'n kind 'n aantal stokkie van kort na lank moet rangskik en dan elkeen se lengte met die vorige vergelyk deur die stokkie langs mekaar te plaas. In die geval van 'n denkhandeling kan hy die stokkie vinniger rangskik omdat hy hulle nie telkens hoef te vergelyk met mekaar nie. Deur net na die stokkie te kyk en daaroor na te dink, kan hy die taak suksesvol uitvoer.

Afgesien van verinnerliking van 'n handeling as kenmerk, word denkhandeling ook nog daardeur gekenmerk dat hulle ten volle omkeerbaar is. Omkeerbaarheid verwys na die vermoë om in die denke van een voorwaarde na die volgende te beweeg en dan weer terug na die oorspronklike beginpunt (De Wet & Van Zyl, 1974, p. 19).

Begrip vir die term "denkhandeling" is nodig ten einde die volgende oorsig van die formeel-operasionele

stadium te volg, aangesien hierdie denkhandelinge met verloop van tyd en as gevolg van ontwikkeling georganiseer raak in die ingewikkelde kognitiewe strukture wat algaande ter sprake kom (Bolton, 1972, p. 29). Eenvoudig gestel, verteenwoordig 'n denk=handeling 'n handeling en, net soos wat gewone handelinge gekoördineer raak, ontwikkel denkhandelinge ook tot stabiele kognitiewe strukture (vergelyk paragrawe 4.5.1.3.1 en 4.5.1.3.2 vir 'n bespreking van hierdie strukture).

4.4 Balans en stabiliteit in die denke

'n Ander gedagte wat in die literatuur nogal wye aanvaarding geniet (Furth, 1969, p. 248), is dié van ewewig en stabiliteit in die denke van die adolessent. Dit kom voor of die ewewig en balans in die denke van besondere belang is, aangesien dit as't ware die volwassene en adolessent "in beheer van 'n (denk-) situasie" stel. Trouens, die ewewig wat in die formeel-operasionele stadium verkry is, is die vernaamste prestasie van die adolessent wie se denke sedert kleinkinderjare ontwikkel het in die rigting van balans. In die formeel-operasionele stadium is die denksisteem ten volle stabiel en in balans, want dit is ten volle omkeerbaar. (Die kwessie van volle omkeerbaarheid word in paragraaf 4.5.1.3.2 breedvoeriger behandel). Vir Inhelder en Piaget (Inhelder & Piaget, 1958, p. 243) vul balans en struktuur mekaar aan. Denke neig in die rigting van psigologiese balans, 'n toestand van ewililibrium wanneer dit gebeur dat 'n oorsaak of faktor wat die balans van die

denkstelsel versteur, sy teenhanger kry in 'n spontane handeling wat daarvoor kompenseer. So is ewewig dan 'n funksie van die handelende persoon se gedrag.¹⁾

4.5 Formele denke

4.5.1 Algemene oorsig

4.5.1.1 Inleidend

Daar is reeds verwys na die gekompliseerde en vervlegte aard van die denke van die adolessent. Enige poging om verskynsels of faktore in die denke te skei, of selfs te onderskei, bly kunsmatig en onbevredigend. Tog moet 'n poging tot sistematiese aanbieding aangewend word.

4.5.1.2 Sinoptiese voorbeskouing

4.5.1.2.1 Die term "formele" denke

Indien daar na die denke van die adolessent verwys word as "formeel", word aan hierdie term die wetenskaplike konnotasie geheg dat dit verwys na 'n breër uitbouing van die strukturering van die redenasieproses (-handeling); dit wil sê, dit verwys na die interverbandelike aard van relasies wat deur die subjek herken moet word in die loop van sy denke (Lunzer,

1) Die verskynsel van ewewig in die denke word vollediger behandel deur Van Rensburg (Van Rensburg, 1973, p. 51 e.v.). Dit word nie in die huidige oorsig breedvoerig bespreek nie, aangesien dit 'n verskynsel is wat op stellig alle denke van toepassing is, en nie slegs op die denke van die adolessent nie.

1970, p. 595). Die verstandelike vermoëns van die adolessent word voorts ook as formeel getipeer omdat dit hipoteties-deduktief van aard is (Pulaski, 1971, p. 66). Ook word die denke van die adolessent getipeer as "operasionele skemas van die formele logika" (Sime, 1973, p. 72). Elementêr gestel, is dit die "paaie" waarlangs die adolessent se denke beweeg (soms blitsvinnig wanneer 'n probleem opgelos word). Terloops moet op hierdie stadium gemeld word dat sommige skrywers (Nieuwenhuis, 1963, p. 64) denke op sigself definieer as die soeke na die oplossing van 'n probleem waarmee 'n mens gekonfronteer word. Hierdie denkpaaie of patrone van verstandelike aktiwiteit kan vergelyk word met patrone van wiskundige vorm (vergeelyk paragraaf 4.5.1.3.1 vir 'n volledige bespreking hieroor).

4.5.1.2.2 Struktuur in die denke

Soos verderaan in hierdie bespreking telkens na vore sal tree, is daar 'n sterk strukturele organisasie in die denke van die adolessent te bespeur. Inhelder en Piaget (Inhelder & Piaget, 1958, p. 243) het hulle by verskeie geleenthede druk gemaak oor hoe elke denkstruktuur ontstaan en hoe hulle op mekaar volg soos die kind ouer word. Hulle het onderskei dat struktuur in die denke veral deur drie faktore of omstandighede bepaal word: die groei en ontwikkeling van die sensustelsel, ervaring as gevolg van interaksie met die fisiese omgewing en ervaring as gevolg van kontak met die sosiale milieu. Hierdie drie faktore het slegs uitwerking binne die "wet" van denkbalans

(kyk paraagraaf 4.4), wat vir Inhelder en Piaget die bepaler is van watter "aanpassingsvorme" versoenbaar is met hierdie sosiale en fisiese toestande (Inhelder & Piaget, 1958, p. 244). So vorm ewewig en struktuur twee komplementêre sye van die denkorganisasie van die adolessent.

4.5.1.2.3 Die oorgang tussen die konkreet-operasionele en die formeel-operasionele denkstadium

Daar is al heelwat geskryf oor die oorgang vanaf die konkreet-operasionele na die formeel-operasionele stadium (vergelyk Ausubel, 1968, p. 204 e.v.). Sonder om daardie oorsig van die literatuur te herhaal, moet die volgende insake die oorgang tog ter sprake kom, aangesien dit vir die huidige studie van besondere belang is: die oorgangspunt is nie presies af te baken nie, en daar is diegene wat meen dat die kind wat die adolessensie¹⁾ binnegaan, ook nog afhanklik is van die konkrete, laasgenoemde synde dan stutte vir abstrakte of formele denke. Daar word gewoonlik aanvaar dat drie bepalende faktore die oorgang vergemaklik (Thornberg, 1973, p. 20), naamlik:

1. die verkryging en ontwikkeling van 'n "werkende"

-
- 1) Wanneer daar verwys word na die "kind" word deurgaans bedoel: die kind wat nog konkreet-operasioneel dink. Die terme "adolessent" en "jongmens" word as sinonieme gebruik - hoofsaaklik om veelvuldige en eentonige herhaling van dieselfde term te voorkom. Laasgenoemde, dit wil sê die adolessent of jongmens, dink in die reël formeel-operasioneel.

of funksionele woordeskat van bemiddelingsterme wat die kind in staat stel om verwante abstraksies meer doeltreffend naasmekaar te plaas en te kombineer tot potensieel-betekenisvolle proposisies;

2. laasgenoemde proposisies word algaande meer gereidelik gekoppel aan kognitiewe struktuur. Sodoende word hulle meer stabiel en betekenisvol in die lig van die individu se steeds-groeiende voorraad van stabiele hoër-orde begrippe en begrippe soos wat hulle omvat word en beskikbaar gestel word binne die kognitiewe struktuur. 'n Voorraad stabiele en duidelike abstrakte begrippe is noodsaaklik voordat die individu verhoudinge doeltreffend kan manipuleer tussen sodanige begrippe ten einde betekenisvolle algemene proposisies te ontwikkel;
3. na jare van ervaring met die konkrete, met die manipulering van verhoudinge tussen dinge, ontwikkel die kind die vermoë om naderhand dieselfde verhoudinge op te bou en te manipuleer sonder die konkrete stutte vir sy denke (Ausubel, 1968, p. 204 en p. 205).

Dit moet in gedagte gehou word dat die denke van die adolessent, net soos dié van die volwassene, nie altyd op dieselfde operasionele vlak is ten opsigte van alle terreine van denke nie. Die uiteindelike bereiking van 'n sekere kognitiewe stadium kom slegs daarop neer dat die kind in staat raak tot gedrag wat voorheen vir hom nie moontlik was nie (Lovell, 1971, p. 87).

Die aanbreek van die formeel-operasionele stadium tree egter gewoonlik op elke terrein van 'n jong mens se denke in. Getuienis hiervoor is die navorsing deur Keating (Keating, 1975, p. 276) waarvan hy die bevindings soos volg formuleer: "...the possibility (exists) ... of overall developmental maturation which is ... reflected in a significant change in cognitive strategies. That is, instead of a series of structural changes in the developing adolescent, there may be a global structural change which is then exhibited in various areas." (Keating, 1975, p. 279). Ook ander navorsing (Lovell, 1971, p. 86) bevestig hierdie bevindinge: Lovell c.s. het 10 van die eksperimente wat deur Piaget en Inhelder (1958) beskryf is, toegepas en die onderlinge ooreenkomste ("concordance") van die toetse bepaal. Daar is gevind (Lovell, 1971, p. 87) dat in alle toetse die neiging in die leerlinge se denke bestaan het om stabiel te bly. Hieruit lei Lovell c.s. af dat die eksperimente in groot mate dieselfde of gemeenskaplike intellektuele vermoëns vereis vir die suksesvolle uitvoering daarvan. Dit bevestig ook Piaget se teorie van denke van die eerste orde en van die tweede orde (vergelyk paragraaf 4.5.1.3.1).

4.5.1.2.4 Dimensies van die adolescent se kognitiewe struktuur

Die kognitiewe prestasies van die adolescent kan verduidelik word met behulp van 'n algemeen-besondere dimensie. Die mees algemene dimensie is die sogenaamde structure d' ensemble (Flavell, 1963, p. 222), of

die geïntegreerde groep-tralie-geheelstruktuur wat die "grys" noodsaaklikheid is agter alle adolessente-denke (vergelyk paragraaf 4.5.1.3.1).

Hierdie totaalstruktuur maak meer besondere en taak-gekoppelde begrippe moontlik. Tussen hierdie besondere en algemene vlakke lê daar 'n sogenaamde intermediêre vlak van formeel-operasionele skemas, dog ook op 'n redelik-algemene vlak. Hierdie vlak dank sy bestaan eweneens aan die algemene struktuur van die tralie-groep-dimensie, en word gebruik as instrument in die oplossing van probleme. Hulle is egter wyer toepasbaar: elke operasionele skema het 'n bepaalde toepaslikheid op 'n hele stel probleme wat soms selfs nie-verwant mag lyk. Sulke skemas is onder andere proporsie, moontlikheid, korrelasie, konservering (byvoorbeeld van beweging), die begrip van meganiese ewewig. Geen wonder dus nie dat aanvaar word (Mussen, Conger & Kagan, 1969, p. 618) dat die formele denk-handelingstadium die fase is waarin die adolessent se vermoë om kennis te verkry en te benut sy hoogste doel-treffendheid bereik. Dit blyk veral uit die jongmens se vermoë tot hoëvlak-verstandelike handelinge.

4.5.1.2.5 Intelligensie en vordering tot formeel-operasionele denke

In 'n eksperimentele opset (Keating, 1975, p. 276) waarin die verband tussen die resultate van psigometriese toetse en voorlikheid of agterlikheid in die Piagetaanse toetse bepaal is, is gevind dat slim kinders baie meer dikwels gebruik maak van formele denke as dommer kinders. Die bevinding was dat intelligensie

(psigometries gedefinieer) kognitiewe ontwikkelings-
voorlikheid impliseer (laasgenoemde soos verstaan
binne die raamwerk van Piaget se fase-teorie).

4.5.1.2.6 Die struktuur van formele denke in logies- matematiese terme

Formele denkhandelinge word gewoonlik beskryf in lo-
gies-matematiese terme of strukture. Dit word beskou
dat laasgenoemde dien as abstrakte modelle vir forme-
le denkstrukture. Interproposisionele skemas het be-
trekking op mekaar en hulle vorm 'n geïntegreerde
geheel of stelsel. Die taak is dan om die formele
struktuur van daardie stelsel te bepaal. Inhelder en
Piaget (Inhelder & Piaget, 1958) het dit op twee ma-
niere probeer doen:

1. met logies-matematiese terme, en
2. met formeel-operasionele skemas (die instrumente
van kennisie wat na vore tree wanneer die denker
met 'n probleem gekonfronteer word) (Flavell, 1963,
p. 211).

Laasgenoemde sluit die sestien binêre bewerkinge en
die sogenaamde Klein 4-groep in. Hieroor word verder=
aan in besonderhede gehandel.

Wat die logies-matematiese terminologie betref, is dit
opvallend dat veral Piaget (1958) in sy eksperimente
uitvoerig nagegaan het hoe die kind tot logiese denke
kom. Logika speel in die denke van die adolessent
sonder meer die belangrikste rol (Dumont, 1971, p. 80).
Die kind leer redeneer, inligting en feite weeg en

beoordeel, konkludeer, twyfel, nuwe inligting byvoeg, van gedagte verander, navraag doen, konklusies aanvaar of verwerp, hipoteses of veronderstellings toets aan die werklikheid, argumente weeg, in gesprek en bespreking lyn bring en hou. Verder is dit ook vir reeksvorming en klassifikasie nodig dat die kind die volgorde, die ordinale ooreenkoms tussen verskillende reekse raaksien (Dumont, 1971, p. 81) en die logiese denke wat hiervoor vereis word, is die vermoë tot kombinerings en analise, vooruitskouing en terugskouing, hipotesevorming en hipotesetoetsing. Klassifikasie en reeksvorming is die twee weë waarlangs 'n kind logies leer dink.

Piaget het in sy werke die logies-matematiese kenmerke van die denke probeer omlyn, aangesien dit die basiese stelsel is wat die denke van die adolessent in al sy uitdrukkings tipeer (Flavell, 1963, p. 211). Op die wyse het Piaget tot die insig gekom dat hierdie kernsisteem bestaan uit 'n geïntegreerde tralie-groepsisteem of -struktuur. Die struktuur is nie meer slegs deels-gevormde en deels-voltooide traliegroep- en klein 4-groepkenmerke soos in die konkreet-operasionele denke nie, maar 'n volle en voltooide traliesisteem (die 16 binêre bewerkinge) en 'n volle en voltooide klein 4-groep (die INRC-groep) - albei geïntegreerd tot een stelsel. Om hierdie stelsels te beskryf, het Piaget (1958), Furth (1969), Boyle (1969) en andere gebruik gemaak van matematiese terme en omskrywings (vgl. paragraaf 4.5.1.3.1).

4.5.1.3 Detail-omskrywing van sommige trekke van formeel-operasionele denke

4.5.1.3.1 Die adolessent se nuutverkreë vermoëns tot probleemoplossing

Vir sommige skrywers is denke so goed as ekwivalent aan die vermoë tot probleemoplossing (Nieuwenhuis, 1963, p. 64). Op die oog af skyn dit asof Inhelder en Piaget (Inhelder & Piaget, 1958) en diegene wat verdere navorsing gedoen het op die fondament deur eersgenoemde gelê (vgl. Lovell c.s., 1971; Furth, 1969; Flavell, 1963 en verskeie andere) van nagenoeg dieselfde standpunt uitgaan. Dit bring gevolglik mee dat daar besonder indringend in die literatuur ingegaan word op die adolessent se nuutverkreë vermoëns tot probleemoplossing. In hierdie paragraaf word 'n soortgelyke weg ingeslaan wanneer die kwessie van probleemoplossing behandel word onder die hoofde van hipotesevorming, deduksie, die kombinatoriese stelsel (die sogenaamde klein 4-groep en die 16 binêre bewerkinge), proposisionele denke, ontsnapping aan die konkrete en die verhouding: werklike en moontlike.

1. Hipotesevorming

Gewoonlik word formele denke omskryf as hipoteties-deduktiewe denke (Pulaski, 1971, p.66). Die denke van die adolessent en die volwassene, is ingevolge hierdie stelling, gebaseer op 'n hipotese wat lei tot logiese afleidings. Sommige hipoteses bestaan weliswaar slegs in teoretiese vorm (vgl. "Wat sal gebeur as niemand ooit sterf nie?"), maar meestal het hulle

konklusies wat in die konkrete werklikheid geverifieer word. Die adolessent se strewe is na meer "wetenskaplike oplossings" van 'n gegewe probleem (Ball & Sayre, 1974, p. 333) en om dié rede word die probleem meer abstrak benader (Bolton, 1972, p. 71) - daar word gedink in terme van moontlikhede; dit wil sê, die adolessent wil vasstel "wat is" (wat werklik bestaan) binne die konteks van "wat mag wees", en om hierdie rede word gesê dat sy denke hipoteties-deduktief van aard, of formeel, is. Die adolessent se aanpak is meer sistematies, doelgerig en bepland. Hy toon sy vermoë tot abstrakte denke deur sy vermoë om veranderlikes te (onder-) skei en te beheer. In sy begeerte of strewe om geldige afleidings te maak nadat hy "navorsing" gedoen het, gebruik die adolessent die formulering van hipoteses, die analise van verskeie aannames en hy onderskei die werklike van die moontlike (Ball & Sayre, 1974, p. 333).

Tereg maak Flavell (Flavell, 1963, p. 205) die opmerking dat al die denkvermoëns van die adolessent afgelei is van, of hulle grond het in, die vermoë om die plek van die werklike binne die konteks van die moontlike in 'n onderhawige geval te begryp of in te sien. In paragraaf 4.5.1.3.1 word hieraan breedvoeriger aandag geskenk. Aldaar sal dit duidelik word dat 'n kognitiewe strategie wat die plek van die werklike probeer vasstel binne die totaliteit van die moontlike getipeer kan word as hipoteties-deduktiewe denke. Die adolessent beweeg dapper deur die ryk van die hipotetiese. Al die moontlike hipoteses word die een na die ander ondersoek en òf aanvaar òf verwerp ten einde

vas te stel waar die onderhawige werklike situasies in die moontlike inpas. Hierbenewens beskik die adolessent oor die verdere vermoë om linguistiese (verbale) formulerings op te stel (Furth, 1969, p. 31). In die proses word gebruik gemaak van proposisie en logiese konstruksies (die 16 binêre bewerkinge). (Oor die vermoë tot verbalisering vergelyk paragraaf 4.5.1.3.2). Vervolgens word geformuleerde hipoteses getoets, bevestig of verwerp. In so 'n aaneenlopende handeling van toetsing, verwerping of aanvaarding van hipoteses is die adolessent betrokke in hipoteties-deдуктиewe redenasie - volgens McNally (McNally, 1973, p. 51) is hierdie prosedure "characteristic of scientific method". Ook ander skrywers (vergelyk Mussen, Conger & Kagan, 1969, p. 620) meen dat die adolessent die vermoë verkry het "to think scientifically and objectively" en om homself en sy leefwêreld beter te hanteer.

Nog weer anders gestel, is hipotesevorming die toepassing van proposisionele stellings (Maier, 1969, p. 148). Hier is dit genoegsaam om slegs daarop te wys dat die opkoms van begrip van relatiwiteit te danke is aan die twee vermoëns van adolessente-denke, naamlik die vermoë tot hipotesevorming en die gebruik van implikasie (die uitsondering van 'n faktor wat in 'n bepaalde, of soortgelyke, geval altyd dieselfde uitwerking sal hê. Laasgenoemde hou verband met deduktiewe denke, waaroor in die volgende paragraaf meer).

Sistematiese ordening en redenasie deur hipotesevorming is 'n poging aan die kant van die adolessent

om alle moontlike hipoteses in verband met die operatiewe faktore (van die verskynsel wat in oënskou geneem word) te formuleer en dan eksperimente te reël as 'n funksie van hierdie faktore (vergelyk paragraaf 4.5.1.3.2 oor die uitvoering van eksperimente). In plaas van 'n blote koördinasie van feite oor die werklike wêreld, wys hipoteties-deduktiewe denke op die implikasies van moontlike stellings en verskaf op dié wyse 'n unieke sintese van die moontlike en die noodsaaklike.

Piaget c.s. (Lovell, 1971, p. 83) het probleemoplossende-denke by die adolessent veral met twee groepe eksperimente getoets ten einde vas te stel of die stadium van formele denke bereik is, al dan nie. In die een groep, waarvan die pendulum-eksperiment 'n goeie voorbeeld is (Inhelder & Piaget, 1958, p. 67 e.v.) moet die proefpersoon bewyse lewer vir hipoteses deur middel van die eksperimentele manipulerings van veranderlikes, en in die tweede groep, waarvan die hidroliese pers 'n voorbeeld is (Richmond, 1970, p. 51 e.v.), moet die proefpersoon verhoudings ontdek van direkte en omgekeerde (inversiewe) proporsie, en probleme oplos wat begrip veronderstel van wederkerigheid soos gevind in fisiese stelsels. Inhelder en Piaget is tevrede dat die kombinatoriese redeneervermoë wat in albei groepe probleme gebruik word, neerkom op 'n logiese-relasie-stelsel, nl. die sogenaamde INRC-groep (Lovell, 1971, p. 83).

Opsommenderwys kan 'n mens dus aanvaar dat die hoogste vermoë van die denke van die adolessent die vermoë tot

probleemoplossing is (Thornberg, 1973, p. 20). Die meeste volwasse denke word gedoen as 'n handeling (of as 'n reaksie) op 'n probleemsituasie in die omgewing. Die adolessent is in staat tot meer doel-treffende probleemoplossing as die kind, aangesien hy vrae na vore kan bring, hipoteses kan voortbring. Laasgenoemde is tekens van abstrakte redeneervermoë. Om 'n hipotese voort te bring, vereis die voortbrenging van proposisies waaruit 'n mens logiese konklusies kan trek sonder die sogenaamde "underlying scientific fact" (Thornberg, 1973, p. 21). In 'n probleemsituasie kan die adolessent onderskei tussen die feite en die hipoteses rondom die situasie. Hy gaan stelselmatig te werk om die inligting beskikbaar te sintetiseer en te evalueer ten einde die akkuraatheid, geldigheid en relevansie daarvan tot die probleem te evalueer. Die resultaat van sy interne abstrakte denke is dat die kind 'n probleemsituasie intelligent kan benader deur probleemoplossingsgedrag te toon. Hoe opvallender hierdie soort gedrag, hoe duideliker word dit dat die adolessent die formeel-operasionele stadium binnegetree het. Teen nagenoeg 16 jaar oud (of selfs 17) het hy alle verstandelike vermoëns ontwikkel - ontwikkel tot dié stadium dat sy denke wesenlik dieselfde is as dié van die volwassene.

2. Deduktiewe denkstruktuur (logiese deduksie deur implikasie)

Die vermoë tot hipotesevorming verskaf aan die adolessent 'n instrument om sy fisiese wêreld en die sosiale verhoudinge daarbinne te hanteer, naamlik met behulp

van logiese deduksie deur implikasie. Tevore kon die kind deduksie van verhoudinge baasraak op die basis van naasmekaarstellings, nabyliggendheid, transduksie en ander onomkeerbare verhoudingspatrone, maar nou maak proposisionele stellings oor groepe die vorming van nuwe begrippe moontlik. Hierdie laasgenoemde begrippe is die produk van deduksie deur implikasie. Redenasie deur implikasie laat die jongmens toe om eenvoudige logiese aannames te maak deur 'n sogenaamde "derde" posisie in te neem sonder dat hy nodig het om gebruik te maak van verifikasie op enige ander wyse as deur blote logika. Die jongmens soek na algemene hipoteses wat 'n verklaring kan bied vir die waargenome gebeure en vir moontlike gebeure waaraan hy bes moontlik dink. Elke parsiële skakel word ingedeel in relatie tot die geheel, hierdie geheel synde 'n stel wat gestruktureer is uit verskeie sub-stelle. Redenasie tree voortdurend op as 'n funksie van 'n gestruktureerde geheel, met alle deduksies (afleidings) geanker in die moontlike en nie bloot net in waargenome empiriese feite nie. Trouens, die werklikheid raak dan sekondêr en die moontlikheid word primêr (vergelyk paragraaf 4.5.1.3.1). Omkeerbaarheid laat die denke toe om te vertak in die gebied van die moontlike sonder om die oog of sin vir die werklike te verloor (Maier, 1969, p. 147).

Deduksie bring voorts ook die moontlikheid na vore om teenstrydighede en skynbaar onverwante gehele in logiese verhouding te bring (Inhelder & Piaget, 1958, p. 20 en verder: die wet van drywende liggame-experiment) (vergelyk ook paragraaf 4.5.1.3.2). Deduksie

is 'n "nuwe" manier van veralgemening en differensiering wat besonderlik toepaslik is vir die uiteindelike integrasie van gehele wat dusver ongeïntegreer en verskillend was. So raak die denke van die jongmens "homogeen" (Maier, 1969, p. 147).

3. Kombinatoriese stelsel

* Algemene opmerkings

Die jongmens wat in staat is tot die oplossing van probleme soos in die vorige paragrafe beskryf, het meteen ook die vermoë ontwikkel om probleme van alle kante aan te pak en te beskou; dit wil sê, uit die hoek van alle moontlike kombinasies (Brearly & Hitchfield, 1968, p. 168). Alle veranderlikes in 'n probleem word geïsoleer in alle moontlike kombinasies. Hierdie kombinatoriese analise verseker dat die veranderlikes van 'n probleem almal ondersoek sal word, en dat hulle invloed, elkeen afsonderlik of in kombinasie, oorweeg word as die moontlike relasionele uitwerkings in oënskoue geneem word (McNally, 1973, p. 51).

Die kombinatoriese stelsel word daardeur gekenmerk dat dit 'n self-regulerende en selfonderhoudende totaliteit is (Richmond, 1970, p. 57). 'n Mens sou kon sê dat formele denkhandelingsgedrag die produk is van die kombinatoriese stelsel. In hierdie stelsel het die jongmens 'n kragtige meganisme vir die oplossing van probleme, aangesien dit die formulering van hipoteses, eksperimentering en 'n deduktiewe benadering in sy ondersoek van sy omgewing vir die adolessent moontlik maak. Hy kan 'n onderhawige (werklike)

situasie behandel as een van die moontlikhede wat die kombinatoriese stelsel na vore bring. Hy kan van die besondere na die algemene (induktief) en omgekeerd (deduktief) redeneer.

- * Klasse- en relasielogika (denkhandelinge van die tweede orde)

Voortvloeiend uit die voorafgaande algemene opmerkings oor die kombinatoriese aard van die adolessente-denke volg nou dat die jongmens eerder dink óór gedagtes en denke as oor dinge wat empiries ervaar word, wat werklik voorkom of bestaan. Langs hierdie weg kan hy afleidings uit hipoteses maak volgens die skema van "as..., dan ..." (Pulaski, 1971, p. 67). Formele, logiese denke kom gevolglik neer op 'n volslae rekonstruksie wat skynbaar die konkrete groeperings transformeer tot 'n nuwer vlak van denke (Wolman & Barker, 1970, p. 210). Die hele kwessie van tweede-orde denke word miskien ten beste soos volg geskets:

Op die vlak van denkhandelinge van die eerste orde is die jong kind in staat om sy eie denkhandelinge te monitor of te beluister, om te onderskei tussen die werklikheid wat hy op velerlei wyse (kan) ervaar en die denkorde wat hy daarop ontwikkel. Deur middel van klassifikasie en reeksvorming organiseer hy gebeure, hetsy of hulle werklik of potensieel is. In formele denke is die adolessent egter ook bykomend daartoe in staat om relasies tussen relasies te struktureer. Propositionele logika (vergelyk paragraaf 4.5.1.3.1) is afhanklik van denkhandelinge van die tweede orde,

aangesien interproposisionele denkhandelinge uitgevoer word op bewerings en/of stellings waarvan die intra-proposisionele inhoud bestaan uit klas- en relasiehandelinge. Met ander woorde, die adolessent moet bewus wees van die hipotese waaroor dit gaan in 'n bepaalde geval, en ook van die implikasies wat daaruit volg (deduksie), terwyl hy tegelykertyd ook bewus moet wees van die relasies van die tweede orde tussen die verskillende hipoteses. Die skema van proporsie, of die herkenning van ekwivalensie van twee verhoudings (relasies), is 'n goeie voorbeeld van 'n denkhandeling van die tweede orde (Lovell, 1971, p. 83).

Eers as, en wanneer, 'n mens bewus is van die feit dat formele denke van die tweede orde is, is dit ooglopend waarom sekere begrippe nie beskikbaar is vóór die aanbreek van adolessensie nie - of hoogstens slegs in-tuítief beskikbaar is. Dit blyk duidelik uit die sogenaamde pendulum-eksperiment (Inhelder & Piaget, 1958, p. 67 e.v.) waarin die adolessent die probleem aan 'n kombinatoriese analise onderwerp (Bolton, 1972, p. 71).

* Die INRC-groep (ook bekend as die klein 4-groep)¹⁾

Formeel-operasionele denke word gekenmerk deur die feit dat dit die gebruik van 'n groep en 'n tralie in die denkstruktuur toelaat. Die groep en die tralie

1) Vir 'n meer tegniese-wiskundige presisering van die terme "groep" en "tralie" (lq. word in paragraaf 4.5.1.3.1 van hierdie verhandeling bespreek) kan die volgende werk geraadpleeg word: Van Zyl, 1974, p. 33.

is voorbeelde van denke van die tweede orde (Boyle, 1969, p. 73). Op die vlak van die formele denke vind 'n mens dus ryker strukture as in enige van die vorige stadia, strukture wat 'n sintese is van die strukture van die vorige stadia (Piaget, 1971, p. 7).

Die twee vorms van omkeerbaarheid wat in paragraaf 4.5.1.3.5 bespreek word, naamlik omkering (inversie) en wederkerigheid (resiprokaliteit), word gekombineer in 'n enkele stelsel wat as 'n geheel funksioneer. Hierdie stelsel is 'n groep transformasies bekend as die INRC-groep.¹⁾ Dié groep van vier en die kombinatoriese stelsel versterk mekaar en ontwikkeling in die een is bevorderlik vir die ander. Die gevolg daarvan is 'n geïntegreerde stelsel waarin die kombinatoriese stelsel en die vier-transformasie-groep as een funksioneer. Hierdie georganiseerde geheel is die strukturele basis waaruit alle volwasse formele denkhandeling afgelei is (Richmond, 1970, p. 59).

Piaget het aan die Bourbaakse skool van wiskundiges die begrip van 'n gesofistikeerde vier-groep ontleen ten einde die buigzaamheid van adolessente-denke uit te druk (Pulaski, 1971, p. 67). Die aard van die vier-groep bekend as die INRC-groep word veral met Piaget se eksperiment met die massabalans die beste verduidelik (Inhelder & Piaget, 1958, p. 164 e.v.). Vooraf egter net eers die volgende: die INRC-groep

1) I=Identiteit, N=Negasie, R=omkering en C=korrelasie. Kyk verderaan in hierdie paragraaf vir 'n vollediger bespreking.

druk 'n proposisionele skema uit, maar in die eksperiment met die massabalans word op 'n eenvoudige wyse gebruik gemaak van die reeds-genoemde wiskundige uitdrukkings (van 'n vier-groep) wat alle moontlike verhoudings van massas en afstande vanaf mekaar insluit (Pulaski, 1971, p. 69).

Die massabalans-eksperiment gee blyke van die operasionele skema van ewewig tussen aksie en reaksie, en dit is so ingerig dat die kwessie van proporsie (massa en afstand vanaf die fulcrum) ook na vore kom (Inhelder & Piaget, 1958, p. 164). Adollesente in die formeel-operasionele stadium ontdek die reël dat

$$\frac{M}{A} = \frac{M^1}{A^1}$$

waar: M en M^1 = twee ongelyke massas, en
 A en A^1 = die ooreenkomstige afstande waarop M en M^1 op die horisontale arm vanaf die fulcrum geplaas word.

Die adollesent kom ook op die gedagte van kompensasie en werkverrigting. Insig in die werking van die INRC-groep word soos volg vertoon in die massabalans-eksperiment:

1. deur 'n te groot massa weg te neem, word negasie getoon (N);
2. deur 'n gelyke massa op dieselfde afstand vanaf die fulcrum te plaas, vind omkering (reversibility) plaas (R);
3. as 'n groter massa nader aan die fulcrum geplaas

word as wat 'n kleiner massa op die ander punt van die arm geplaas is, vind korrelasie (correlation) plaas (C), en

4. as alle massas verwyder word om die arm op dié wyse te laat balanseer, word identiteit getoon (I) (Pulaski, 1967, p. 67).

Die INRC-transformasies is meer algemene transformasies as die 16 binêre bewerkinge. Die funksie van die INRC-groep is om besondere "operators" tot andere te transformeer (Bolton, 1972, p. 73). In die taal van die proposisionele logika sien die INRC-groep soos volg daaruit:

1. $p.q = p$ en q is tegelyk waar. Dit is onversoenbaar met die feit dat $\text{of } p \text{ of } q$ onwaar is, maar dit is versoenbaar met die feit dat beide p en q onwaar is.

2. Dus: $p.q = \bar{p}.\bar{q}$ $\bar{p}.\bar{q}$ is egter onversoenbaar met p gekorreleer met q ($p \vee q$), dus is die enigste omstandigheid waarmee $p.q$ versoenbaar is, die omstandigheid waarmee $p \vee q$ onversoenbaar is. $p \vee q$ is die korrelaat van $p.q$, en sodoende is $p.q$ natuurlik die korrelaat van $p \vee q$.

3. In die INRC-groep sien die proposisies soos volg daaruit:

R (wederkerigheid): $p \vee q$ se wederkerige is $\bar{p} \vee \bar{q}$,
en omgekeerd.

C (korrelasie) : $p \vee q = p.q$

N (negasie) : $p \vee q = \bar{p}.\bar{q}$ (Boyle, 1969, p. 74)

I (identiteit) : $p \vee q$ bly $p \vee q$ (Bolton, 1972,
p. 73).

4. So word die volgende afgelei:

$$\begin{aligned}
 RC &= N \\
 CR &= N \\
 NC &= R \\
 NR &= C \\
 RNC &= I \\
 NCR &= I \\
 CRN &= I \\
 CNR &= I \quad (\text{Boyle, 1969, p. 75}).
 \end{aligned}$$

Hierdie vier transformasies vorm saam 'n groep wat voldoen aan die vier kriteria vir groepe, naamlik: kombineerbaarheid, inversie, identiteit en assosiativiteit. Enige transformasie kan gekombineer word met enige ander transformasie, afgesien van watter volgorde van transformasies uitgevoer word. Die finale resultaat is altyd gelyk aan een van die transformasies (Bolton, 1972, p. 73). Die volgende voorbeeld ter verduideliking:

$$\begin{aligned}
 \text{NRC} &= I, \text{ want} \\
 N(p \vee q) \text{ (} \text{of } p \text{ of } q \text{)} &= \bar{p} \cdot \bar{q} \text{ (} \bar{p} \text{ en die negasie van } q \text{)} \\
 &\quad \text{en die negasie van } p \text{)} \\
 \text{en } R(\bar{p} \cdot \bar{q}) &= p \cdot q \text{ (} p \text{ en } q \text{)} \\
 \text{en } C(p \cdot q) &= p \vee q \text{ (} \text{of } p \text{ of } q \text{)} \\
 \text{Dus } \text{NRC} &= I \text{ (Sime, 1973, p. 88)}.
 \end{aligned}$$

Die struktuur wat saamgestel is deur hierdie transformasies vorm dus 'n gebalanseerde geheel of stelsel. Vir Piaget is hierdie struktuur psigologies belangrik, want dit stel die adolessent in staat om sy denkhandelinge te koördineer. Omdat hy dit kan doen, is sy

denke tegelyk buigsaam en stabiel (Bolton, 1972, p. 74). Soos enige abstrakte struktuur, het die INRC-groep 'n aantal konkrete "verwerklikings"; dit wil sê, verskeie soorte sisteme wat die eienskappe daarvan in die werklike, konkrete laat blyk of na vore laat kom (Flavell, 1963, p. 215). So 'n konkreti=sering is die sogenaamde fisiese INRC-groep waarvan die massa-balans 'n eksponent is. Uit die fisiese INRC-groep blyk reeds die "wet" of die "reël" wat in dieselfde mate, en op dieselfde wyse vir die logiese INRC-groep geld: "No matter what sequence of transformations one performs, the final result is always equivalent to the action of some single one of them" (Flavell, 1963, p. 216).

In die sogenaamde logiese INRC-groep gaan dit egter veral oor logiese transformasies; dit wil sê, transformasies van proposisies per se. Die fisiese groep vorm 'n groep wat wiskundig isomorfies is met die logiese groep. Geen wonder dus dat die INRC-groep oor die algemeen voorgestel word as 'n model van adolessente kognisie nie - op dieselfde manier as wat die 16 tralies ook 'n model is. Dit blyk bo redelike twyfel uit die eksperimente wat Piaget c.s. uitgevoer het: kinders van verskillende ouderdomme word gekonfronteer met 'n probleem wat pp^* en qq^* veronderstel (fisiese bewegings of aksies en hulle omgekeerde*). Adolessente kan die verskillende direkte en teenoorgestelde operasies (handelinge) onderskei en hulle uitwerking onderling direk bepaal (vergelyk die hidroliese pers-eksperiment waarin omkering en wederkerigheid in 'n enkele skema gebruik word).

Die adolessent is hiertoe in staat omdat hy alvier die INRC-handelinge kan onderskei en hanteer, en die funksie van elk teenoor die ander drie kan onderskei, besef dat hulle alvier saamwerk in 'n stelsel waarin elke "operation ... a specified relation to each of the others" besit (Flavell, 1963, p. 219).

In wese is die fisiese en die logiese INRC-groep dieselfde soort van transformasie. Die enigste onderskeid wat eintlik gemaak moet word, is dat die logiese INRC-groep 'n onderdeel is van die groter geheel, nl. van beheer van proposisionele denke. In sy gebruik van die 16 binêre bewerkings (paragraaf 4.5.1.3.1) besef die adolessent dat daar ook die moontlikhede van die INRC-groep daarbinne bestaan. Daar is dus 'n intieme kousale verband tussen die ontwikkeling van proposisionele denke aan die een kant en die meer besondere verkryging van die omkering-wederkerigheid strategie in probleemoplossing aan die ander kant. Die brug hiertussen is die logiese INRC-groep (Flavell, 1963, p. 220).

Ten slotte moet die vraag: "Waartoe stel beskikking oor die INRC-groep die jongmens in staat?" kortliks beantwoord word. Richmond (Richmond, 1970, p. 59) vat dit goed saam: die gestruktureerde geheel stel die adolessent in staat om verhoudinge te verstaan soos dié wat in wiskundige en metriese proporsie gebruik word; ook om moontlikheid (probability), korrelasie, konservering van die tweede orde (byvoorbeeld van volume en beweging) te begryp en om formules te manipuleer. Boonop stel dit hom in staat om

denkhandelinge óór denke en denkhandelinge ("operations on operations" - denkhandelinge van die tweede orde) uit te voer (Furth, 1969, p. 248).

* Die 16 binêre bewerkinge (ook bekend as die 16 tralies

Een van die manifestasies van die adolessent se "nuwe" oriëntering ten opsigte van die werklike en die moontlike is sy houding om alle moontlikhede na te gaan deur alle probleem-veranderlikes (of veranderlikes in die probleemsituasie) te onderwerp aan 'n kombinatoriese analise (Flavell, 1963, p. 212). Hierdie analise verskaf aan die adolessent 'n kognitiewe beeld van die bestaande moontlikhede. Die volgende stap is om te eksperimenteer en waar te neem ten einde vas te stel watter van hierdie moontlikhede as werklikheid voorkom, of kán voorkom, om dan uit hierdie waarnemings logiese afleidings te maak in verband met die kousale struktuur van die stelsel. Hierdie netwerk van hipotetiese moontlikhede wat die adolessent se kombinatoriese denke opgelewer het, vorm dan 'n traliesisteem, in Engels bekend as 'n "lattice". Daaruit word dan afgelei dat formele denke die struktuur van tralies het, 'n sogenaamde "lattice structure" (Pulaski, 1971, p. 71). Die sestiën tralies verskaf aan die jongmens die tevredenheid dat hy alle logiese moontlikhede in ag neem. Die benutting van die traliestruktuur is die beste aanduiding dat 'n kind in staat is om formeel te dink. In kort gestel: die kombinatoriese stelsel of metode (kyk paragraaf 4.5.1.3.1) korrespondeer met 'n traliestruktuur

(Furth, 1969, p. 32).

Die tralie is 'n wiskundige model wat saamgestel is uit die 16 moontlike kombinasies van vier binêre proposisies (die INRC-groep), wat wissel van: nie een van die vier nie (die nul-klas) tot alvier saam (Boyle, 1969, p. 80). Die tralies is veral deur Inhelder en Piaget (Inhelder & Piaget, 1958, p. 93 e.v.) gebruik as 'n model van die adolessent se hipoteties-deduktiewe denke.

In Inhelder en Piaget se sogenaamde onsigbare-magnete-eksperiment (Inhelder & Piaget, 1958, p. 101 e.v.) word van die adolessent verwag om te werk met 'n kombinatoriese stelsel. Vir diegene wat met die eksperiment bekend is, is dit duidelik dat van die proefpersoon verwag word om massa as 'n faktor uit te skakel. Dit word met behulp van die 16 binêre bewerkinge gedoen deur die jongmens wat in staat is tot formele denke; dit wil sê, wat in staat is tot gebruik van die 16 binêre kombinasies van die formele logika. Die 16 binêre bewerkinge is:

1. disjunksie: òf ..., òf;
2. disjunksie se omkering, naamlik konjunktiewe negasie;
3. konjunksie: beide ... en;
4. inversie, onversoenbaarheid, waarmee 'n onmoontlikheid getoets word;
5. implikasie: as ..., dan ... (altyd);
6. nie-implikasie: as ..., dan nie (altyd);
7. konversiewe implikasie: as ... so is, dan kan ... verwag word;

8. ekwivalensie of gelykheid: A het ekwivalente uitwerking B;
9. 7 se omkering, wat in 1 en 4 hierbo en 10 hieronder werkzaam is;
10. 8 se omkering, naamlik wederkerige uitsluiting: as A aanwesig is, is B afwesig;
11. onafhanklikheid van veranderlike A;
12. 10 se omkering: 'n negatiewe gebeure (afwesigheid) val elke keer saam met 'n bepaalde verskynsel;
13. en
14. onafhanklikheid van veranderlike B (wat in 15 gebruik word);
15. totale bevestiging (toutologie): alles wys op 'n bepaalde slotsom; en
16. 15 se omkering: totale negasie of kontradiksie: alles dui daarop dat 'n bepaalde faktor buite rekening gelaat kan word (Inhelder & Piaget, 1958, p. 103, 104).

Die denke van die jongmens wat formeel dink, vorder egter verder as die blote gebruik van die binêre bewerkinge. Deur kombinasies van die 16 binêre bewerkinge is dit moontlik om $16 \times 16 = 256$ tersiêre denkhandelinge te verkry. Op dieselfde wyse sou 'n mens 65 536 kwaternêre bewerkinge kon verkry. Dit gebeur soms dat die adolessent of volwassene nodig het om hierdie hoër-orde denkhandelinge te gebruik (Boyle, 1969, p. 83). Om hulle egter in besonderhede te behandel, is oorbodig, aangesien die beginsel waarvolgens hulle gebruik word voldoende blyk uit die genoemde 16 binêre bewerkinge.

Opsommenderwys word die volgende oorsig met betrekking tot die sogenaamde traliesisteen gegee: die mees fundamentele eienskap van adolessente-denke is die feit dat dit hipoteties-deduktief is. Hieruit spruit voort die vermoë wat die jongmens ontwikkel het om op 'n "nuwe" wyse te dink, deur naamlik van proposisionele logika gebruik te maak. Proposisionele logika kan hier opgesom word as: die gebruik van verbale stellinge in die plek van werklike voorwerpe. Elders (paragraaf 4.5.1.3.2) word uitvoeriger hieroor gehandel. Die adolessent besit met ander woorde die vermoë om met proposisies te werk - trouens, om met 'n hele reeks operasionele moontlikhede te werk wat van veel groter omvang is as eenvoudige groeperings soos klasse en relasies. Die adolessent is gevolglik in staat om sekere situasies die hoof te bied met die 16 binêre bewerkinge of proposisies, want formele denke begin met moontlikhede eerder as om te begin by organisasie van waargenome data (die werklike). Volgens Piaget (Lovell, 1971, p. 83) word hierdie vermoë gesteun deur 'n mate van innerlike verbalisering (kyk paragraaf 4.5.1.2.7), maar is nie afhanklik daarvan nie. Die vermoë tot proposisionele logika is veral te danke aan die adolessent se kombinatoriese denke of vermoë wat hom in staat stel om die werklikheid te analiseer in 'n stel hipoteses. Die kombinatoriese vermoë is op sy beurt weer gefundeer op die meer basiese kenmerk van formele denke, naamlik die ondergeskiktheid van die werklike aan die moontlike.

* Proposisionele denke

Formele denke is bowenal proposisionele denke, sê McNally (McNally, 1973, p. 51). Die adolessent werk in sy denke nie meer met die "rou" gegewens soos hulle waargeneem is nie, maar hy werk met "assertions or statements - propositions" wat hierdie rou gegewens "bevat" (Flavell, 1963, p. 205). Soos wat die kind in die konkreet-operasionele stadium reeds doen, word die gegewens verwerk (klasse, verhoudinge, ooreenkomste), maar die adolessent gaan verder in sy denke: hy neem die gevolge van hierdie denkhandelinge en giet hulle in die vorm van proposisies en werk dan verder met laasgenoemde (Bolton, 1972, p. 71). Hy maak byvoorbeeld logiese verbindings tussen proposisies, wat niks anders is as die 16 binêre bewerkinge nie. Formele denkhandelinge is dus denkhandelinge wat berus op die resultate van vorige (konkrete) denkhandelinge (Flavell, 1963, p. 205). Om hierdie rede word formele denkhandelinge denkhandelinge van die tweede orde genoem. Verder is formele denke inter-proposisioneel (terwyl konkrete denkhandelinge intraproposisioneel van aard is), "since they involve the logical relations among the propositions ... formed" (Flavell, 1963, p. 206).

Die vermoë tot proposisionele denke is nou betrokke by die adolessent se "nuwe" beskouing oor die verhouding tussen die werklike en die moontlike. Oor hierdie saak word in paragraaf 4.5.1.3.1 gehandel. Proposisies is belangrik, aangesien dit 'n vorm van reenasie is waarin verhoudinge gehipotetiseer word as

kousale verhoudinge, en geanaliseer word ten einde vas te stel watter uitwerking elkeen besit. Assimilasie en akkommodasie ontvang in die formele denkstadium nie soveel aandag as tevore nie: hulle het albei as't ware "finale" ewewig bereik deurdat hulle geïntegreer is in onbewuste en spontane "processes of human functioning." (Maier, 1969, p. 147). Die adolescent manipuleer in hierdie "prosesse", soos Maier verkies om hulle te noem, aannames, stellings en proposisies oor gegewens. Die formele denker kan die vorm van 'n argument volg, afgesien van die konkrete inhoud daarvan, en hy kan die verhoudinge wat binne die konkrete gegewens bestaan, manipuleer (McNally, 1973, p. 51).

* Ontsnapping aan die konkreet-empiriese

Aanvanklik is die kind (in die konkreet-operasionele stadium) in sy denke gebonde aan die empiriese werklikheid (Inhelder & Piaget, 1958, p. 251), maar dan word dit tydens adolessensie abstrak-formeel. Die woord "abstrak" tipeer die denke van die adolescent trefwend: dit is afgelei van "abstraheer" (Nieuwenhuis, 1963, p. 192), wat in wese beteken: "loskom of af-sien van" (in hierdie geval van die konkrete). Begripsmatige denke ('n vermoë waaroor die kind al in die konkreet-operasionele stadium beskik) is al in sekere sin abstrak, maar in die denke van die adolescent word die abstraktheid tot besondere hoogtes gevoer. Die beeld van die werklike word steeds "magerder aan inhoud" (Nieuwenhuis, 1963, p. 192), maar daarteenoor staan die voordeel dat die adolescent in

sy denke 'n baie groter deel van die werklikheid kan beheers.

Hoe hoër die denklewe ontwikkel, hoe meer wikkel die denke hom los van die konkreet-aanskoulike voorstelwêreld en maak gebruik van abstrakte begrippe en relasies, waardeur steeds groter komplekse van die werklikheid omvat word. Die adolessent beskou die feite wat hy waarneem en ervaar as 'n sub-stel (van 'n stel moontlike denkhandelinge) wat in die werklikheid voorgekom het (Lovell, 1971, p. 82). Meer nog, die feite word nie beskou as een van die moontlikhede wat in die werklikheid voorgekom het nie alvorens die adolessent nie eksperimentele verifikasie daarvoor ontvang het nie. In laasgenoemde handeling maak hy gebruik van prosedures wat betrekking het op die geheel van die hipotetiese relasies vir die gegewe probleem (die 16 binêre bewerkinge). Dit is volgens Inhelder en Piaget (Inhelder & Piaget, 1958, p. 251) die kern van formele denke, naamlik die omkering van die verhouding: werklike en moontlike. Die denke werk verder, vanaf die moontlike na dit wat empiries werklik is, en derhalwe is formele denke in wese hipoteties-deduktief.

Anders gestel: die moontlike is nie meer slegs 'n verlengstuk van die werklike nie. Voortaan word die werklikheid een van die moontlikhede wat ondersoek moet word en verklaar moet word alvorens dit aanvaarbaar is as geverifieerde of waar-bewese feite. As dit gesê word dat formele denke hipoteties-deduktief is (Lovell, 1971, p. 82), verwys die deduksie in

hierdie geval meestal na hipotetiese (teoretiese) stellings of proposisies waarin die hipoteses gestel word, waarin feite gepostuleer word (of: is), afgesien daarvan of hulle werklik voorkom of nie. So word veronderstellings gekoppel en sekere gevolgtrekkings daaruit gemaak, al is die veronderstellings nog voorwaardelik, uit 'n eksperimentele standpunt beskou.

'n Teorie word later in die formeel-operasionele stadium nie meer opgestel uit konkrete ervarings en gegewens nie; daar word begin met 'n teoretiese sintese wat sekere relasies veronderstel (Richmond, 1970, p. 58). Konklusies word getrek uit premisses wat op die beste slegs hipotetiese veronderstellings is en later eers empiries geverifieer word.

In die formele denke word nie met konkrete voorwerpe as sodanig gewerk nie - wel met verbale elemente. Dit dui daarop dat die denke die vorm van proposisionele denke neem (Inhelder & Piaget, 1958, p. 253). Dit verskaf aan die denkende jongmens 'n groter aantal operasionele moontlikhede as slegs blote klasse en groepe.

Die vraag is nou: waartoe stel die vermoë tot ontsnapping van die konkreet-empiriese die jongmens in staat? Die vraag kan kortliks sō beantwoord word: kinders in die formeel-operasionele stadium is geneig en selfs bereid om eie probleme te formuleer, te stel en uit te werk, om eie oplossingsmetodes te vind (Inhelder & Piaget, 1958, p. 253). Hierbenewens word in die denke gebruik gemaak van komplekse grepe

soos disjunksie, implikasie, uitsluiting en dies meer ('n kombinatoriese denkstelsel). Die jongmens se nuut-ontwikkelde manier van dink impliseer vir hom 'n nuwe oriëntering op die lewe: hy is in staat om sowel in die toekoms as die verlede te lewe. Die werklikheid word nie sonder meer aanvaar nie, want daar is 'n hele aantal ander moontlikhede om uit te kies (Bolton, 1972, p. 74).

Die jongmens het 'n persoon geword wat wyer dink en verder kan dink as die teen(s)woordige en hy vorm teorieë oor alles. Veral het hy behae in die oorwe-
ging van dinge "which is not", volgens Maier (Maier, 1969, p. 146), dinge wat slegs teoreties bestaan. Hy besit die vermoë om te dink en te redeneer oor dinge buite sy werklike en konkrete wêreld en sy eie gedag-
tes of idees (Saarni, 1973, p. 342). Kortweg kom dit daarop neer dat hy die wêreld van idees of essen-
sies binnegaan, die wêreld van dinge wat nie deel vorm van sy werklike leef- en bestaanswêreld nie. Kog-
nisie begin op hierdie stadium al meer staat maak op
simbolisme (verbalisering) en die gebruik van pro-
posisies óór die werklikheid, in plaas van slegs te
werk met die werklikheid (Maier, 1969, p. 147). Die
adolessent is dus nie alleen in staat om logiese
denke toe te pas op konkrete situasies nie, maar ook
op die logiese denkhandelinge self (denke van die
tweede orde) (Furth, 1969, p. 248).

In die volgende paragraaf word 'n saak onder die loep geneem wat nou verwant is aan die kwessie van ont-
snapping aan die konkreet-empiriese, naamlik die

verhouding tussen die werklike en die moontlike in die denke van die adolessent.

4. Die verhouding: werklike en moontlike

Om hierdie saak in 'n afsonderlike paragraaf te behandel, in plaas van in die vorige paragraaf, is die gevolg van 'n kunsmatige (onder-)skeiding ter wille van duidelikheid in die beskrywing van die denke van die adolessent. Waarskynlik die belangrikste en mees basiese kenmerk van die formeel-operasionele denke is vir Piaget (Flavell, 1963, p. 204) geleë in die veranderde verhouding tussen die werklike en die moontlike. Trouens, 'n mens sou kon sê dat alle ander kenmerke van die formele denkstadium in 'n sekere sin hieruit afgelei is: die jongmens begin sy oplossing van 'n gegewe probleem met die oorweging van alle moontlike relasies wat betrekking kan hê op die gegewe data, en probeer dan deur middel van 'n kombinasie van eksperimentering en logiese analise om vas te stel watter een van al die moontlike relasies in werklikheid van toepassing is. Die werklike situasie word met ander woorde gesien as 'n sub-stelsel binne die totaliteit van dié dinge wat deur die data toege- laat sal word as hipoteses (veronderstellings): dit is die "is"-deel van die "wat-mag-of-kan-wees"-totaliteit. Watter deel dit van die totaliteit is, moet die adolessent in sy denke vasstel. Hierdie ontwikkeling in die denke is nog 'n stap in die rigting van die adolessent se ontsnapping van die konkrete; dit wil sê, die verhouding tussen die werklike en die moontlike word omgekeer. Dit geskied soos volg:

voortaan is die werklike slegs 'n onderdeel van dit wat moontlik is (McNally, 1958, p. 50). Die adolescent is nie meer uitsluitlik gemoeid met gegewens en feite nie; hy gaan voort om al die relasies geïmpliceer in (en deur) die gegewens te oorweeg, en hy poog om deur logiese analise en navraaq 'n oordeel te vel aangaande die waarheid of valsheid van elke moontlikheid wat na vore kom. Dit kom dus daarop neer dat "which is real is but one aspect in the total set of possibilities and remains a possibility until analysis and enquiry confirm its reality, acceptability or truth." (McNally, 1973, p. 50).

Die vraag is nou: hoe gaan die adolescent te werk om alle relevante moontlikhede te toets vir "realiteitsstatus"? Hy doen dit deur stelselmatige isolering van alle relevante veranderlikes plus alle moontlike kombinasies van hierdie veranderlikes. Die veranderlikes word onderwerp aan 'n kombinatoriese analise wat sal verseker dat die moontlikhede deeglik geïnventariseer word (Flavell, 1963, p. 208). Die adolescent beskik oor die vermoë om een faktor konstant te hou ten einde vas te stel wat die oorsaaklike verband van die een faktor met die ander is. Hy is daartoe in staat om die verskillende transformasies vir hom in te beeld ten einde elkeen empiries te toets, en hy is ook in staat om die regte interpretasies aan hierdie toetse te heg (Flavell, 1963, p. 209).

4.5.1.3.2 Verwante trekke van die formeel-operasionele denke

Soos tevore reeds aangevoer, is enige sistematiseering van die kenmerke van die adolessent se denke gedoem tot 'n mate van oorfleueling en kunstmatigheid. Die rede hiervoor is geleë in die verstrengete en deurweefde aard van die kenmerke. Desnietemin is daar in paragraaf 4.5.1.3.1 'n poging aangewend om sekere sake rondom die adolessent se vermoë tot probleemoplossing te sistematiseer en te bespreek. In die huidige paragraaf sal nou aandag bestee word aan sekere ander trekke van die adolessent se denke wat in sekere sin verwant is aan probleemoplossende denke, maar tog nie streng toehoort onder die opskrif: Probleemoplossing, nie. Die sake wat nou onder oë kom, is elkeen op sigself onontbeerlik vir die vermoë tot formeel-wetenskaplike denke, dog hulle lê enigszins verder weg na die periferie.

1. Die hantering van omkering en wederkerigheid tegelyk

Die adolessent kan die twee vorms van omkeerbaarheid (reversibility), naamlik omkering (inversie) en wederkerigheid (resiprositeit) in een enkele operasionele skema gebruik (Furth, 1969, p. 32). Hierdie nuwe verwikkeling word geïllustreer in Piaget se eksperiment met die hidroliese pers (Inhelder & Piaget, 1958, p. 148 e.v.). Die kinders (proefpersone) word ondervra oor die magte wat werkzaam is in die stelsel, en ook oor hulle verhouding tot mekaar. Sonder om die opset van die eksperiment hier te herhaal, kan die volgende aangaande die werksame magte opgemerk word:

1. aksiemagte en reaksiemagte word onderskei in die eksperiment;
2. sommige van die aksiemagte en reaksiemagte is die omgekeerde van mekaar (in die geval van klasse); en
3. sommige van die reaksiemagte is die wederkerige van sekere aksiemagte (in die geval van relasies) (Richmond, 1970, p. 50).

Om die werking van die hidroliese pers-stelsel te begryp, is dit nodig om die uitwerking van die verwydering en byvoeging van massas te begryp ('n denkhandeling wat omkeerbaarheid in die vorm van omkering veronderstel, aangesien massas ingedeel word in klasse), en is dit ook nodig om die uitwerking van die reaksiemagte wat veroorsaak is deur die verplasing van die vloeistof te begryp ('n denkhandeling wat omkeerbaarheid in die vorm van wederkerigheid veronderstel, aangesien verplasing van 'n vloeistof 'n relasie veronderstel). Om die werking van die hidroliese pers te begryp, vereis denke wat inversiewe (omkering) en resiprokale (wederkerigheid) omkeerbaarheid op dieselfde tydstip - tegelykertyd - vertoon (Richmond, 1970, p. 53).

Die leser sal begryp dat die doel van hierdie bespreking gemis sal word as daar in fyn besonderhede gehandel moet word oor die aard en die opset van sommige van Piaget se eksperimente, soos die onderhawige een wat in besonderhede elders (Inhelder & Piaget, 1958, p. 148 e.v.) behandel word. Vir die leser wat met die eksperimente vertroud is, sal die kwessie van

omkering en wederkeirgheid direk duidelik wees. Dit is veel belangriker om aandag te skenk aan die konsekwensies van hierdie vermoë om omkering en wederkerigheid terselfdertyd te gebruik.

Die vernaamste gevolg van hierdie vermoë is stellig die hantering van die sogenaamde "groter strukture" (Maier, 1969, p. 147), wat die twee gemelde vorms van omkeerbaarheid saamsmelt tot 'n groot geheel. Dit word duidelik as 'n mens ook in gedagte hou dat omkering kenmerkend is van groepe (soos die INRC-groep) en wederkerigheid kenmerkend is van tralies (die binêre bewerkinge). Die vermoë tot die gesamentlike gebruik van omkering en wederkerigheid is belangrik by die sogenaamde operasionele skemas wat onder meer bestaan uit kombinatoriese handelinge, balans, aksie en reaksie, konservering, proporsie en verhouding, en korrelasie (Inhelder & Piaget, 1958, p. 106). Dit het nog verdere implikasies, naamlik dat dit die adolessent in staat stel om relasies te bereken, om 'n hele denkstelsel in verband te bring met 'n ander, of met verskeie ander onderling. Hierdie vermoë bring mee die hantering van ruimte, tyd, die werklikheid, kousaliteit, getal, orde, maat, vorm, beweging, snelheid, mag en energie. Die implikasies van laasgenoemde vermoëns is veelseggend: dit stel die adolessent in staat om geometriese en wiskundige probleme te hanteer. Verder beïnvloed dit ook die hantering van probleme in verband met sosiale verhoudinge, aangesien die adolessent in staat is om begrippe te hanteer soos relatiwiteit, ewewig, die gelykheid van begrippe, handelinge en reaksies op handelinge. Die

adolessent het begrip vir relatiwiteit in daaglikse situasies (Maier, 1969, p. 147).

2. Verbeterde insig in verhouding en proporsie

Begrip van verhouding (ratio) en proporsie kom laat eers na vore: iewers tussen die dertiende en vyftien=de lewensjaar (Lunzer, 1970, p. 589). Dit word so bevestig deur Inhelder en Piaget in hulle sogenaamde skaduwee-eksperiment (Inhelder & Piaget, 1958, p. 199 e.v.). Ook die massabalans (Inhelder & Piaget, 1958, p. 164 e.v.) lewer betroubare aanduidings of 'n kind wel oor hierdie vermoëns beskik. In laasgenoemde eksperiment is daar 'n inversiewe proporsionele realisasie of verhouding tussen die gesuspendeerde massa vanaf 'n sekere punt op die arm van die massabalans en die afstand daarvan vanaf die fulcrum (Lunzer, 1970, p. 589). Insig in proporsie en proporsionaliteit (insig in verhoudinge in die algemeen) is belangrik, aangesien dit ooreenkom met die struktuur van 'n groep soos die INRC-groep (Furth, 1969, p. 32).

3. Die (logiese) vermoë om kontradiksie in die denke te vermy

In 'n ander klassieke eksperiment (Inhelder & Piaget, 1958, p. 20 e.v.) het Inhelder en Piaget hulle ten doel gestel om te bepaal op watter stadium 'n kind beskik oor die vermoë om teenstrydighede in sy denke uit te skakel. Dit is die sogenaamde drywende voorwerpe-eksperiment waarvan die besonderhede weer eens nie hier herhaal word nie. Hoofsaak ten opsigte van

hierdie eksperiment is egter dat die proefpersoon op die einde van sy toetsing van faktore en ver=skynsels sal kom tot die formulering van 'n reël. Dié reël stel 'n enkele en nie-teenstrydige relasie. Om die reël wel te kan formuleer, moet die proefper=soon in staat wees om vooraf 'n aantal teenstrydighede in die denke uit te skakel. Die teenstrydighede wat uitgeskakel moet word, is dié wat byvoorbeeld in die konkreet-operasionele stadium opduik, byvoorbeeld om die dryf of die nie-dryf van voorwerpe op die water slegs aan massa toe te skryf. Soms dryf 'n swaarder voorwerp, terwyl 'n ligter een sink. Teen die vyf=tiende lewensjaar, as die jongmens volgens Piaget (Inhelder & Piaget, 1958, p. 35) ten volle formeel kan dink, behoort hy selfs die mees subtiële kontra=diksies te kan uitskakel; behoort hy 'n eenvoudige of eenduidige verklaring te kan gee; behoort hy for=mele proposisionele denkhandelinge te gebruik.

4. Kontrole van eksperimentele toestande (ook bekend as: die skema van alle ander dinge gelyk)

So belangrik is hierdie skema van "alle ander dinge gelyk" dat sommige skrywers aanvoer dat as 'n kind in Piaget se klassieke bad-en-stawe-eksperiment (Inhelder & Piaget, 1958, p. 46 e.v.) en die pendulum-eksperiment (Inhelder & Piaget, 1958, p. 67 e.v.) beskik oor hierdie skema, het hy alles wat hy benodig vir die oplossing van die probleme (Lunzer, 1970, p. 67). Die adolessent kan in hierdie geval dan slegs een veran=derlike in die probleemopset bestudeer, terwyl hy alle ander konstant hou - en op hierdie wyse kan hy

gekompliseerde multi-faktor-eksperimente uitvoer (Pulaski, 1971, p. 67).

Die skema van "alle ander dinge gelyk" is 'n besonder belangrike aspek van formele denke as die volgende feite van die breë opset van adolessente-denke in ag geneem word: die vermoë waaroor die adolessent beskik om komplekse klasse te vorm (byvoorbeeld uit die eenskappe van dinge) en om gekoppelde stellings (interproposisionele handeling) te maak oor/omtrent hulle, lewer op die duur só 'n massa van inligting wat die adolessent nie altyd ten volle in die omvang daarvan begryp nie. Op die een of ander stadium moet hy as't ware terugloop op sy spore, want as té ingewikkelde koppeling opgebou word, sal die veranderlikes wat op een moment ongeanaliseerd gelaat word later terugkeer as steurende invloede (Richmond, 1970, p. 57).

As so 'n situasie wel sou opduik, sal die jongmens die inligting herrangskik ten einde dit te vereenvoudig. Hy ontdek dan dat dit gedoen kan word deur sommige veranderlikes konstant te hou, terwyl hy met die ander eksperimenteer. Daarmee neutraliseer hy die uitwerking van al die faktore, buiten die een waarmee hy besig is om te eksperimenteer. Dit is alleen moontlik omdat die adolessent beskik oor omkeerbaarheid in sy denke in die vorm van wederkerigheid (met betrekking tot relasies), want om verskillende "gelyk te maak" (equalize) is dieselfde as om 'n ekwivalensie te lewer (Richmond, 1970, p. 58). Met die skema van "alle ander dinge gelyk" vind omkeerbaarheid in die vorm van wederkerigheid plaas op dieselfde tydstip

dat omkering in denkhandelinge plaasvind (Inhelder & Piaget, 1958, p. 43).

5. Nuut-ontwikkelde vorms van konservering

Die gestruktureerde geheel saamgestel uit die INRC-groep en die 16 binêre bewerkinge stel die jongmens in staat om verhoudinge te verstaan soos dié wat in matematiese en metriese proposisie gebruik word; ook om moontlikheid, korrelasie, konservering van die tweede orde (soos volume en beweging) te begryp en om formules te manipuleer (Richmond, 1970, p. 59).

Die konservering van volume en van digtheid is vir kinders van 11 tot 12 jaar oud reeds moontlik in 'n gesistematiseerde vorm, hoewel sekere skemas rondom die begrip digtheid al in die konkreet-operasionele stadium aanwesig is (Inhelder & Piaget, 1958, p. 21).

Gehele, volume en massa word ook reeds in die konkreet-operasionele stadium gekonserveer, maar beweging en oppervlak heelwat later, aangesien hulle die hantering van proposisies veronderstel. Laasgenoemde is op sy beurt egter eers moontlik as gevolg van die vermoë tot omkeerbaarheid deur omkering. Die adolessent is derhalwe ook in staat om toegewings te maak, om korreksies aan te bring, om weer terug te keer tot die oorspronklike transformasies (Inhelder & Piaget, 1958, p.131).

Die adolessent toon gewoonlik in die eksperiment: "konservering-op-'n-horisontale-vlak" dat hy in staat is tot die konservering van beweging deur inertia.

Dit is belangrik om daarop te let dat Piaget en Inhelder (Inhelder & Piaget, 1958, p. 130) toegee dat alle kinders nie daartoe in staat is nie.

6. Egosentrisme in die denke van die adolessent

In die vroeë formeel-operasionele stadium word die nuwe vermoë, naamlik ontkoming aan die empiriese werklikheid gebruik in 'n "vraag" van egosentrisme: in sy hipotetiese denke vertoon die jongmens 'n gebrek aan differensiasie tussen eie persoonlike begeertes en fantasieë aan die een kant, en algemene teorieë aan die ander kant (Bolton, 1972, p. 74). Elders (Inhelder & Piaget, 1958, p. 343) word aangevoer dat egosentrisme by die adolessent die vorm neem van pogings aan sy kant om sy ego in/aan te pas by sy sosiale omgewing, maar belangriker nog, van pogings om die sosiale omgewing by sy ego in/aan te pas (akkommodasie en assimilasie). Kognitiewe egosentrisme kom soms ook by die jongmens voor as 'n droom oor 'n glorieryke toekoms, of as 'n droom oor 'n getransformeerde en 'n beter wêreld. Die drome spruit uit dieselfde meganisme wat egosentrisme in vorige denkstadia veroorsaak het, maar is tydens adolessensie sō verander dat dit na vore kom as 'n funksie van die nuwe toestande geskep deur die vermoë tot formeel-operasionele denke.

Gaandeweg tree desentrering meer progressief in en dit maak dit vir die adolessent moontlik om ontslae te raak van sy gebrek aan die gemelde differensiasie, en ook om ontslae te raak van die reeds-gemelde idealistiese krisis. Die vernaamste faktore wat die

adolessent noop om by die werklikheid te akkommodeer, is sosiale interaksie en die feit dat hy gaandeweg verplig word om werklike take aan te pak (Bolton, 1972, p. 74). Desentrering in die denke tree al in beperkte mate in in die konkreet-operasionele stadium, en dit gaan hand aan hand met sosiale desentrering. So vergader adolessente byvoorbeeld in groepe waar sake van allerlei kontensieuse aard bespreek word, teorieë vergelyk word, hipoteses bespreek en getoets word, en die swakhede van veronderstellings bespreek en ingesien word (Inhelder & Piaget, 1958, p. 346).

Die voortdurende afname in egosentrisme, sentrering op die self, laat die jongmens toe om verskeie perspektiewe op 'n probleem in te neem, en dit veroorsaak op sy beurt verdere buigsaamheid, soepelheid en desentrering in die strategieë wat gebruik word om die probleem op te los (Saarni, 1973, p. 342). Bowen dien laat dit hom toe om sy eie denke te objektiveer en daaroor te redeneer. Hy oorweeg nie slegs een oplossing op 'n probleem nie, maar verskeie alternatiewe word in oënskou geneem. Hy besit voorts die vermoë om te onderskei tussen hoe dinge vir hom voorkom en hoe hulle in werklikheid is, om te onderskei tussen waarheid en valsheid en om hipoteses aan feite te toets (Mussen, Conger & Kagan, 1969, p. 620).

Die adolessent het 'n uitgebreider sin vir tyd en hy kan nadink oor die toekoms. Die vermoë om simbolies te dink, om los van die konkrete te dink en gedagtes te manipuleer wat nie regstreeks verbonde is aan die empiriese werklikheid nie, maak hom sosiaal tegelyk

beter en swakker toegerus: hy kan die betreklikheid van standpunte begryp (beter), en hy is vervul met die opvatting dat denke alvermoënd is (swakker). Met betrekking tot laasgenoemde, bemerk 'n mens weer 'n trek van die egosentrisme van vorige lewensjare. Aan= gesien hy hom 'n situasie kan inbeeld, is die jongmens geneig om te dink dat sake slegs sō daar kan uitsien as wat hy hom dit indink. Slegs ervaring help hom om naderhand realisties te dink; dit wil sê, om te onderskei wat "verstandelik" en teoreties moontlik is en wat in feite moontlik is. Dit is slegs moontlik deur ervaring in die werklike lewe, wat insluit verkeer met ander met wie hy gedagtes kan wissel (Boyle, 1969, p. 84).

7. Sistematiese werkswyse

Die lukrake kognitiewe gedrag van vorige denkstadia word in die formele denke vervang met 'n sistematiese benadering van probleme (Maier, 1969, p. 147). Hier= die kenmerk van adolessente-denke spreek duidelik uit die kleurlose vloeistowwe-eksperiment (Inhelder & Piaget, 1958, p. 107 e.v.). Organisasie is inherent in die intellektuele funksionering van die adolessent. Die denke is onderhewig aan strukturering. Sommige skrywers (Pulaski, 1971, p. 74) meen dat hierdie strukturering nie sonder meer aan die onderrig op skool toegeskryf kan word nie: dit is 'n vorm van ewewig wat na vore kom as gevolg van die interaksie tussen die adolessent en ander mense, en die adolessent en sy fisiese omwêreld.

Wanneer die jongmens voor 'n probleem gestel word, isoleer hy op stelselmatige wyse al die veranderlikes, asook al die moontlike kombinasies van hierdie veranderlikes: hy onderwerp die veranderlikes aan 'n kombinatoriese analise (Bolton, 1972, p. 71). In hierdie bedrywigheid dien reeksvorming as hulpmiddel: om sistematies te orden, en om die gevestigde orde te behou (Maier, 1969, p. 147).

8. Die vermoë tot verbalisering en formulering

Die adolessent leer langamerhand om met woorde te werk, en hy verkry groter bekwaamheid in die vorming van oordele. Daardeur word die moontlikheid verminder dat houdings en gesindhede gegrond word op vooroordeel of ontoereikende kennis (Harmse, 1973, p. 3). Vermoë tot verbalisering is vir die jongmens van belang, aangesien hy nie voortdurend gekonfronteer word met manipulerings- of handelingsprobleme nie. Sommige probleme is ook omvat in 'n verbale medium. Die verbale medium stel die jongmens voorts voor die bykomstige taak om hom die werklikheid in te beeld, wat korrespondeer met die linguisties-simboliese terme van die probleem (Saarni, 1973, p. 343).

9. Die adolessent se kritiese denkhouding

Dit is vir Harmse (Harmse, 1973, p. 4) duidelik dat 'n kritiese denkhouding noodsaaklik is vir menslike strewe en vooruitgang. Hy besluit om in sy eie navorsing standerd 5-leerlinge as proefpersone te gebruik, aangesien hy in die literatuur vasgestel het

dat "die kind van ongeveer sy twaalfde jaar af 'n kritiese houding begin openbaar en dat dit dus die aangewese tyd is om in die skool hieraan aandag te gee" (Harmse, 1973, p. 6). Harmse se opmerking is dus in groot mate in ooreenstemming met die bespreking oor ouderdomsafbakening in paragraaf 4.2.

4.6 Samevattende beskouing oor die denke van die adolessent

Die denke van die adolessent verskil ingrypend van dié van die kind. Die kind se denke is gebonde aan die konkrete en word gebruik in klasse, verhoudinge en getalle, maar die struktuur daarvan gaan nie verder as elementêre logiese groeperings soos optel- en vermenigvuldigingsgroepe nie. Die kind is reeds in staat tot omkering en wederkerigheid, maar kombineer hulle nie tot 'n enkele stelsel soos die adolessent nie. Die jongmens werk met proposisionele logika wat gebruik maak van klasse en relasies. Teen 14 of 15 jaar (onderstropping van skrywer) (Inhelder & Piaget, 1958, p. 335, Boyle, 1969, p. 91) maak die adolessent gebruik van denke wat berus op die 16 binêre bewerkinge en die INRC-groep. Dié nuwe verwikkeling stel hom in staat om omkering en wederkerigheid in 'n enkele stelsel te verwerk, en dít weer stel hom in staat om sy hipoteties-deduktiewe denke te kontroleer of te toets, om 'n eksperiment uit te voer ter wille van bewysvoering. In hierdie eksperiment word alle faktore konstant gehou terwyl slegs een gemanipuleer word.

Formele denke is nie soseer hierdie of daardie besondere vorm of soort van gedrag nie; dit is 'n algemene oriëntering (soms eksplisiet, soms implisiet) ten opsigte van probleemoplossing. Dit is 'n oriëntering wat neerkom op die organisering van gegewens (kombinatoriese analise), op die isolering en kontrole van veranderlikes, op die vorming van hipoteses, logiese regverdiging en bewysvoering.

"Unlike the concrete operational child, (the adolescent) can soar; but unlike the preoperational child, it is a controlled and planned soaring, solidly grounded in a bedrock of careful analysis and painstaking accommodation to detail." (Flavell, 1963, p. 211).

4.7 Formeel-operasionele denke en wetenskaplike denke

In hoofstuk 2 is hoofsaaklik geopereer met die term "wetenskaplike denke", in hoofstuk 3 is bepaal watter eise die skool aan die standaard 8-leerling stel in terme van wetenskaplike denke, en in hoofstuk 4 is die denkvermoë van die adolessent by wyse van 'n literatuuroorsig bespreek. In hoofstuk 4 is die denke van die adolessent getipeer as "formeel-operasionele denke"; dit wil sê, denke wat gebruik maak van formele "operasies" (handelinge of metodes). Sommige van hierdie formele handelinge of metodes is bespreek in die oorsig van die adolessent se denke, vergelyk hipotesestelling, induksie, deduksie, formulering (verbalisering), die manipulasie van eksperimentele

toestande, ensovoorts.

Wetenskaplike denke is in hoofstuk 2 gedefinieer as daardie denke wat gebruik maak van wetenskaplike metodes. Van hierdie metodes is 31 in meer besonderhede behandel, en op hierdie stadium is dit duidelik dat wetenskaplike denke sowel as formeel-operasionele denke gebruik maak van dieselfde formele wetenskaplike metodes. Dit word ook in tabel 4.1 aangedui. Die ooreenkomste ten opsigte van metode tussen wetenskaplike denke en formeel-operasionele denke is opvallend.

Hoewel die ooreenkomste in die vergelyking in sommige gevalle ooglopend is en andere minder voor-die-hand-liggend, is dit nietemin duidelik dat 'n mens hier te make het met twee stelle begrippe wat in wese dieselfde entiteit wil beskryf, naamlik die hoedanighede van daardie denke wat voldoen aan die eise van die formele logika. Die een stel begrippe (naamlik "formeel-operasionele denke", wat gebruik word in terme van kognitiewe ontwikkeling) is deurweef van logies-matematiese terme ten einde die denke en denkpatrone van die mens te beskryf, en die ander stel (naamlik "wetenskaplike denke") word veral gereserveer vir daardie geleenthede wanneer besin word oor die suiwere en logiese beoefening van die wetenskap (in die wetenskapsleer of -teorie).

Die gebruik van wetenskaplike metodes, en derhalwe die wetenskaplike denkkaktiwiteit, is onderworpe aan die wetmatigheid van die analitiese modaliteit. Denke wat wetenskaplik wil wees, moet logies wees,

TABEL 4.1

VERGELYKING VAN WETENSKAPLIKE DENKMETODES (HOOFSTUK 2)
EN FORMEEL-OPERASIONELE METODES (HOOFSTUK 4)

Wetenskaplike metodes	Formeel-operasionele metodes
1. Sintuïlike waarneming	1. Waarneming van die werklike, ten einde die plek van die werklike binne die moontlike te bepaal.
2. Definisie	2. Verbalisering en formulering.
3. Indeling	3. Vermoë tot groeperings, o.a. konkrete groeperings wat getransformeer word.
4. Klassifikasie	4. Klasse-logika.
5. Deduksie	5. Deduksie uit 'n hipotese of reël.
6. Induksie	6. Voortbrenging van 'n hipotese, om 'n bepaalde verskynsel te probeer verklaar.
7. Analise	7. Die onderskeiding van faktore.
8. Sintese	8. Sintetisering van beskikbare inligting.
9. Veralgemening en abstrahering.	9. Propositionele stellings; konstruksie van hipoteses.
10. Vorming van begrippe	10. Vorming van begrippe deur middel van (onder andere) deduksie deur implikasie.
11. Afleiding	11. Afleiding uit 'n gestelde hipotese.
12. Oordeelvorming	12. Beoordeling (byvoorbeeld) van die relevansie van 'n faktor.
13. Propositionele-vorming	13. Propositionele logika.
14. Vergelyking en diskriminasie	14. Vergelyking van faktore en diskriminasie tussen faktore (die 16 binêre bewerkings).
15. Sillogisme-vorming	15. Kombinatoriese denke.
16. Die hipotese-verifiërende metode	16. Soms genoem <u>die</u> metode van die formele denke.
17. Probleemoplossing	17. Soms genoem die hoogste vermoë van die formele denke.
18. Eksperimentering	18. Die kontrole van eksperimentele toestande; die skema "alle ander dinge gelyk".
19. Teorievorming	19. Die verhouding werklike-moontlike; ont-snapping aan die konkret-empiriese.
20. Logiese redenasie	20. Die 16 binêre bewerkings toon dat formele denke gebruik maak van die metode van logiese redenasie.
21. Verstaan, verklaar	21. Vergelyk die hantering van hipoteses, eksperimente, verbalisering en dies meer.
22. Verifikasie	22. Vergelyk die verifiëring van hipoteses.
23. Modelvorming	23. Ontsnapping aan die konkrete.
24. Sistematisering	24. Die sistematiese uitskakeling van nie-relevante faktore met behulp van (onder andere) die 16 binêre bewerkings.
25. Korrelasie	25. Korrelasie in die INRC-groep.
26. Implikasie	26. Die soeke na 'n faktor met implikasie, 'n faktor wat altyd dieselfde uitwerking het (vergeelyk die massabalans).
27. Evaluering	27. Evaluering van die gegewene, onder andere in die lig van die moontlike.
28. Eksposisie	28. Logiese uiteensetting; vergelyk die vermoë tot verbalisering.
29. Toepassing	29. Vergelyk die toetsing van 'n hipotese.
30. Interpretasie	30. Vertolking van die werklike in die lig van die moontlike.
31. Verbandlegging	31. Die besef van (onder andere) oorsaak en gevolg (vergeelyk die massabalans).

en moet plaasvind onderworpe aan die eise van die Logika, en met gebruikmaking van logiese metodes (vergelyk paragraaf 2.3.1 vir 'n volledige bespreking hiervan).

Formele (formeel-operasionele) denke, soos dit in paragraaf 4.5.1.2.1 omskryf is, is daardie denke wat gebruik maak van die "operasionele skemas van die formele logika". Soos die term "formeel" aandui, gaan dit in die formele denke veral oor die vorm van die redenasie, en nie soseer oor die inhoud daarvan nie. Om (onder andere) hierdie rede het skrywers oor die formele denke hulleself behelp met terme en simbole uit die Logika om die aard van die formele denke te beskryf (vergelyk paragraaf 4.5.1.2.6).

Wetenskaplike denke en formele denke ontmoet mekaar met ander woorde in die formele logika. Ook om hierdie rede word wetenskaplike denke en formele (formeel-operasionele) denke beskou as identies: die een term kan goedsdiks met die ander vervang word.

4.8 Die meeste 16-jariges behoort formeel-operasioneel te kan dink

Uit die voorafgaande oorsig van die literatuur blyk dit dat met 'n redelike mate van stelligheid verwag kan word dat die meeste (selfs alle) 16-jariges wetenskaplik (oftewel: formeel-operasioneel) kan dink. Dit is 'n belangrike stelling in die lig van die formulering van die hipoteses in die volgende paragraaf.

4.9 Formulering van die hipoteses vir die huidige ondersoek

In hoofstuk 3 van hierdie verhandeling is daar 'n minimum van 32 dimensies van wetenskaplike denke onderskei. Hierdie 32 "vorms" van wetenskaplike denke is wat die normale klaskameronderrig in Transvaalse sekondêre skole van die 16-jarige kind in standerd 8 ver wag in terme van wetenskaplike denkvermoë. In hoofstuk 4 is vervolgens ingegaan op die vraag of hierdie eise enigsins realisties is, of die kind selfs teoreties aan die eise kan voldoen. Vir die leser sal dit stellig duidelik wees dat die literatuur wat weergegee is, 'n duidelike: "Ja, dit is moontlik dat die kind in die mate wat van hom vereis word formeel-wetenskaplik kan dink," laat hoor. Volgens die literatuur behoort kinders wat 16 jaar oud is en tans in standerd 8 is dus geen probleme te ondervind met die eise wat in terme van wetenskaplikheid aan hul denke gestel word nie.

Tog sal daar diegene wees - soos skrywer van hierdie verhandeling en Lovell (Lovell, 1971, p. 84) - wat nie ten volle hiervan oortuig is nie. In die teorie is dit moontlik dat alle 16-jariges formeel-operasioneel en wetenskaplik kan dink wanneer hulle in standerd 8 is, maar in die praktyk sal dit na alle waarskynlikheid nie die geval wees nie, altdans nie vir alle 16-jarige standerd 8's nie. Omdat dit teoreties ewe moontlik is dat ons in die skoolonderrig soms te veel van die 16-jarige standerd 8-leerling kan verwag ten opsigte van wetenskaplike denke (vergelyk hoofstuk 1),

moet 'n empiriese ondersoek na hierdie moontlikheid nou uitgevoer word. Om die ondersoek van stapel te stuur, word die uitgangspunt van die empiriese ondersoek in die volgende hipoteses gesoek:

- * sommige 16-jarige standaard 8-leerlinge kan nie voldoen aan 'n vooraf-vasgestelde kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplikheid in hulle denke nie;
- * die leerlinge wat nie aan die kriterium voldoen nie is minder as die helfte van die totale aantal leerlinge;
- * daar bestaan 'n beduidende korrelasie tussen wetenskaplike denke en prestasie in sommige skoolvakke.

In die empiriese ondersoek word hierdie hipoteses getoets en uiteindelik op grond van statistiese prosedures aanvaar of verwerp.

4.10 Samevattende oorsig

In hierdie hoofstuk is 'n literatuuroorsig gedoen ten einde 'n beeld te kry van waartoe die adolessent in staat behoort te wees in terme van formeel-wetenskaplike denke. Die literatuur is skynbaar optimisties oor die vermoë van die adolessent om wetenskaplike denkmodes bevredigend te hanteer, maar hierdie optimisme word bevraagteken. Gevolglik is daar drie hipoteses opgestel wat in die empiriese ondersoek getoets moet word. In die volgende hoofstukke word dit gedoen.

HOOFSTUK 5

DIE METODE VAN ONDERSOEK

5.0 DIE METODE VAN ONDERSOEK

5.1 Inleiding

In die voorafgaande teoretiese deel van hierdie studie is gepoog om die agtergrond vir die empiriese ondersoek te skets. In hierdie hoofstuk word die metode beskryf waarop die empiriese ondersoek plaasvind.

5.2 Hipoteses

Op grond van die voorafgaande literatuuroorsig is die volgende drie hipoteses geformuleer:

- * sommige 16-jarige standerd 8-leerlinge kan nie voldoen aan 'n vooraf-gestelde kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplikheid in hulle denke nie;
- * die leerlinge wat nie aan die kriterium voldoen nie is minder as die helfte van die totale aantal leerlinge;
- * daar bestaan 'n beduidende korrelasie tussen wetenskaplike denke en prestasie in sommige skoolvakke.

Die ondersoek wat hierna beskryf word, is gerig op die toetsing van hierdie drie hipoteses. Leerlinge in die steekproef word aan sekere toetse onderwerp ten einde vas te stel watter gedeelte van die steekproef nie aan die kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplike denke voldoen nie; met ander woorde, watter gedeelte van die steekproef nie bevredigend in

staat is tot formeel-operasionele denke nie.

5.3 Die opname-ontwerp

Ten einde die hipoteses te toets, is besluit om 'n opname in skole te gaan uitvoer en derhalwe sal daar verderaan verwys word na die opname-ontwerp. Die opname is soos volg uitgewerk: 100 leerlinge uit vier Transvaalse sekondêre skole word op ewekansige wyse geselekteer om die steekproef vir die opname te vorm. Aan elkeen van hierdie leerlinge word die onderskeie items van 'n toetsbattery gegee om te beantwoord of te manipuleer, wat ookal die geval is. Die proefpersone in die steekproef se response word geëvalueer en elke respons word in een van twee kategorieë verdeel: nie-formeel-operasioneel en formeel-operasioneel. Met behulp van die gegewens wat in die opname só verkry is, word die hipoteses op statistiese gronde òf verwerp òf aanvaar.

5.4 Die populasie

In ooreenstemming met die beginsels wat die seleksie van die sillabusse van vakke wat in hoofstuk 3 gedoen is bepaal het, word die populasie waaruit die steekproef geselekteer is soos volg beskryf: alle 16-jarige Afrikaanssprekende standaard 8-leerlinge in Afrikaans-medium sekondêre skole in Transvaal wat die Algemene studierigting aanbied.

5.5 Steekproefneming

Ten einde die steekproef so verteenwoordigend van die

populasie te maak as moontlik, is die 42 komprehensiewe skooleenhede in Transvaal ingedeel in vier strata (T.O.D.-omsendminuut nommer 94 van 1972). Vir die doeleindes van stratifiëring is die volgende kriteria gebruik:

1. die Johannesburg-Pretoria-gebied is beskou as stedelike gebied;
2. die oos- en wes-Rand en die Vaaldriehoek is beskou as semi- stedelik;
3. dorpe soos Pietersburg, Nelspruit, Rustenburg, Potchefstroom is beskou as "naby-geleë" platteland, en
4. dorpe soos Christiana, Koster, Ellisras is beskou as "afgeleë" platteland (kyk bylae 1 vir die volledige indeling in strata).

Nadat al die komprehensiewe eenhede in elke stratum genommer is, is een komprehensiewe eenheid per stratum geselekteer met behulp van toevalsyfers (Cain, 1972, p. 246). Op dié wyse is geselekteer: Pretoria-Oosmoot, Germiston-Noord, Klerksdorp en Ermelo. Hier na is vier Transvaalse Afrikaans-medium sekondêre skole, een per komprehensiewe eenheid, met behulp van toevalsyfers geselekteer. Alhier hierdie skole bied die Algemene studierigting aan (bylae 2).

Aan elkeen van hierdie vier skole word 25 leerlinge op ewekansige wyse geselekteer. Slegs leerlinge wat aan die volgende kriteria voldoen het, is in die steekproef opgeneem:

- * hulle moes Afrikaanssprekend wees;
- * moes in standerd 8 wees, en
- * moes 16 jaar oud wees.

Die hele steekproef moes dus uit 100 leerlinge bestaan.

5.6 Praktiese oorwegings

Voordat die opname gedoen kon word, moes oorweging aan die volgende sake geskenk word:

1. toestemming van die Direkteur van die T.O.D. moes verkry word om die opname in die skole uit te voer;
2. die toestemming en samewerking van die hoofde van die vier skole betrokke in die opname moes verkry word;
3. in die lig van allerlei oorwegings moes die hoofde versoek word dat die opname gedurende skooltyd gedoen word;
4. die opname-ontwerp moes voldoen aan al die gewone kriteria vir 'n opvoedkundige meetmiddel (Fox, 1969, p. 352 e.v.);
5. sekere algemene inligting moes in die loop van die opname in verband met die proefpersone verkry word, en met die oog daarop is 'n algemene inligtingsblad ontwerp (kyk bylae 3);
6. die indeling van die proefpersone ten opsigte van sosio-ekonomiese status is gedoen aan die hand van Roos (Roos, 1970, p. 30), Horne (Horne, 1974, p. 105), Scheffer (Scheffer, 1972, p. 90) en Strýdom (Strýdom, 1971, p. 29);

7. antwoordblaaie is aan die proefpersone gegee vir gebruik by die beantwoording van sekere vrae in die opname; ook is 'n verslagblad ontwerp vir die evaluering van proefpersone, se response (bylae 4) en ook 'n kodifiseringsvorm met die oog op die statistiese verwerking van gegewens (bylae 5).

5.7 Meetinstrumente

5.7.1 Inleiding

Daar is besluit op 'n battery van vier toetse. Hier= die toetse moes egter aan die volgende voorwaardes voldoen, en in hulle samestelling is aandaq aan hier= die sake geskenk:

1. tesaam moes al die items in die battery die hantering van die 32 dimensies van wetenskaplike denke (vgl. hoofstuk 3) toets;
2. die toetse moes gerig wees op die standaard 8-leerling, moes dus so ná as moontlik ooreenkom met gewone standaard 8-leerstof ten einde die skool=situasie so goed moontlik te simuleer;
3. die toetse moes die proefnemer in staat stel om die leerlinge individueel waar te neem en hulle response te evalueer, en ook om hulle in 'n groep te toets. Hierdie benadering is betroubaar= der geag as suiwer individuele of suiwer groep=toetse. Groeptoetsing toon 'n groot ooreenkoms met die gewone klassituasie, terwyl waarneming van die proefpersone ooglopende waarde het.

5.7.2 Die semi-gestruktureerde benadering

In die toetsbattery wat in die opname gebruik is, is die semi-gestruktureerde benadering gebruik. Volgens Lovell (Lovell, 1961, p. 145) is dit die beste benadering as die kliniese benadering (soos wat deur Inhelder en Piaget gebruik is (Inhelder & Piaget, 1958)) gekombineer moet word met 'n mate van standaardisering van die toetse. Belangrik in die semi-gestruktureerde benadering is die feit dat leerlinge aangemoedig moet word om tydens die toetsing "hardop te dink".

5.7.3 Behandeling van die vier toetse

5.7.3.1 Die aangepaste kleurlose vloeistowwe-eksperiment

5.7.3.1.1 Beskrywing van die toets

1. Die eksperiment in sy oorspronklike vorm

'n Klassieke eksperiment is deur Inhelder en Piaget ontwikkel om die aanwesigheid van formele denke aan te toon (Inhelder & Piaget, 1958, p. 107 e.v.). Hierdie eksperiment, normaalweg bekend as die "kleurlose vloeistowwe-eksperiment", sien soos volg daaruit: die proefpersoon word gekonfronteer met 5 flessies vol kleurlose vloeistof, en die flessies is gemerk 1, 2, 3 en 4 terwyl een flessie (wat ietwat kleiner as die ander is) gemerk is "g". Die opdrag aan die proefpersoon is om die vloeistowwe uit verskillende flessies in 'n aparte bakkie in die regte kombinasies met mekaar te vermeng totdat 'n geel-bruin

substansie verkry is. Byvoeging van vloeistof uit 'n ander flessie sal die geel-bruin kleur weer verwyder.

Hierdie eksperiment verwag ten eerste van die proefpersoon om die vyf faktore (die flesses met vloeistof) te beproef en die werking van elk so te bepaal; ten tweede, dat hy sistematies te werk sal gaan wat betref die verwydering en/of die byvoeging van vloeistowwe en ten derde, dat die proefpersoon sal beskik oor 'n kombinatoriese denkstelsel.

2. Die eksperiment in sy aangepaste vorm

'n Oorspronklike stuk apparaat is vir die doeleindes van hierdie opname deur skrywer en 'n kollega ontwikkel. Die apparaat is eenvoudiger en geriefliker om te hanteer as dié van die kleurlose vloeistowwe-eksperiment, terwyl sorg gedra is om nie die aard en oogmerke van die oorspronklike eksperiment te verander nie. Alles wat derhalwe in verband met die kleurlose vloeistowwe-eksperiment gesê word, geld mutatis mutandis vir die aangepaste toets.

In plaas daarvan dat die proefpersoon vyf afsonderlike faktore gebied word in die vorm van die vyf flessies vloeistof, word die faktore aangebied in die vorm van vyf skakelaars in 'n stroombaan. Die kragbron ('n battery), die skakelaars en 'n lampie is saam in 'n kassie ingebou, maar slegs die skakelaars (wat heen en weer geskakel kan word) en die lampie is sigbaar bo-op die kassie. In plaas daarvan dat die proefpersoon die regte kombinasie moet vind om die geel-bruin

substansie te lewer, moet hy die regte skakelaar=kombinasie vind om die lampie te laat brand.

Die opset en oogmerke met die sogenaamde skakelaar=toets is dieselfde as dié van die kleurlose vloei=stowwe-eksperiment. Die toetse berus albei op die=selfde beginsels en gevolglik word die denkvermoë van die proefpersone op nagenoeg dieselfde wyse ge=toets: albei toetse veronderstel, vir die suksesvolle uitvoering van die toetsopdrag, dat die proefpersoon beskik oor kombinatoriese denke, oor die skema van "alle ander dinge gelyk", dat hy sistematies te werk sal gaan, dat hy beskik oor die vermoë om faktore saam te voeg, en dat hy die waarde van plaasvervanging en verwydering van 'n faktor sal insien. Voorts kom die twee toetse ook sterk ooreen in die sin dat die faktore (die flesse in die een geval, en die skake=laars in die ander) afsonderlik aan die proefpersoon voorgehou word.

Die opdragte wat aan die proefpersone gegee word, lui soos volg:

1. "'n Kombinasie van hierdie vyf skakelaars sal daardie rooi liggie laat brand. Kyk of jy die korrekte kombinasie kan vind". Met hierdie op=drag word die proefpersoon se vermoë tot probleem= oplossing getoets, ook die mate waarin hy siste= maties te werk gaan, en sy vermoë tot eksperimen= tering. Die wyse waarop die proefpersoon te werk gaan, sal ook aandui of hy die werking van analise (verwydering van 'n faktor) en sintese (byvoeging) begryp.

2. "Jy het nou die korrekte kombinasie gevind. Staan hierdie skakelaars te deurmekaar na jou mening? Dink jy 'n mens kon hulle anders gerangskik het? Noudat jy hulle anders wou rangskik, wat dink jy van die rangskikking van hierdie massas (van die massabalans)?" (plaas hulle voor die proefpersoon) "Rangskik hulle in 'n sekere volgorde dat 'n mens kan sien hulle is georden en nie sommer deurmekaar op 'n hoop nie." Met hierdie opdrag word die proefpersoon se vermoë tot ordening en klassifikasie getoets.
3. "Jy het die korrekte kombinasie netnou gevind: wat lei jy af uit jou waarnemings oor die werking van hierdie kassie (waarin die apparaat ingebou is)?" Hierdie vraag toets die vermoë tot die maak van logiese afleidings en gevolgtrekkings.
4. "Het jy enige teorie oor waarom sekere skakelaars na daardie kant moet wys en ander hierheen voor= dat die liggie brand? 'n Mens sou tog verwag het dat hulle almal in dieselfde rigting moet wys?" Soortgelyke vrae word gevra sodat selfs leerlinge wat niks of weinig van elektrisiteit en sy werking weet nogtans 'n aanvaarbare teorie oor die koppe= ling van die skakelaars kan opstel.
5. "Watter metodes het jy gebruik om die probleem op te los?" Met hierdie vraag word die vermoë tot begripsvorming getoets, aangesien antwoorde soos: "Ek het kombinasies gemaak....," of "Ek het vervang ...," of "Ek het bygevoeg..." verwag word.

6. "Waarom gebruik jy nie kombinasie $x + y + z$ nie?"
($x + y + z$ synde 'n kombinasie wat hy reeds gebruik het, en nie veronderstel is om weer te gebruik nie). S6 word die proefpersoon se vermoë tot onderskeiding getoets.

5.7.3.1.2 Die ontstaan van die toets

Die kleurlose vloeistowwe-eksperiment is deur Inhelder en Piaget (Inhelder & Piaget, 1958, p. 107 e.v.) ontwerp met die oog op die bepaling van die aanwesigheid van formele denke, al dan nie. Uit hulle wyse van hantering van die toets is dit duidelik dat standaarddisering daarvan uiters moeilik sal wees, aangesien hulle die kliniese metode en die tegniek van vrye vraagstelling gebruik. Die proefpersoon se denke word ontleed met behulp van vrae, en die vrae wat gestel word, is van 'n bonte verskeidenheid. Die aard van 'n vraag word byvoorbeeld bepaal deur die proefpersoon se respons op 'n vorige vraag. Dit is dus nie moontlik om 'n proefpersoon se denkvermoë te evalueer anders as deur 'n punt toe te ken op grond van die globale indruk wat die proefnemer gekry het nie.

Dit is juis hierdie lukraak wyse van evaluering wat hierdie soort toets die meeste kritiek op die hals haal, en tog kan dit nie reeds anders geëvalueer word nie. Vir die doel van die huidige opname is daar egter 'n aantal vrae opgestel wat aan elke proefpersoon gestel is (vergelyk paragraaf 5.7.3.1.1). Dit is veral gedoen met die oog op verbeterde objektiwiteit, en 'n meer betroubare evaluering van proefpersone se denke.

5.7.3.1.3 Die doel met die toets

In verskeie navorsingsprojekte wat uitgevoer is aan die Universiteit van Leeds is onder andere gevind dat die aanwesigheid van formele denke die eerste aan die lig kom in die kleurlose vloeistowwe-eksperiment (Lovell, 1971, p. 88). Hierdie eksperiment is dus in sy aangepaste vorm eerste geplaas in die battery van vier toetse tans onder bespreking as gevolg van sy gevoeligheid vir die aanwesigheid vir formele (resp. wetenskaplike) denke. Daarmee is die doel van die toets gestel: om die geringste tekens van formeel-wetenskaplike denke by die proefpersoon aan die lig te bring.

5.7.3.1.4 Motivering vir die gebruik van die toets

Uit die optrede van proefpersone in die uitvoering van hierdie eksperiment is dit vir die waarnemer al duidelik dat die proefpersoon in die vroeë formeel-operasionele stadium in staat is tot 'n kombinatoriese stelsel. Die vroeë formeel-operasionele stadium word gekenmerk deur die feit dat die proefpersoon sistematies te werk gaan deurdat hy die kombinasies deurwerk en die een na die ander uitskakel. In hierdie fase sal die proefpersoon soms moontlike kombinasies soek wat dieselfde resultaat sal lewer as die oplossing wat hy reeds vir die probleem gevind het. Hy doen dit ten einde vas te stel watter plek sy oplossing beklee te midde van ander kombinasies wat ook wel moontlik kan wees. Die proefpersoon maak dus gebruik van kombinatoriese denke, 'n algemeen-logiese

struktuur, en terselfdertyd word gebruik gemaak van die sestien binêre denkhandelinge. 'n Nuwe kombinatoriese stelsel word ter wille van die waargenome feite ontwikkel. Dit blyk uit die proefpersone se kommentaar en deduktiewe redenasie.

Die latere formeel-operasionele stadium word ten opsigte van die onderhawige eksperiment gekenmerk deur die feit dat die proefpersoon nog meer sistematies te werk gaan as selfs in die vroeë stadium. Die proefpersoon besef dat hy nie eers nodig het om die skema van "alle ander dinge synde gelyk" te gebruik nie, aangesien die faktore, die skakelaars, hom een-een afsonderlik gebied word; dit wil sê, reeds geïsoleer. Daar word gewerk met die metodes van plaasvervanging en byvoeging (soos tevore), maar nou net vinniger, aangesien die proefpersoon bewus is van wat hy beoog en besef wat plaasvervanging en byvoeging vir hom werd is. Die hele taak word uitgevoer met die oog op bewysvoering en toetsing.

In die latere stadium kombineer die proefpersoon die proposisionele stellings en so word die stelsel van die sestien binêre proposisies in die verstand georganiseer. Dit is te begryp, as in aanmerking geneem word dat die stelsel van proposisionele denkhandelinge in wese ook maar 'n kombinatoriese stelsel is (Inhelder & Piaget, 1958, p. 122).

5.7.3.1.5 Nasien en wyse van puntetoekenning

MATRIKS VIR DIE TOEKENNING VAN PUNTE IN TOETS 1

197

1. Die matriks vir puntetoekening

Punte word vir die response op die ses toetsitems in hierdie toets toegeken op 'n matriks soos in figuur 5.1:

1. Links van bo na onder is die nommers van die ses toetsvrae waarop die proefpersone respondeer.
2. A is die eerste matriks waarop die punte vir die eerste respons in elke toetsitem toegeken word. Punte word op 'n 10-puntskaal vanaf 1 tot 10 toegeken vir sodanige eerste respons op elke toetsitem.
3. B is die tweede matriks waarop punte op 'n soortgelyke 10-puntskaal aangebring word vir tweede (korrektiewe) response (en alle verdere response) op 'n toetsitem. Hier word byvoorbeeld die punte globaal toegeken vir alle korreksies van 'n eerste respons, waarvoor in A reeds punte toegeken is.
4. Die totaal word volgens formule ($T=A+\frac{B}{2}$) bereken om 'n moontlike anomalie uit te skakel: op bostaande matrikse is denkbeeldige punte-aanduidings vir items 5 en 6 ter illustrasie aangebring. Die betrokke proefpersoon het in item 5 met die heel eerste probeerslag 'n volkome korrekte antwoord verstreken en ontvang dus 10 punte in matriks A. Geen verdere pogings is nodig nie (dus geen kruisie vir item 5 in B) en die totaal is dus $10 + \frac{0}{2} = 10$. In die totaal matriks is 10 punte aangedui.

In item 6 het dieselfde persoon nie so goed

gevaar met die eerste respons nie, en slegs 7 punte in A ontvang. Die korreksies wat aangebring is, is ewe onsuksesvol en verdien slegs 5 punte in B. Korreksies in B is toegelaat omdat volpunte nie in A verdien is nie. Die totaal is dan $7 + \frac{5}{2} = 9\frac{1}{2}$.

5. Vir 'n volkome korrekte eerste respons word 10 punte regstreeks in A toegeken en ook regstreeks as 'n totaal van 10 in die derde matriks aangedui. Vir 'n feitlik korrekte eerste respons (maar wat nie 10 in A werd is nie) kan daar nooit meer as $9\frac{1}{2}$ in die totaal-matriks toegeken word nie, al is watter goeie korreksies gedoen (deur selfs 10 in B te ontvang). Hierdie maatreël sorg vir onderskeiding tussen proefpersone wat in die eerste respons volkome korrek reageer, en diegene wat die een of ander korreksie moes aanbring. Sodoende word die anomalie uitgeskakel dat 'n proefpersoon wat met die eerste poging suksesvol is, en dus 10 punte in A ontvang (derhalwe ook 10 in die totaal-matriks), nie presies soveel punte ontvang as 'n persoon wat byvoorbeeld twee pogings benodig om sukses te behaal nie. Hierdie laasgenoemde proefpersoon sal dus 9 in A ontvang, en moontlik 10 in B. Normaalweg sou die totaal wees $9 + \frac{10}{2} = 14$, en gevolglik sou hy dan 14 in die totaal-matriks ontvang teenoor die 10 van die ander proefpersoon. Hierdie teenstrydigheid word uitgeskakel deur die maatreël dat geen proefpersoon wat meer as een poging benodig om die lampie aan te skakel

volpunte kan behaal nie: die maksimum wat hy kan behaal, is $9\frac{1}{2}$.

2. Die vooraf-gestelde kriterium

In elke matriks loop daar 'n breë lyn van bo na onder tussen die 6e en 7e punt. Hierdie lyn verteenwoordig die vooraf-gestelde kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplike of formeel-operasionele denke. Proefpersone wie se response op vrae duidelik formeel-wetenskaplik van aard is, ontvang tussen 7 en 10 (albei ingeslote) punte, afhangende van die gehalte van die antwoord (resp. respons). Aan die ander kant ontvang proefpersone wie se response beslis nie formeel-wetenskaplik van aard is nie iewers tussen 1 en 6 (albei ingeslote) vir so 'n respons, weer eens afhangende van die aard van die respons.

Hierdie wyse van indeling in een van twee kategorieë (i.c. bevredigende mate van formele denke, en 'n onbevredigende mate van formele denke) is al tevore in ander verband in navorsing gebruik. Hallam (Hallam, 1967, p. 184) het byvoorbeeld proefpersone se response elk afsonderlik gegradeer volgens 'n 9-puntskaal op grond van kriteria wat hy vooraf gestel het. Die response is globaal beoordeel: 'n algemene oordeel is gevorm en dan is die denkvermoë van die proefpersoon gekategoriseer in een van nege klasse wat gewissel het vanaf voor-operasioneel tot formeel-operasioneel. Daarna is die antwoorde (response) een-vir-een beoordeel en vasgestel watter mate van logiese denke uit die response blyk.

In 'n ander ondersoek het Lovell (Lovell, 1961, p. 144) sommige van Piaget en Inhelder (1958) se eksperimente gemodifiseer ter wille van groter standaardisering. Hy het die fases van kognitiewe ontwikkeling ook uitgebrei tot 9 fases of kategorieë, die proefpersone gekonfronteer met die eksperimente, en die protokolle (wat verbatim afgeneem is) ingedeel in een of meer van die 9 kategorieë. In nog 'n derde ondersoek is op dieselfde wyse te werk gegaan (vgl. Lovell & Shields, 1967, p. 203 e.v.).

In plaas van 9 kategorieë is in die huidige studie slegs gebruik gemaak van twee kategorieë en 'n kriterium is vooraf bepaal ten einde vas te stel in watter van die twee kategorieë 'n proefpersoon se denke ressorteer.

3. Die maatstaf op grond waarvan proefpersone se response beoordeel is as of bevredigend formeel-wetenskaplik of onbevredigend in hierdie opsig

Onbevredigend (voldoen nie aan die kriterium nie)

Die vraag word nie gekoppel aan die inligting wat gegee is nie; daar word nie gewaak teen kontradiksies in die denke nie; daar word slegs op een faktor gesentreer; 'n onstabiele kognitiewe houding; nie-omkeerbare denke; transduksie en

Bevredigend (voldoen aan die kriterium)

Die proefpersoon hou sekere faktore konstant en varieer ander sistematies ten einde vas te stel watter verduidelikings waar is; hipoteses word gepostuleer en

Onbevredigend (vervolg)

sinkretisme in die redenasie; meer as een faktor in berekening gebring, maar faktore nie in verband gebring; onsekere oordele; in staat om te antwoord, dog gebonde aan die konkrete; kan nie negasie en wederkerigheid in verband bring nie; pogings om konkrete te ontsnap en hipoteses te vorm, maar behaal weinig sukses.

(Hallam, 1967, p. 185).

(Puntetoekenning: 1 - 6)

Bevredigend (vervolg)

dan bevestig (of nie) deur die data; redenasie geskied by implikasie op 'n abstrakte vlak; besef dat daar 'n veelheid is van moontlike koppe-linge. (Engels: links).

(Puntetoekenning:

7 - 10)

Elke respons is op grond van hierdie maatstaf ingedeel in een van die twee gemelde kategorieë. Hoewel dit nie weer so breedvoerig bespreek word in die beskrywing van die volgende drie toetse nie, geld hierdie "kriterium-lyn" wat deur al die matrikse loop vir al vier toetse, en verder is elke respons beoordeel op grond van die maatstaf wat pas hierbo aangegee is.

4. Snypunt

Daar is dus, in die lig van die voorafgaande, 'n snypunt in elke toets aangebring: vir elke respons in toets 1 word die snypunt gestel op tussen 6 en 7 (dus $6\frac{1}{2}$) en vir die hele toets op 6 items x $6\frac{1}{2}$ per

item = 39. 'n Proefpersoon wat dus in toets 1 39 punte of meer behaal, word bestempel as 'n proefpersoon wat in toets 1 in 'n bevredigende mate wetenskaplik kan dink.

5. Punte vir afsonderlike antwoorde

- Vraag 1 Afhangend van hoe sistematies die proefpersoon te werk gaan, blyke gee van formele denke, en hoeveel pogings gebruik word om die liggie aan te skakel word punte toegeken vir item 1.
- Vraag 2 Indien die proefpersoon die rangskikking met die eerste poging volkome korrek doen, word 10 punte regstreeks in die A-matriks toegeken. Verdere pogings (indien die eerste nie korrek was nie) word in die B-matriks geëvalueer.
- Vraag 3 Die logika en die korrektheid van die aflei= dings en gevolgtrekkings word beoordeel, en punte word toegeken soos hoërop verduidelik.
- Vraag 4 Die logika en die aanvaarbaarheid van 'n aange= bode teorie word soos voorheen beoordeel en punte word toegeken.
- Vraag 5 Die proefpersoon se beskikking oor sekere be= grippe, die logiese en korrekte gebruik van sodanige begrippe word beoordeel. Puntetoe= kenning geskied soos vir die vorige response.
- Vraag 6 Die mate waarin reeds-beproefde kombinasies herhaal word, is omgekeerd-eweredig met die punte wat toegeken word: hoe meer herhaling, hoe minder punte word toegeken. Die puntetoe= kenning hang egter ook af van die wyse waarop die proefpersoon antwoord op die vraag.

Beoordeling en puntetoekenning geskied soos vir die vorige antwoorde.

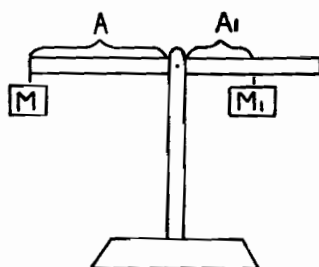
5.7.3.2 Die massabalans-toets

5.7.3.2.1 Beskrywing van die toets

'n Eenvoudige massabalans is ontwerp: dit het bestaan uit 'n voetstuk, twee vertikale staanders en 'n horisontale arm wat op sy middelpunt gesteun is deur die staanders. Gelyke afstande is afgemerk op die arm na weerskante, weg van die steunpunt (fulcrum). Die arm hang dus horisontaal as daar geen massas aan gehang word nie, en hang gevolglik ook horisontaal (in ewewig) as 'n gelyke massa op ooreenkomstige afstande aan weerskante van die steunpunt gehang word.

FIGUUR 5.2

DIE MASSABALANS



Die toets is s6 ingerig dat die kwessie van proporsie (massa, en afstand vanaf die fulcrum) daarin na vore kom.

Proefpersone in die formeel-operasionele stadium ontdek spoedig die reël:

$$\frac{M}{A} = \frac{M_1}{A_1}$$

waar: M en M₁ twee ongelyke massas is, en
A en A₁ die twee ooreenkomstige afstande is
waarop M en M₁ vanaf die fulcrum geplaas
word om die horisontale arm in ewewig te
bring (Inhelder & Piaget, 1958, p. 173 e.v.).

Hierdie toets is by uitstek geskik vir die individuele waarneming van die proefpersoon terwyl hy daarmee doenig is. Dit is dus 'n individuele toets waarin die kognitiewe strategieë van die persoon regstreeks waar-
geneem kan word en vrae deur die proefnemer nog verdere lig op die denke van die proefpersoon kan werp.

In die toets word die volgende opdragte en vrae aan die proefpersoon voorgehou:

1. die proefpersoon word versoek om die horisontale arm van die massa-balans in ewewig te bring. In-
tussen het die proefnemer 'n massa iewers op die linkerarm geplaas en hy hou die arm vas tot die proefpersoon 'n massa op die regterarm geplaas het. Daarna word die arm gelos en vasgestel of dit wel in ewewig gebring is. Met hierdie opdrag word die dimensie van probleemoplossing getoets, dog daarmee saam ook die insigte van wederkerig-
heid, korrelasie, verbandlegging, kompensasie, werkverrigting, identiteit en negasie;

2. die volgende (en verdere) vraag (vrae) word aan die proefpersoon gestel ten einde:

- * vas te stel of hy die oplossing in die eerste opdrag nie per geluk ("toevallig") gevind het nie, en
- * vas te stel oor watter van die hieropvolgende dimensies van wetenskaplike denke die proefpersoon beskik:

"Waarom moet die groter massa nader aan die fulcrum hang as 'n kleiner massa op die ander arm?" Met hierdie vraag word wetenskaplike redeneervermoë getoets en bepaal.

3. "Kan jy enige verband sien tussen die grootte van die massa en die afstand vanaf die fulcrum?" Hierdie vraag stel vas in watter mate die proefpersoon in staat is tot kousale verbandlegging.
4. "Sal jy 'n reël kan opstel vir iemand anders wat hom in staat sal stel om die arm elke keer in ewewig te bring? Stel so 'n reël op!" Hierdie vraag ondersoek die vermoë tot induktiewe denke en wetenskaplike formuleringsvermoë.
5. (Die proefleier vervang die massa met 'n ander en sê dan:) "Pas nou jou reël toe!" Hierdie vraag bepaal die mate van deduktiewe denke waaroor die proefpersoon beskik, sy vermoë tot toepassing en begrip van korrelasie.
6. "Kan jy sê (definieer) wat 'n massabalans is - soos hierdie een waarmee ons besig is?" Hierdie

vraag toets die leerling se vermoë om 'n definisie op te stel.

7. "Wat gebeur as ek hierdie massa nader aan die fulcrum skuif? Wat moet jy dan met die massa op daardie punt maak?" Met hierdie vraag word vasgestel in watter mate die proefpersoon insig het in die implikasie van 'n handeling, en in staat is tot wetenskaplike waarneming.
8. "Jy het netnou 'n reël opgestel. Kan jy nou bewys dat die reël vir alle gevalle geldig is?" Hierdie vraag bepaal in watter mate die proefpersoon in staat is tot die verifikasie van 'n stelling, en ook of hy van die besondere na die algemene kan redeneer (induksie, veralgemeening en bewysvoering).

5.7.3.2.2 Die ontstaan van die toets

Soos die eerste toets, is die massabalans ook een van die apparate wat deur Inhelder en Piaget (Inhelder & Piaget, 1958) gebruik is om 'n profiel te skets van die kind se denke. Dieselfde beswaar as by die vorige toets geld hier: die toets en die vrae daarvoor soos deur Piaget c.s. gebruik, is nie geskik vir standaardisering nie, en die betroubaarheid en geldigheid daarvan is onder verdenking. Om hierdie redes is pogings aangewend om dit vir die huidige navorsing aan te pas: daar is kriteria vir evaluering van proefpersone se response opgestel, en daar is 'n aantal direkte en gerigte vrae geformuleer om die denke

van die proefpersone op meer betroubare wyse te evalueer.

5.7.3.2.3 Die doel met die toets

In die navorsing waarna tevore verwys is (Lovell, 1971, p. 88), is gevind dat formele denke, soos gesê, eerste in die kleurlose vloeistowwe-eksperiment aan die lig kom, daarna in die massabalans (dit wil sê, op 'n stadium as die kind ouer is as wanneer hy reeds sukses kan behaal in die kleurlose vloeistowwe-eksperiment). Die massabalans word dus in die battery ingevoeg met die doel om vas te stel of sommige proefpersone wat wel in die kleurlose vloeistowwe-eksperiment slaag, nie in die toets met die massabalans sal misluk nie. Dit is nie onredelik om te verwag dat die 16-jarige ook met die massabalans moet slaag nie, as die motivering in paragraaf 5.7.3.2.4 in ag geneem word.

5.7.3.2.4 Motivering vir die gebruik van die toets

Die massabalans is in die toetsbattery ingesluit aangesien dit, afgesien van die verskeie dimensies van wetenskaplike denke wat dit kan toets, ook die operasionele skema van balans tussen aksie en reaksie toets. Die proefpersoon kom eers in die latere formeel-operasionele stadium tot die gedagte van kompensasie en werkverrigting, hoewel sommige dit wel al in die vroeëre stadium bereik (Inhelder & Piaget, 1958, p. 173). In hierdie eksperiment word dit ook duidelik of die proefpersoon die werking van die INRC-groep insien. So byvoorbeeld is die volgende

handelinge moontlik as die proefpersoon die opdrag ontvang om die horisontale arm van die massabalans te laat balanseer:

1. as alle massas van die skaal verwyder word om die arm op dié wyse in ewewig te bring, word identiteit getoon (Pulaski, 1971, p. 67);
2. deur 'n te groot massa weg te neem, word negasie getoon;
3. as 'n gelyke massa op dieselfde afstand op die ander punt van die arm geplaas word, vind omkeering plaas (reversibility), en
4. as 'n groter massa nader aan die fulcrum geplaas word as wat 'n kleiner massa op die ander punt is, vind korrelasie plaas.

Afgesien van bogemelde sake wat deur die massabalans getoets word, word die massabalans ook gebruik om bepaalde dimensies van wetenskaplike denke te toets. Daar is met ander woorde bepaalde vrae geformuleer om hierdie aspekte te toets. In paragraaf 5.7.3.2.1 word hiervan 'n omvattende beskrywing gegee.

5.7.3.2.4 Nasien en wyse van puntetoekenning

1. Vir elkeen van die response op die toetsopdragte verstrek in paragraaf 5.7.3.2.1 aangedui, is punte toegeken op 'n 10-punt skaal.

Die evaluering in hierdie toets geskied op dieselfde wyse as vir toets 1 (paragraaf 5.7.3.1.4), met in agneming van die relevante kriteria aldaar gestel, en ook met in agneming van die volgende kriteria

Matriks vir die toekenning van punte in Toets 2

(A) Punte toegeken vir die eerste response

(B) Punte toegeken vir verdere response

Totaal = $A + \frac{B}{2}$

Response (antwoorde op vrae 1 tot 3)

↓

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

Vraag 1 Die punte wat toegeken word vir response op vraag 1 is omgekeerd-eweredig aan die aantal pogings wat aangewend word om die arm van die massabalans in ewewig te bring: 'n enkele poging word met 10 punte in die A-matriks beloon, en 10 of meer met een punt. Voorts word gelet op die mate van formele denke wat die proefpersoon openbaar.

Vraag 2 Die proefpersoon word in hierdie geval 'n punt toegeken vir sy eerste antwoord in die A-matriks. Verdere vrae word, indien nodig, gestel ten einde sy eerste antwoord te verhelder. Punte vir hierdie antwoorde word in die B-matriks toegeken. Die totaalpunt is A plus die helfte van die punte in B, met dien verstande dat $9\frac{1}{2}$ in totaal nie oorskrei word nie. Die enigste uitsondering is wanneer 10 in A toegeken word - dit is dan ook regstreeks 10 in die totaal-matriks. Die wyse van evaluering geskied op grond van die globale indruk wat die proefpersoon in sy antwoord gee. 'n Antwoord soos die volgende word vir 10 punte verlang: "Hoe groter die massa, hoe kleiner die afstand vanaf die middelpunt om 'n klein massa op die ander arm te balanseer."

Vraag 3 Die antwoord wat 10 punte in A sal verdien, moet nagenoeg soos volg lui: "Ja, daar is 'n verband: 'n klein massa op 'n groter

afstand bring 'n groot massa op 'n korter afstand in ewewig." Antwoorde word soos vir vraag 2 beoordeel.

Vraag 4 Die volgende antwoord sal 10 punte verdien: "Die reël is: $\frac{M}{A} = \frac{Ml}{Al}$ " (of iets in dier voege). Beoordeling geskied op dieselfde wyse as tevore.

Vraag 5 As die proefpersoon die reël sonder skroom korrek toepas, word 10 punte toegeken. Beoordeling vind soos tevore plaas.

Vraag 6 'n Definisie soos die volgende sal 10 punte werd wees: "'n Massabalans is 'n instrument waarvan die arm met behulp van massas van verskillende groottes wat op verskillende afstande van die fulcrum af geplaas word in ewewig gebring kan word."

Vraag 7 In hierdie geval word verwag dat 'n kleiner massa verder geskuif word as 'n groter massa nader aan die fulcrum beweeg. As die leerling hierdie aksie en reaksie sonder enige huiwering uitvoer, word 10 punte regstreeks toegeken.

Vraag 8 Die proefpersoon sal verskeie handeling uitvoer wat duidelik sal laat blyk of sy reël wel geldig is, en of hy in staat is om die reël herhaaldelik toe te pas. Beoordeling van die proefpersoon se response geskied soos tevore.

2. Snypunt

Soos vir toets 1 is die "kriterium-lyn" weer vir elke

respons in toets 2 getrek tussen 6 en 7. Die snypunt vir hierdie toets is dus $8 \times 6\frac{1}{2} = 52$. Met behulp van hierdie snypunt kan dus gesê word dat proefpersone wat in toets 2 52 of meer punte behaal in 'n bevredigende mate wetenskaplik of formeel-operasioneel dink (ten opsigte van toets 2).

5.7.3.3 Die kort begriptoets

5.7.3.3.1 Beskrywing van die toets

Die kort passasie waaroor vrae gestel word, lui soos volg:

"Jan en Sannie het winkel toe gegaan. Toe die winkelier nie kyk nie, het Jan 'n paar piesangs gesteel. Toe hy en Sannie by die huis kom, vra Jan se ma hom om vuurmaakhout met die byl te kap. Terwyl hy besig was om hout te kap, gly die byl en kap sy been raak."

Die vrae lui soos volg:

1. "Waarom het Jan sy been raakgekap?"
2. "Sou hy sy been raakgekap het as hy nie gesteel het nie? Gee 'n rede vir jou antwoord."
3. "Het die byl geweet dat Jan gesteel het?"

Vrae 1 en 3 lewer in die reël geen probleme nie; vraag 2 egter wel, want die idee (opvatting, begrip) van "toevalligheid" kom eers heelwat later in die kind se lewe.

Die volgende dimensies van wetenskaplike denke word met hierdie drie vrae getoets: kousale verbandlegging

(diefstal en raakkap), oordeelvorming, onderskei-
dingsvermoë, evaluering (van Jan se daad) en bewys-
voering (motivering).

5.7.3.3.2 Die ontstaan van die toets

Die toets is deur Lovell c.s. (Lovell, 1971, p. 89) aan die Universiteit van Leeds ontwerp met die doel om die denke van die kind te toets.

5.7.3.3.3 Die doel met die toets

Die hoofdoel van hierdie toets is om vas te stel of die proefpersoon insig het in die verband tussen oorsaak en gevolg, en of die kind die element van sogenaamde "toevalligheid" kan onderskei. Die begrip van "toevalligheid" kom eers relatief laat, egter wel in die formeel-operasionele stadium (Lovell, 1971, p. 89).

5.7.3.3.4 Motivering vir die gebruik van die toets

Die oogmerk met hierdie toets en die geskiedenis-begriptoets wat in paragraaf 5.7.3.4 bespreek word, is om 'n gedeelte van die toetse in groepsverband af te neem, dit wil sê, in omstandighede waarin die kind stellig tuis is. Die doel met die groep-opset is om hierdie toetse te laat dien as 'n korreksie vir enige swak prestasies in die individuele toetse wat te wyte kan wees aan spanning en/of senuweeagtigheid. Daarmee is gestreef na groter betroubaarheid van die toets-battery.

5.7.3.3.5 Nasien en wyse van puntetoekenning

1. Die puntetoekenning vir die response op die drie vrae waaruit die toets bestaan, word op 'n matriks soos die volgende gedoen:

FIGUUR 5.4

MATRIKS VIR DIE TOEKENNING VAN PUNTE IN TOETS 3

Punte toegeken vir response op vrae 1, 2 en 3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vraag 1											
Vraag 2											
Vraag 3											
											Totaal:

Elke antwoord van die proefpersoon word afsonderlik oorweeg op grond van die norme wat reeds by die bespreking van toets 1 aangedui is. Die antwoorde word dus geëvalueer op grond van die mate van logiese, formele, wetenskaplike denke wat daarin geopenbaar word. Ook die volgende kriteria word vir die onderskeie vrae in gedagte gehou:

Vraag 1 'n Antwoord op hierdie vraag soos: "Die byl het op die hout gegly" sal genoegsaam wees om 10 punte op die matriks te verdien.

Vraag 2 Die antwoord op hierdie vraag word soos die vorige antwoord (op vraag 1) gehanteer, maar as die proefpersoon sou antwoord: "Hy sou

sy been nie raakgekap het as hy nie gesteel het nie", ontvang hy geen punte vir hierdie antwoord of die ander twee antwoorde (op vrae 1 en 3) nie. Die motivering vir die antwoord sal die evaluering van die antwoord beïnvloed. 'n Antwoord soos die volgende sou 10 punte regverdig: "Nee. Die kap met die byl het geen verband met die diefstal nie."

Vraag 3 Die antwoord op hierdie vraag word net soos die antwoord op vraag 1 gehanteer, met dien verstande dat 'n heeltemal verkeerde antwoord op vraag 2 alle punte vir antwoorde 1 en 3 kanselleer. Hierdie maatreël word getref ten einde groter diskriminasievermoë vir die toets (en dus die battery) te verseker.

2. Snypunt

Soos in die vorige twee toetse is 'n "kriterium-lyn" tussen 6 en 7 punte vir elke respons aangebring. Die snypunt in toets 3 word dus gestel op $3 \times 6\frac{1}{2} = 19\frac{1}{2}$. Die gebruik van hierdie snypunt is dieselfde as in die vorige twee toetse.

5.7.3.4 Die historiese passasie

5.7.3.4.1 Beskrywing van die toets

In sy vertaalde en omgewerkte vorm sien die historiese passasie soos volg daaruit:

VUUR

Dit is goed om te onthou dat die mens nie die uitvinder van vuur is nie, maar wel die ontdekker. Lank voordat die mens begin eksperimenteer het met vuur= klippe, en daarna met vuurhoutjies en nog later met waterstofbomme, het daar al vure op aarde gebrand. Vulkane het gesmelte lawa uitgespuug, die weerlig het lang gras aan die brand gestee, en die wind het dooie boontakke teen mekaar geskuur totdat hulle aan die brand geraak het. Daar is ook tekens van vure in die oer-oue fossiellae wat diep onder die tyd van die mens lê.

Die mens het vuur nou wel nie uitgevind nie, maar hy het dit een van die reusemagte op aarde gemaak. Sy proefnemings het hy baie lank gelede begin - in die rooi oggendgloed van die ontwaking van die menslike verstand. Vandag gaan hy daarmee voort te midde van 'n hitte wat kan verteer en in staat is om die hele wêreld te verskeur.

Die mens se lang avontuur met die verkryging van kennis was in 'n sekere sin 'n klim teen die hitte-leer uit, want dit is slegs hitte wat die mens in staat stel om metale en glas te smelt, om sy groot chemiese nywerhede op te bou, om sy vinnige masjienerie aan te dryf Net soos vuur, het egter ook vlees die weg gebaan vir die oorheersing van die mens: ons weet dat die mens steeds die heerser oor vuur was, want die spoor van vuur loop van die mens se een kampeerplek na die ander: die swart bene van die diere wat die mens doodgemaak het, is 'n stom

bewys van die genadelose treë van die mens in kontinente in die ooste en weste. Vleis, wat selfs kosbaarder is as die goud waarvoor mense later moord gepleeg het, was die bron van energie vir die mens in sy weg oor die wêreld. As daar egter geen vuur was nie, sou hierdie enorme bron van energie nie vir die mens beskikbaar gewees het nie: daarsonder sou hy moes voortgegaan het om die bloed te drink van die klein diere wat hy doodgemaak het

Die vrae wat beantwoord moet word, lui soos volg (en is gerig op die dimensies van wetenskaplike denke wat links hieronder aangedui is):

1. interpretasie, Wat bedoel die skrywer met die
 formulering uitdrukking "om te klim teen die
 hitteleer uit?"
2. teorievorming Die skrywer noem moontlike maniere
 waarop die eerste vure kon ontstaan
 het. Kan jy aan enige ander maniere
 dink waarop vure kon ontstaan
 het?
3. vertolking/ Wat word bedoel met die uitdruk-
 interpretasie king "onder die tyd van die
 mens"?
4. motivering Watter bewyse bestaan daar dat
 vuur deur die mens gebruik is
 toe hy nog in 'n primitiewe toestand
 was?
5. kontrastering en Wat is die verskil tussen uitvind
 begripvorming en ontdek?

6. eksposisie, Gee die inhoud van die tweede
afleiding, in= paragraaf weer in jou eie woorde.
terpretasie,
gevolgtrekking.
7. oordeelvorming Stem jy saam met die siening van
en motivering die mens in hierdie passasie - dat
die mens lank gelede so 'n primi-
tiewe wese was? Gee redes vir jou
antwoord.
8. vergelyking Watter voordele het die moderne
mens (wat oor die gebruik van
vuur beskik) bo die primitiewe
mens?
9. evaluering, oor= Wat dink jy van die gebruik van
deelvorming en die atoombom? Gee redes vir jou
motivering antwoord.

5.7.3.4.2 Die ontstaan van die toets

Boyce (Boyce, 1968, pp. 188 en 189) het die passasie oorgeneem uit Peter Hammond se Physical Anthropology and Archaeology en dit verwerk tot 'n toets waarvan die oogmerke in paragraaf 5.7.3.4.3 beskryf word. Die huidige skrywer het dit verwerk, vereenvoudig en vertaal ten einde die oogmerke van die huidige navorsing te bereik.

5.7.3.4.3 Die doel met die toets

Volgens Boyce (Boyce, 1968, p. 140) word daar in

hierdie soort toets altyd aanvaar dat die leerling die vernaamste geskiedenisfeite sal ken, dog dit is glad nie die basiese oogmerk van die toets om vas te stel in watter mate die leerling sekere dele van die sillabus onder die knie het nie, of om vas te stel hoe doeltreffend die leerling onderrig is nie. Om hierdie rede moet die materiaal van die toets soortgelyk wees (dog nie identies met nie) aan voorbeelde wat roetine-gewys in die klaskamer gebruik word. Dit word gedoen met die oog op die uitskakeling van die geheue as faktor. Dit toets dus meteen die mate waarin leerlinge dit wat hulle lees krities benader, en die mate van insig wat deur hulle bekom is. Die voordeel van die toets is daarby dat die telling objektief bereken kan word, veral as die antwoorde steeds slegs betrekking het op die inligting in die passasie gegee.

5.7.3.4.4 Motivering vir die gebruik van die toets

Afgesien van die motivering reeds gegee in paragraaf 5.7.3.3.4 dien die volgende ook as regverdiging vir die toepassing van die toets: Lovell (Lovell, 1971, p. 84) bevraagteken die uitsprake van die Geneefse skool in verband met die denke van die adolessent. Hy staaf sy eie beskouing met die resultate van 'n eksperiment in die vak Geskiedenis. Aan die leerlinge is 'n historiese passasie voorgehou, vrae daaroor gestel en die leerlinge se antwoorde is geëvalueer en ingedeel in een van twee kategorieë: konkreet-operasioneel en formeel-operasioneel. Daar is gevind dat formele denke in Geskiedenis eers laat

na vore tree: op V.O. 16 tot 16½ jaar eers. Dit is heelwat later as wat Piaget c.s. bepaal het.

In eksperimente aan die Universiteit van Leeds uitgevoer, is vasgestel dat die aanwesigheid van formele denke

- * eerste aan die lig kom in die eksperiment met kleurlose vloeistowwe;
- * daarna in die eksperiment met die massabalans;
- * en daarná eers, op V.O. 16 tot 16½ jaar, in 'n historiese passasie (Lovell, 1971, p. 88).

Ook elders in die literatuur waar die denke van die adolessent bespreek word (vgl. Lunzer, 1970, p. 596 e.v.) word die wenslikheid, en selfs noodsaaklikheid, daarvan geopper dat die tipies-Piagetaanse toetse aangevul moet word met "a third group of problems .. designed to evince a ... specifically structural complexity ...". Uit die verdere verloop van hierdie betoog is dit duidelik dat die toetse verbaal van aard behoort te wees. Op grond van onder meer hierdie uitspraak is besluit om die historiese passasie in te sluit ten einde die twee Piagetaanse toetse (een waarvan die faktore vermeng aangebied word - die massabalans, en een waarvan die faktore afsonderlik aangebied word - die skakelaartoets) aan te vul en op hierdie wyse te poog om 'n vollediger profiel van 'n proefpersoon se denke te verkry.

5.7.3.4.5 Nasien en wyse van puntetoekenning

1. Ook vir hierdie toets word 'n matriks gebruik in die puntetoekenning. Die matriks sien soos volg daaruit:

FIGUUR 5.5

MATRIKS VIR DIE TOEKENNING VAN PUNTE IN TOETS 4

Punte toegeken vir die response op die onderskeie vrae

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Response 1										
(Antwoord= 2										
de op vrae										
1 tot 9) 3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
Totaal:										

Elke respons word deur die proefnemer geëvalueer op grond van die kriteria wat in die bespreking van toets 1 aangedui is: die mate van abstraktheid in die antwoorde (die mate waarin die proefpersoon ont= snap aan die konkrete feite) is van besondere belang in die beoordeling van die antwoorde. In die uit= voering van die toetsopdragte word die proefpersone

ook doelbewus aangemoedig om aan die konkreet-gegewene te ontkom.

2. Snypunt

Soos vir die vorige drie toetse is daar 'n "kriterium-lyn" bepaal wat regdeur elke toetsitem en gevolglik die hele toets sny. Dit is soos tevore vasgepen op tussen 6 en 7 ($6\frac{1}{2}$) vir die individuele respons, en vir die hele toets 4 op 9 (items) $\times 6\frac{1}{2}$ = $58\frac{1}{2}$. Wat toets 4 betref, kan dus aanvaar word dat 'n proefpersoon wat $58\frac{1}{2}$ of meer in hierdie toets behaal in 'n bevredigende mate formeel-wetenskaplik dink.

5.8 Die wetenskaplike dimensie van modelvorming

Die vier toetse wat in die voorafgaande paragraaf behandel is, is ontwerp om die 32 dimensies van wetenskaplike denke (hoofstuk 3) te omvat, en die proefpersone se hantering daarvan te toets. Tabel 5.1 gee hiervan 'n oorsig.

TABEL 5.1

DIE DIMENSIES VAN WETENSKAPLIKE DENKE WAARVAN DIE
HANTERING DEUR DIE VIER TOETSE IN DIE BATTERY
BEPAAAL KAN WORD

<u>Toetse</u>	<u>Dimensies van wetenskaplike denke</u>
1	probleemoplossing, sistematisering, eksperimentering, analise, sintese, ordening, klassifikasie, logiese afleiding, teorievorming,

Toetse	Dimensies van wetenskaplike denke (vervolg)
	begripsvorming, kombinasie, onderskeiding.
2	probleemoplossing, wederkerigheid, korrelasie, verbandlegging, kompensasie, identiteit, negasie, wetenskaplike redeneervermoë, verbandlegging, induktiewe denke, formulering, deduktiewe denke, toepassing, definisie, implikasie, waarneming, verifikasie, veralgemening, bewysvoering.
3	kousale verbandlegging, oordeelvorming, onderskeidingsvermoë, evaluering, bewysvoering.
4	interpretasie, formulering, teorievorming, motivering, kontrastering, begripvorming, eksposisie, afleiding, oordeelvorming, vergelyking, evaluering.

'n Vergelyking met tabel 3.1 toon dat slegs een dimensie van wetenskaplike denke nie in die vier toetse opgeneem is nie, naamlik modelvorming. Om veral twee redes is besluit om dit nie in die toetsbattery op te neem nie:

1. dit sou veroorsaak dat 'n vyfde toets in die battery ingesluit moet word om die hantering van die wetenskaplike denk-dimensie van modelvorming te toets. In die lig van die beperkte tyd wat beskikbaar was om die toetsbattery toe te pas, kon so 'n toets nie oorweeg word nie: dit sou te veel tyd in beslag neem, en

2. vanweë die feit dat dit so selde van leerlinge in standerd 8 verwag word om modelle te bou en te ontwerp, is van die insluiting van modelvorming in die toetsbattery afgesien.

5.9 Bestaande toets oor kritiese denke

Daar is kennis geneem van 'n bestaande toets oor kritiese denke (Oosthuizen, 1969), maar dit word om die volgende redes nie in hierdie ondersoek gebruik nie:

1. dit duur te lank; dit vereis een uur of meer om dit af te neem, en
2. dit is 'n groeptoets wat individuele waarneming van toetslinge se response onmoontlik maak.

5.10 Verwerking van gegewens en statistiese tegnieke gebruik

5.10.1 Aard van die gegewens

As gevolg van die feit dat daar in die steekproefneming so ver moontlik gepoog is om die steekproef verteenwoordigend te laat wees van die populasie, en as gevolg van die feit dat die resultate van die ondersoek gelewer is in terme van intervalgegewens, word parametrisiese statistiek gebruik in die verwerking van die gegewens. Die statistiese prosedures wat in ooreenstemming hiermee gebruik is, word in die volgende paragrawe aangedui:

5.10.2 Standaardafwyking van die verdeling

Vir die berekening van die standaardafwyking van die verdeling van waarnemings word die volgende formule gebruik:

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - 1}$$

waar: S = die standaardafwyking,
 x = die afwykings vanaf die rekenkundige gemiddelde, en
 n = die aantal waarnemings (Fox, 1969, p. 187).

5.10.3 Standaardfout

Die standaardfout word met die volgende formule bereken:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

waar: $S_{\bar{x}}$ = die standaardfout,
 S = die standaardafwyking en
 n = die aantal waarnemings (Fox, 1969, p. 194).

5.10.4 Liniêre korrelasies

Vir die berekening van die korrelasiekoëffisiënt van twee stelsels waarnemings word gebruik gemaak van die produkmoment-korrelasiekoëffisiënt-formule (die Pearson-korrelasiekoëffisiënt):

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

$$= \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}}$$

waar: X en Y = die twee stelling rōpunte wat gekorreleer word,

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N}$$

$$x = X - \bar{X}$$

$$y = Y - \bar{Y}$$

en N = die aantal waarnemings (Van der Walt, 1970, p. 294).

5.10.5 Die betekenisvolheid van 'n korrelasie=koëffisiënt

Die beduidendheid van 'n korrelasiekoëffisiënt word getoets teen die sg. nul-hipotesestelling (H_0), naamlik: dit word aanvaar dat twee stelling rōpunte hoegenaamd geen korrelasie toon nie. Om vas te stel of dit wel so is, word die t-waarde van elke korrelasie soos volg bereken:

$$t = \frac{r \sqrt{N - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

waar: r = die korrelasiekoëffisiënt, en
 N = die aantal waarnemings.

In hierdie ondersoek is deurgaans gewerk op 'n 5%-vlak van beduidendheid.

5.10.6 Die binomiaaltoets

5.10.6.1 Rasionaal vir die gebruik van die toets

Aangesien die resultate van die ontwerpte toetse daarop gemik is om die leerlinge in die steekproef in een van twee nominale klasse in te deel, nl. diegene wat in 'n bevredigende mate wetenskaplik kan dink, en diegene wat nie in dieselfde mate wetenskaplik kan dink nie, is besluit op die binomiaaltoets (Siegel, 1956, p. 36 e.v.). In hierdie toets is dit van belang dat alle moontlike waarnemings in verband met wetenskaplike denke (soos dit omskryf is) in een van twee kategorieë val. Laasgenoemde kategorieë moet wederkerig uitsluitend wees.

5.10.6.2 Metode vir die gebruik van die toets

1. Stelling van die nul-hipotese

Die eerste stap is om die nul-hipotese (H_0) te formuleer, nl. $p_1 = p_2 = \frac{1}{2}$

(Die moontlikheid is dat die helfte van die leerlinge op bevredigende wyse wetenskaplik kan dink, en dat die ander helfte nie in dieselfde mate wetenskaplik sal kan dink nie).

2. H_1 as alternatief

As H_0 verwerp moet word op grond van 'n 5%-vlak van beduidendheid, word 'n alternatiewe hipotese (H_1) aanvaar, naamlik $p_1 > p_2$.

Dit kom dan daarop neer dat die hipotese aanvaar word dat die moontlikheid eerder bestaan dat meer leerlinge op bevredigende wyse wetenskaplik kan dink as leerlinge wat nie daartoe in staat is nie.

5.10.6.3 Die aard van die steekproef

Die navorsingsontwerp is die sogenaamde enkele steekproeftipe (Siegel, 1956, p. 39), en aangesien die steekproef ewekansig gekies is, is daar goeie rede om te verwag (onder H_0) dat $P = Q = \frac{1}{2}$.

waar P = die proporsie leerlinge uit die totaal (1) wat op bevredigende wyse wetenskaplik kan dink, en

$Q = 1 - P$ = die proporsie leerlinge wat nie op bevredigende wyse wetenskaplik kan dink nie.

5.10.6.4 Die verwerpingstreek

Hierdie streek omvat alle waardes van x (x =die aantal leerlinge in die steekproef wat nie in 'n bevredigende mate wetenskaplik kan dink nie) wat só klein is dat die moontlikheid geassosieer met hulle voorkoms onder H_0 gelyk is aan, of kleiner is as $\alpha = 0,05$ (5%). Indien laasgenoemde die geval is, word H_0 verwerp en H_1 aanvaar.

5.10.6.5 Formule vir die berekening van die waarde van x (z-waarde)

Vir x word 'n z-waarde met die volgende formule bereken:

$$z = \frac{(x \pm 0,5) - NP}{\sqrt{NPQ}}$$

waar: x +0,5 gebruik word as $x < NP$,
x -0,5 gebruik word as $x > NP$,
N = die aantal waarnemings,
P = die proporsie waarin x voorkom,
en
Q = 1-P = die proporsie waarin al
die ander (nie-x) waarnemings
voorkom.

Die waarde van z word nageslaan in 'n tabel van moontlikhede wat geassosieer word met waardes wat so uitermatig is as waargenome waardes van z in die normaalverspreiding. Die binomiaaltoets is gebruik as 'n eenrigting-toets (Siegel, 1956, p. 247).

5.10.7 Formules vir die berekening van standaardtellings

5.10.7.1 Die z-toets

Die volgende formule word vir hierdie toets gebruik:

$$z = \frac{X - M}{SA}$$

waar: z = die standaardtelling,
X = die roupunt wat vergelyk moet word met 'n ander,

M = die rekenkundige gemiddelde, en
SA = die standaardafwyking.

Roupunte onder die gemiddelde het negatiewe z-tellings
(Lindvall, 1967, p. 86).

5.10.7.2 Die T-toets

Die volgende formule word hier gebruik:

$$T = 10z + 50$$

waar: T = standaardtelling

z = die reeds berekende z-telling (vgl.
paragraaf 5.10.7.1)

Die doel van die T-toets is om beide negatiewe tellings
en breuke uit te skakel (Lindvall, 1967, p. 87).

5.11 Kwalifikasie van die opname-ontwerp as 'n opvoedkundige meetmiddel

5.11.1 Diskriminasievermoë

Daar is uitgegaan van die veronderstelling dat leer-
linge in die steekproef met hoë totaal-toetstellings
"goeie" leerlinge is ten opsigte van die geheelgebied
van die toets, en dat leerlinge met lae totaal-toets=
tellings "swak" is ten opsigte van die hele toets
(Lindvall, 1967, p. 119). 'n Item diskrimineer goed
as dit geslaag word deur 'n hoër persentasie "goeie"
leerlinge as "swak" leerlinge. 'n Standaardprose=
dure is om die boonste 27% van die toetsantwoorde te
neem, en ook die onderste 27% (eersgenoemde "goeie"
en laasgenoemde "swak" leerlinge). Vir elke toetsitem

word die persentasie "goeie" en "swak" leerlinge bereken wat die item slaag. Die volgende voorbeeld word ter illustrasie aangehaal:

	<u>Persentasies wat die item slaag</u>	
	<u>Goeie leerlinge</u>	<u>Swak leerlinge</u>
item 1	70	32
item 2	94	56
item 3	29	33
item 4	47	18

Item 1 diskrimineer goed tussen goeie en swak leerlinge, en is 'n maklike item; item 2 diskrimineer ook goed en is ook maklik; 3 diskrimineer nie goed nie en is baie moeilik en 4 diskrimineer weer goed hoewel dit moeilik is.

Daar is geen eenvoudige, standaard-manier om te besluit of 'n item genoegsaam diskrimineer nie. 'n Mens laat jou normaalweg lei deur die volgende ooreengings: 'n item se waarde word gemeet aan diskriminasievermoë in ooreenstemming met hoe moeilik die item is, en aan die belangrikheid van die inhoud van die item. In laasgenoemde geval sal 'n item behou moet word, al diskrimineer dit swak (Lindvall, 1967, p. 119).

In die huidige navorsing is die boonste 20 en die onderste 20 antwoordstelle geneem (dus die boonste 24% en die onderste 24% van die totaal van 83, laasgenoemde synde die grootte van die uiteindelijke steekproef) en die diskriminasievermoë van elke item is

bereken. Die resultaat daarvan word in die volgende tabel weergegee:

TABEL 5.2

DISKRIMINASIEVERMOË VAN DIE TOETSBATTERY

	Item	Persentasie "goeies" wat slaag	Persentasie "swakkes" wat slaag
<u>Toets 1:</u>	1	75	45
	2	95	70
	3	85	15
	4	95	20
	5	95	40
	6	65	50
<u>Toets 2:</u>	1	80	35
	2	95	45
	3	100	70
	4	95	50
	5	90	35
	6	85	50
	7	75	10
	8	85	55
<u>Toets 3:</u>	1	75	30
	2	80	25
	3	95	40
<u>Toets 4:</u>	1	90	25
	2	80	35
	3	90	40
	4	85	20
	5	85	70

TABEL 5.2 (vervolg)

Item	Persentasie "goeies" wat slaag	Persentasie "swakkes" wat slaag
6	95	40
7	80	45
8	95	65
9	100	50

'n Bestudering van hierdie tabel bring aan die lig dat al die items in die toetsbattery redelik tot baie goed gediskrimineer het. Items wat egter onder verdenking staan, is die volgende: toets 1 item 2, toets 1 item 6 en toets 4 item 5.

5.11.2 Betroubaarheid

In die huidige ondersoek is die betroubaarheid van die toetsbattery bereken volgens die "verdeelde-helftes-metode". Die ongelyke response (1,3,5 ensovoorts) is gekorreleer met die gelyke response (2,4,6 ensovoorts). 'n Korrelasie van 0,70 is bereken. Deur middel van die Spearman-Brown-voorspellingsformule (Fox, 1969, p. 356) is 'n betroubaarheidskoëffisiënt van 0,82 bereken, wat bevredigend is.

5.11.3 Geldigheid

Die geldigheidskoëffisiënt is soos volg bereken:

$$G = \sqrt{B}$$

waar: G = die geldigheidskoëffisiënt, en
 B = die betroubaarkheidskoëffisiënt
(Fox, 1969, p. 367).

Op hierdie wyse is 'n geldigheidskoëffisiënt van 0,91 bereken, wat bevredigend is.

5.12 Beskrywing van die werklike steekproef

5.12.1 Grootte van die steekproef

Hoewel dit in die beplanning in die vooruitsig gestel is om 'n steekproef van $n = 100$ te neem, is die werklike grootte van die steekproef slegs 83. Dit is te wyte aan die feit dat daar twee leerlinge by elk van drie skole nie teenwoordig was nie op die dae van die opname aan die skole, en een by die vierde skool afwesig was. Aan die kleiner plattelandse skool was daar voorts slegs 15 leerlinge (met een afwesig, soos gesê) wat vir opname in die steekproef gekwalifiseer het. Die steekproef is dus soos volg saamgestel:

Skool O:	23
Skool V:	23
Skool S:	23
Skool C:	14
$n =$	83

5.12.2 Intelligensiekoëffisiënt

By nadere analise van die steekproef van 83 het dit geblyk dat die gemiddelde intelligensiekoëffisiënt van die groep soos volg daar uitsien:

* Verbale I.K.	103,88
* Nie-verbale I.K.	105,24
* Totale I.K.	104,98

5.12.3 Ouderdom

Die gemiddelde ouderdom van die groep leerlinge opge= neem in die steekproef was 16 jaar, 3 maande en 21 dae. Dit is opvallend dat die meeste leerlinge in die steek= proef (naamlik 20) pas 16 jaar oud is.

5.12.4 Sosio-ekonomiese status

Die verdeling in die drie sosio-ekonomiese status= groepe was soos volg:

- * sosio-ekonomiese status-groep 1 : 6 leerlinge
- * sosio-ekonomiese status-groep 2 : 15 leerlinge
- * sosio-ekonomiese status-groep 3 : 62 leerlinge

5.12.5 Geslag

Die steekproef was soos volg verdeel ten opsigte van geslag:

- * seuns : 37
- * dogters: 46

5.12.6 Druipelinge in 1974

Die steekproef het bestaan uit 'n aantal leerlinge wat standerd 8 herhaal sowel as 'n groep wat vir die eerste keer in die standerd is. Die verdeling is soos volg:

- * leerlinge vir die eerste keer in standerd 8: 71
- * leerlinge wat die standerd herhaal: 12

5.13 Samevattende oorsig

In hierdie hoofstuk is aandag geskenk aan al die aspekte van die werklike ondersoek aan die skole. Met die oog op toetsing van die geformuleerde hipoteses is die neem van 'n ewekansige steekproef beplan, aandag geskenk aan verskeie faktore rondom die navorsingsontwerp, en die samestelling van die toetse bespreek. Hierbenewens is aandag gewy aan die diskriminasievermoë, betroubaarheid en geldigheid van die toetse en die statistiese prosedures wat gevolg is, is bespreek. Ten slotte is die hoedanighede en eienskappe van die werklike steekproef onder die loep geneem.

Daarmee het hierdie verslag nou s6 gevorder dat die resultate van die ondersoek, en die gevolgtrekkings wat daaruit te maak is, nou kan volg. Die volgende hoofstuk word daaraan bestee.

HOOFSTUK 6

RESULTATE EN GEVOLGTREKKINGS

In die vorige hoofstuk is die metode van ondersoek uiteengesit. Die ondersoek is beplan in die vorm van 'n opname, en sekere maatreëls is getref om die opname suksesvol te laat verloop. Daarna is 'n opname uitgevoer aan die voorgestelde vier skole, die gegewens wat verkry is statisties verwerk en ondersoek. Die resultate van die opname en gevolgtrekkings wat daaroor gemaak word, volg in hierdie (sesde) hoofstuk.

In paragraaf 4.8 is die volgende drie hipoteses geformuleer:

- * sommige 16-jarige standerd 8 - leerlinge kan nie voldoen aan 'n vooraf-vasgestelde kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplikheid in hulle denke nie (HH);
- * die leerlinge wat nie aan die kriterium voldoen nie is minder as die helfte van die totale aantal leerlinge (SH_1);
- * daar bestaan 'n beduidende korrelasie tussen wetenskaplike denke en prestasie in sommige skoolvakke (SH_2).

Vir die doeleindes van die volgende bespreking word die drie hipoteses onderskeidelik aangedui as:

- * die hoofhipotese (HH);
- * sekondêre hipotese 1 (SH_1), en
- * sekondêre hipotese 2 (SH_2).

6.2.1.1 Toetsing van die hoofhipotese (HH)

In die bespreking van die meetinstrumente (hoofstuk 5) is daar in die behandeling van elke toets in die battery van vier toetse verwys na die sogenaamde "kriterium-lyn" wat deur die hele toets sny. Telkens is verwys na die feit dat proefpersone se toetsresponse beoordeelword op grond van die feit dat dit òf bevredigend formeel-operasioneel (wetenskaplik) is òf nie bevredigend is nie. Aldaar is verduidelik dat "bevredigend" verstaan moet word as: voldoening aan die vooraf-vasgestelde kriterium. Elke toets het dus die onderskeiding bewerkstellig tussen: proefpersone wat aan die vooraf-gestelde kriterium voldoen, en proefpersone wat nie daaraan voldoen nie.

Die snypunte van die vier toetse is soos volg gestel:

toets 1:	39
toets 2:	52
toets 3:	19½
toets 4:	58½
totaal:	<u>169</u>

Met behulp van die vier toetse in die toetsbattery is die volgende digotomiese onderskeiding verkry: proefpersone wat in die toetsbattery 169 of meer punte behaal het (uit die moontlike 260), voldoen aan die vooraf-gestelde kriterium vir 'n bevredigende

mate van wetenskaplikheid in hulle denke, terwyl diegene wat 168 of minder behaal het nie aan die vooraf-gestelde kriterium voldoen nie.

Die opname aan die skole het aan die lig gebring dat die verdeling soos volg is:

voldoen aan die kriterium (bevredigend):	58 proefpersone
voldoen nie aan die kri= terium (onbevredigend):	25 proefpersone
$n = \overline{83}$	

Op grond van bogemelde verdeling word die hoofhipo-tese aanvaar: sommige 16-jarige standerd 8-leerlinge kan nie voldoen aan die voorafgestelde kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplikheid in hulle denke nie. Die leerlinge wat nie aan die kriterium voldoen nie is 25 uit 'n toaal van 83 waaruit die steekproef bestaan het.

6.2.1.2 Toetsing van SH_1

Die binomiaaltoets (paragraaf 5.10.6.2) is gebruik om SH_1 te toets. Met die toets is gevind dat:

- .. die z-waarde van $x = 0,1247$
- en die waarde van $p = 0,2112$

Die nul-hipotese (H_0) word gevolglik verwerp en dit word aanvaar dat die bevindings soos bereken uit die toetse stellig korrek is, naamlik dat die leerlinge wat nie aan die vooraf-gestelde kriterium voldoen nie minder as die helfte is. SH_1 word dus aanvaar. Die

binomiaaltoets is as 'n eenrigting-toets gebruik.

6.2.1.3 Toetsing van SH_2

Korrelasiekoëffisiënte is bereken tussen proefpersone se prestasies in verskeie skoolvakke en hulle prestasies in die toetsbattery. Die verkreë korrelasies verskyn in tabel 6.1.

TABEL 6.1

KORRELASIES TUSSEN PRESTASIES IN DIE TOETSBATTERY
EN PRESTASIES IN DIE SKOOLVAKKE MET DIE HOOGSTE
FREKWENSIE (n MEER AS 15)

Skoolvak	Hoër of standaardgraad	Grade van vryheid n-2	Korre= lasie
Afrikaans	Hoër graad	81	0,51*
Engels	Standaardgraad	81	0,53*
Biologie	Hoër graad	28	0,27
Biologie	Standaardgraad	28	0,06
Wiskunde	Hoër graad	28	0,34
Rekeningkunde	Hoër graad	16	0,53*
Tik	Standaardgraad	25	0,26
Bedryfseconomie	Standaardgraad	22	0,16
Huisvlyt	Standaardgraad	25	0,54*
Bedryfskennis	Standaardgraad	21	-0,22
Natuur- en Skeikunde	Hoër graad	21	0,18

Slegs die korrelasies gemerk met 'n asterisk is betekenisvol op 'n 5%-vlak van beduidendheid (Garret,

1947, p. 299). Op grond van hierdie bevinding word SH_2 aanvaar: daar bestaan 'n beduidende korrelasie tussen wetenskaplike denke en sommige skoolvakke. Die korrelasie is volgens tabel 6.1 slegs betekenisvol in die geval van vier skoolvakke, maar die moontlikheid bestaan dat beduidende korrelasies ook in die geval van ander vakke verkry kon gewees het as n groter was.

Daar is voorts ook 'n betekenisvolle korrelasie van 0,50 gevind tussen die prestasies van die proefpersone in die toetsbattery en die prestasies in die eksamen wat dieselfde proefpersone in die skool afgelê het aan die einde van die eerste termyn van 1975 (totaalprestasie in ses skoolvakke).

6.3 Proefpersone se hantering van die toetsitems in die toetsbattery

25 uit 'n totaal van 83 proefpersone kon nie aan die vooraf-bepaalde kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplikheid in hulle denke voldoen nie. Die vrae wat na vore kom, is: Hoedanig was hulle (en andere se) hantering van die onderskeie items in die toetsbattery, in watter mate het hulle (en andere se) hantering daarvan nie aan die kriterium voldoen nie, en in watter opsigte het hulle (en andere se) hantering van die toetsitems by die kriterium tekortgeskiet?

TABEL 6.2

HANTERING VAN DIE ONDERSKEIE TOETSITEMS

Toets	Toets= item	Die aantal proef= persone wat aan die kriterium vol= doen het in hulle hantering van die onderskeie toets= items.	Die aantal proef= persone wat nie aan die kriterium voldoen het in hulle hantering van die onderskeie toetsitems nie.
1	1	42	41
	2	73	10
	3	44	39
	4	54	28
	5	56	27
	6	55	28
2	1	46	37
	2	57	26
	3	70	13
	4	63	20
	5	51	32
	6	58	25
	7	38	45
	8	61	22
3	1	42	41
	2	42	41
	3	52	31
4	1	54	29
	2	57	26
	3	51	32
	4	34	49
	5	66	17
	6	56	27
	7	60	23
	8	70	13
	9	69	14

Tabel 6.2 dui aan dat daar in elke item 'n aantal proefpersone was wat die betrokke item nie na bevrediging gehanteer het nie; met ander woorde, nie aan die vooraf-gestelde kriterium kon voldoen nie.

Toets 1 item 1 (Die opdrag om die lampie met behulp van 'n kombinasie van skakelaars aan te skakel).

Die proefpersone wat in hierdie item onbevredigend gevaar het en gevolglik nie aan die kriterium kon voldoen nie, het hulle veral aan die volgende optredes skuldig gemaak: hulle het onnadenkend of oorhaastig weggespring ten einde die oplossing vir die probleem te vind, op lukrake en ongeordende wyse te werk gegaan, geen plan van handeling gehad nie. Die proefnemer was in hierdie gevalle genoodsaak om enkele verdere vrae te stel ten einde 'n beeld te kry van hoe hierdie proefpersone dink in die uitvoering van die opdrag. Op hierdie verdere vrae moes hulle toegee dat hulle met die taak weggeval het op lukrake wyse in die hoop om die oplossing toevallig of "per ongeluk" raak te loop. Hulle het in die reël slegs 'n vae benul gehad van die metodes wat hulle moes gebruik om die oplossing vir die probleem te vind, en veral nie besef dat hulle besig was met die metodes van analise en sintese nie.

In die lig van die bespreking in hoofstuk 4 moet aanvaar word dat proefpersone wat in item 1 nie bevredigend geprester het nie waarskynlik nie ten volle in staat is tot formeel-operasionele denke nie. 'n Verdere gevolgtrekking is dat hulle nie bevredigend

gevaar het in die volgende metodes van die formeel-operasionele denke nie: probleemoplossing, eksperimentering, sistematiese werkswyse, analise en sintese.

Toets 1 item 2 (Die opdrag om die skakelaars en massas te orden en rangskik).

In vergelyking met ander toetsitems was hierdie item skynbaar te maklik, en het ook nie na wense gediskrimineer tussen die proefpersone wat aan die kriterium voldoen en diegene wat nie daaraan voldoen nie. Desnietemin was daar (kyk tabel 6.2) enkele proefpersone wat die opdrag nie kon uitvoer nie. Die proefnemer het die indruk gekry dat hierdie proefpersone òf nie die opdrag begryp het nie (ofskoon dit herhaal is), òf nie 'n rangskikkingsbeginsel kon vind nie. Ordening en klassifikasie (soos in hierdie item getoets) het origens nie veel las aan proefpersone besorg nie.

Toets 1 item 3 (Die opdrag om logiese afleidings te maak oor die werking van die skakelaarapparaat).

Die semi-gestruktureerde toetsbenadering het die proefnemer in staat gestel om 'n reeks vrae aan die proefpersone te stel indien die aard van 'n proefpersoon se antwoord onduidelik was. Baie van die proefpersone se afleidings was nie in die kol nie, maar hulle het punte ontvang vir die aard en die logika van hulle afleidings, afgesien daarvan of dit volkome korrek was of nie. Die ervaring van die proefnemer was ook dat die meeste proefpersone te bang was om 'n mening

te waag: hulle het slegs onder die grootste aansporing 'n mening gewaag. Volgens tabel 6.2 het 39 proefpersone desondanks nie aan die kriterium voldoen nie: hulle was met ander woorde nie bevredigend in staat tot die maak van logiese afleidings nie.

Toets 1 item 4 (Die opdrag om 'n teorie te vorm oor die posisie van sommige skakelaars).

Soos in die vorige item het die semi-gestruktureerde benadering in hierdie item nuttig te pas gekom: 'n reeks vrae moes aan die proefpersone gestel word ten einde vas te stel presies watter teorie 'n proefpersoon huldig in verband met die stand van die skakelaars. Weinig proefpersone het spontaan 'n teorie daarvoor gevorm, en hierdie teorieë was meestal ook ver van korrek. Ten spyte van 'n groot aantal vrae wat aan hulle gestel is, het 28 proefpersone nie daarin geslaag om 'n teorie te formuleer wat aan die kriterium kon voldoen nie. Die rede vir hierdie onvermoë moet waarskynlik gesien word in die lig van die feit dat die proefpersone wat nie 'n teorie kon vorm nie nog konkreet-operasioneel dink en gevolglik nie kan loskom van die empiries-gegewene nie. Die vermoë om te ontsnap aan die konkrete ontbreek nog (vgl. hoofstuk 4).

Toets 1 item 5 (Die opdrag om te verduidelik watter metodes deur die proefpersoon gebruik is om die lampie te laat brand).

Dit is gevind dat proefpersone oor die algemeen hulle

handelinge in baie vae en algemene terme beskryf. Op 'n vraag van die proefnemer om te verduidelik hoe hulle te werk gegaan het, het die meeste proefpersone verkies om dit prakties te demonstreer. Hulle het soms besonder ernstig nagedink toe hulle weer eens versoek is om mondelings te verduidelik watter metodes hulle gebruik het. Slegs by uitsondering het 'n proefpersoon spontaan na vore gekom met 'n uitdrukking soos: "Ek het kombinasies gevorm..." Verdere navrae het aan die lig gebring dat die meeste proefpersone wel oor die relevante begrippe beskik, hoe- wel daar soms wel meningsverskil bestaan het oor wat byvoorbeeld 'n kombinasie is. Die feit dat die response van 27 leerlinge nie aan die kriterium kon voldoen nie, moet stellig toegeskryf word aan (onder andere) die volgende faktore: òf die proefpersone beskik nie oor die gebruik van die relevante begrippe nie, òf hulle is onseker oor die presiese betekenis van die begrippe, òf hulle is nie in staat tot formulering van die metodes wat hulle gebruik het nie. In die laasgenoemde geval sou 'n mens vermoed dat die proefpersone se vermoë tot verbalisering (kyk hoofstuk 4) nie ten volle ontwikkel is nie.

Toets 1 item 6 (Die opdrag om te onderskei tussen kombinasies, en om 'n reeds-beproefde kombinasie nie weer te gebruik nie).

Hierdie item lyk op die oog af heel eenvoudig, dog 28 proefpersone het daarin nie aan die kriterium voldoen nie. Daar is naamlik deur die proefnemer

opgelet na 'n sekere kombinasie wat die betrokke proefpersoon in sy pogings gebruik om die liggie te laat brand. Ietwat later is aan die proefpersoon gevra waarom hy nie daardie betrokke kombinasie gebruik nie. Dit is gevind dat proefpersone wat in toets 1 item 1 swak gevaar het ook in hierdie item swak vaar. Die rede daarvoor is waarskynlik geleë in die feit dat hulle op lukrake, onplanmatige, probeer-en-tref-wyse te werk gaan en dus nie blyke gee daarvan dat hulle planmatig besig is om faktore te elimineer nie. Laasgenoemde dui op 'n gebrekkige kombinatoriese stelsel (hoofstuk 4) en swak diskriminasievermoë (hoofstuk 2).

Toets 2 item 1 (Die opdrag om die arm van die massa-balans in ewewig te bring).

Die meeste proefpersone het daarin geslaag om die massabalans binne vier pogings in ewewig te bring, ander het tot sewe pogings nodig gehad. Die proefpersone wie se response nie aan die kriterium kon voldoen nie, het soms 'n onbeperkte aantal pogings sonder sukses aangewend. Die opvallendste optrede aan die kant van die proefpersone was die volgende: 'n massa van byvoorbeeld 50 g word deur die proefnemer aan die punt van die linkerarm gehang, en 'n massa van 100 g word aan die proefpersoon gegee om dit êrens op die regterarm te hang ten einde die arm in ewewig te bring. Sommige proefpersone het dit dan op die 2 cm-merk vanaf die punt van die arm gehang. Skynbaar het hulle denke s6 verloop: 100 g is tweemaal so groot as 50 g, en gevolglik word die massa by die 2 cm-merk gehang.

Hierdie optrede aan die kant van die proefpersone laat die vermoede ontstaan dat hulle nie in staat is om die INRC-groep te hanteer nie, en ook dat hulle erg gebonde is aan die konkreet-ervaarde gegewens (hoofstuk 4). Hulle word derhalwe verdink van nie-volledige bereiking van die formeel-operasionele stadium. Daarmee gaan gepaard dat hulle nie die nodige insig besit in die werking van die volgende dimensies van wetenskaplike denke nie: probleemoplossing, wederkerigheid, korrelasie, verbandlegging, kompensasie, werkverrigting, identiteit en negasie.

Toets 2 item 2 (Die opdrag om die verband tussen massa en afstand te beredeneer).

Die semi-gestruktureerde benadering was in hierdie item besonder nuttig, aangesien die proefnemer 'n hele reeks vrae aan die meeste proefpersone moes stellen einde te bepaal of hulle wel 'n verband tussen massa en afstand sien. Selfs ten spyte van sterk leiding aan die kant van die proefnemer kon 26 proefpersone se response op hierdie item nie aan die kriterium voldoen nie. Dit was duidelik dat hulle die noodsaaklikheid dat 'n groter massa nader aan die fulcrum moet hang as 'n kleiner massa op die ander arm nie kon uitredeneer nie. Die rede vir hierdie onvermoë moet moontlik gesoek word in die feit dat 'n verband 'n abstrakte entiteit is, en dat proefpersone wat nog nie formeel-operasioneel dink nie dit stellig nie kan hanteer nie. Soos area, volume en snelheid vereis verbandlegging denke van die tweede orde en konservering op 'n gevorderde vlak.

Hiertoe is die proefpersoon wat nie ten volle formeel-operasioneel dink nie, nie in staat nie (hoofstuk 4).

Toets 2 item 3 (Die opdrag om die verband tussen massa en afstand te formuleer).

Diegene wat in die vorige item die verband tussen massa en afstand nie kon beredeneer nie, het uit die aard van die saak ook met die onderhawige item probleme ondervind. Sommige ander proefpersone wat wel besef het dat daar 'n verband bestaan, kon die aard van die verband nie maklik onder woorde bring nie. Andere het die verband dadelik en spontaan by wyse van 'n formule ($M \times A = M_1 \times A_1$) uitgedruk. Die rede vir die feit dat sommige proefpersone die verband tussen massa en afstand nie gemaklik kon formuleer of onder woorde bring nie moet waarskynlik (onder andere) gesoek word in 'n gebrekkige vermoë tot verbalisering (hoofstuk 4). Taal is immers 'n wyse om verhoudinge en verbande te formuleer.

Toets 2 item 4 (Die opdrag om 'n reël te vorm oor die werking van die massabalans).

In die afneem van die toets is gevind dat die meeste proefpersone wel 'n gangbare reël kon opstel. Verskeie kere was dit egter duidelik dat proefpersone besef het hoe so 'n reël daar moes uitsien, maar formuleringsvermoë laat dan veel te wense oor. Die reël is dikwels op lukrake en intuïtiewe wyse geformuleer, en daarvoor moes proefpersone heelwat punte

inboet. Die response wat nie aan die kriterium kon voldoen nie, het bestaan uit òf baie gebrekkige formulering van 'n reël, òf uit die formulering van 'n reël wat hoegenaamd nie toepaslik was nie. In terme van die bespreking in hoofstuk 2 kan dus gesê word dat sodanige onbevredigende response nie genoegsame blyke gee van die korrekte hantering van die induktiewe metode, en van wetenskaplike formuleringsvermoë nie.

Toets 2 item 5 (Die opdrag om die geformuleerde reël toe te pas).

Die response op hierdie opdrag het meestal getoon dat die meeste proefpersone geweet het wat hulle met die reël beoog (afgesien van, en ondanks, swak formulering), en dat hulle dit kon toepas. Dit was ook duidelik dat die meeste proefpersone die reël geformuleer het vir 'n situasie wat hulle pas aan skou het (hulle toon dus tekens van gebondenheid in hulle denke aan die konkrete), en dit het dikwels sake vir 'n proefpersoon bemoeilik as die situasie gewysig word (ander massas en afstande). Die reël soos geformuleer was dus nie algemeen genoeg nie. Hieruit kan die afleiding gemaak word dat proefpersone wie se response nie aan die kriterium kon voldoen nie, in die onderhawige geval nie ten volle in staat is tot hipoteties-deduktiewe denke nie (vgl. hoofstukke 2 en 4). Daarenteen het die meeste proefpersone die reël wat hulle opgestel het goed toegepas: die wetenskaplike metodes van deduksie en reël-toepassing is goed gehanteer. Volgens tabel

6.2 het 22 proefpersone egter met hierdie opdrag probleme ondervind, meestal omdat die reël wat hulle geformuleer het (item 4) nie aan die kriterium kon voldoen nie.

Toets 2 item 6 (Die opdrag om 'n definisie van 'n massabalans op te stel).

Die proefpersone het met gemengde sukses gepoog om 'n definisie op te stel van 'n massabalans. Dit is 'n vreemde toedrag van sake as 'n mens aanneem dat byna al die proefpersone die massabalans in een of meer van die vakke Natuur- en Skeikunde, Huisvlyt en Biologie in standerd 7 behandel het. Die opvallendste neiging was om vas te steek by die konkrete (van hout, arm 70 cm lank), in plaas daarvan om die wesenlike eienskappe van 'n massabalans in die definisie op te neem. Die proefleier het met vrae en aanwysings probeer om die neiging teë te werk.

Die feit dat sukses behaal is met die pogings om gebondenheid aan die empiries-waargenome teë te werk dui moontlik daarop dat sommige van die proefpersone fluktueer in hulle denke tussen die konkreet-operasionele denkvlak en die formeel-operasionele. Aanmoediging om los te kom van die konkrete het in hierdie item vrug afgewerp, hoewel daar nog 25 proefpersone was wie se pogings tot 'n definisie nie aan die kriterium kon voldoen nie. Moontlik moet hulle onvermoë onder andere toegeskryf word aan gebrekkige vermoë tot verbalisering.

Toets 2 item 7 (Die opdrag om die implikasies van 'n verskuiwing van massa te begryp).

Proefpersone het in hierdie item verbasend swak gevaar, waarskynlik omdat hulle nie goed oor die antwoord nage-dink het nie. Feitlik onmiddellik nadat die vraag gestel is, het sommige proefpersone geantwoord dat die een massa van die fulcrum moet wegbeweeg as die ander massa nader gebring word. Tot hulle verbasing vind hulle dan dat dit verkeerd is as hulle hulle voorneme ten uitvoer bring, en bring vinnig 'n korreksie aan. 18 van die proefpersone kon hierdie korreksie nie aanbring nie. Die proefpersone het skynbaar dus slegs insig in die implikasie van 'n handeling as hulle dit waarneem - en is dan gou om die korreksie aan te bring. Dit dui daarop dat hulle redelik in staat is tot wetenskaplike waarneming, dog sterk gebonde is aan die konkreet-waargenomene. Die vermoë om abstrak na te dink oor die implikasie van 'n sekere handeling ontbreek of skynbaar by die proefpersone wie se response nie aan die kriterium kon voldoen nie, of impulsiwiteit en oorhaastigheid moet as oorsake vir die onbevredigendheid van die response beskou word.

Toets 2 item 8 (Die opdrag om die korrektheid van 'n reël wat opgestel is te bewys).

Die proefpersone is versoek om algaande te vertel wat hulle doen terwyl hulle besig om die reël wat tevore (toets 2 item 4) opgestel is te bewys. Twee of meer "nuwe" massas is aan hulle verskaf. Die

meeste proefpersone se response op hierdie opdrag (tabel 6.2) het getoon dat hulle besef wat bewysvoering inhou, en hulle het dit stelselmatig en stapsgewys probeer doen. Die response van 22 proefpersone op hierdie opdrag kon nie aan die kriterium voldoen nie; in terme van hoofstuk 4 sou 'n mens moontlik kon aanvoer dat hulle nie bevredigend in staat is tot hipotese-verifiërende gedrag nie.

Toets 3 (Die toets vir begrip van die idee van "toevalligheid").

Soos in die bespreking van toets 3 in die vooruitsig gestel is, het vraag 2 van hierdie toets aan 41 van die proefpersone groot probleme besorg: die rede waarom die raakkap van Jan se been in verband gebring word met die diefstal deur hom gepleeg is tot nog toe onduidelik, maar dit moet stellig toegeskryf word aan die feit dat die proefpersone wat hierdie fout begaan nog nie ten volle formeel-operasioneel kan dink nie (kyk die bespreking van hierdie toets in hoofstuk 5). In daardie bespreking word dit gestel dat begrip vir die idee van "toevalligheid" eers laat in die kind se lewe kom, maar dat kinders wat formeel-operasioneel dink geen probleme daarmee ondervind nie.

Toets 4 item 1 (Die opdrag om te verduidelik wat dit beteken "om te klim teen die hitteleer uit").

Die response van proefpersone wat by die konkrete vasgesteek het, het nie aan die kriterium voldoen nie: sulke proefpersone het skynbaar gedink in terme

van 'n werklike leer, of het geen idee gehad van wat met die "hitteleer" bedoel word nie, al het hulle die hele redenasie oor die "hitteleer" in die historiese passasie voor hulle gehad.

Toets 4 item 2 (Die opdrag om nog teorieë oor die ontstaan van vure op te stel).

Die versoek om teorieë op te stel is ooglopend 'n moeilike opdrag aan proefpersone wat nie ten volle formeel-operasioneel dink nie. Dit vereis van die proefpersoon om die konkrete gegewens agterweë te laat en abstrak na te dink oor allerlei moontlikhede. Volgens hoofstuk 4 is een van die kenmerke van formeel-operasionele denke dat die adolessent kan besin oor die moontlike en oor die plek van die werklike binne die moontlike. Proefpersone wat nie in staat is tot teorievorming nie is skynbaar nie in staat om op hierdie wyse te dink nie.

Toets 4 item 3 (Die opdrag om te verduidelik wat die uitdrukking "onder die tyd van die mens" beteken).

Hierdie uitdrukking "onder die tyd van die mens" moet figuurlik of oordragtelik verstaan en verklaar word. 32 proefpersone het met die interpretasie daarvan probleme ondervind, stellig omdat hulle nie ten volle formeel-operasioneel dink nie. Hulle response het nie aan die kriterium voldoen nie aangesien hulle in konkrete terme gedink het by die eksposisie van die uitdrukking. Hulle is met ander woorde nie volledig in staat tot abstrakte denke nie.

Toets 4 item 4 (Die opdrag om bewys te lewer dat die primitiewe mens oor vuur beskik het).

Die bewyse wat verstrekkend moes word, lê oral in die historiese passasie versprei, en dit is van proefpersone verwag om die bewyse te versamel; as't ware bymekaar te bring wat bymekaar hoort. Hiermee het 51 proefpersone probleme ondervind. Hierdie onvermoë dui waarskynlik op gebrekkige diskriminasievermoë en gebrek aan insig in die aard van bewysvoering.

Toets 4 item 5 (Die opdrag om te onderskei tussen "uitvind" en "ontdek").

Die verskil tussen hierdie twee begrippe was vir die meeste proefpersone duidelik. Tog was daar diegene wie se vermoë tot kontrastering nie aan die kriterium kon voldoen nie, waarskynlik omdat hulle nie bekend is met die inhoud van die begrippe nie. Ander het die betekenis van die twee woorde omgeruil, en andere het nie besef dat kontrastering en onderskeiding beteken dat die betekenis van 'n woord verskaf moet word in terme van verskille met die ander woord nie. Begripsvorming veronderstel abstrahering en veralgemening, 'n mate van ontsnapping aan die konkrete (werklike voorbeelde, die besondere) ten einde te arriveer by die begrip (die abstrakte, die algemene). Die feit dat sommige proefpersone nie die verskil tussen die begrippe kon aandui nie kan gedeeltelik daaraan toegeskryf word dat hulle konkreet-operasioneel dink.

Toets 4 item 6 (Die opdrag om die inhoud van 'n paragraaf in eie woorde weer te gee).

Die proefpersone wie se response nie aan die kriterium kon voldoen nie, kon gewoonlik nie daarin slaag om die "idee" van die paragraaf raak te vat en die "idee" dan in eie woorde te verbaliseer nie. Hierdie vermoë vereis sekerlik formeel-operasionele denkvermoë. Proefpersone wat in hulle response nie aan die kriterium voldoen het nie, het dus òf nie die opdrag reg verstaan nie, òf dink nie formeel-wetenskaplike nie, òf het teruggeval op die wyse van doen wat in précis-opstelling van pas is: om die kerngedagtes van die paragraaf weer te gee met gebruikmaking van die woorde van die paragraaf self, in so min woorde as moontlik.

Toets 4 item 7 (Die opdrag om 'n mening uit te spreek oor die bewering dat die moderne mens ook eenmaal so 'n oer-primitiewe wese was).

In hierdie item het die response van 23 proefpersone nie aan die kriterium voldoen nie. Hierdie item veronderstel dat die proefpersoon hom 'n hipotetiese situasie sal inbeeld, naamlik dat die moderne mens ook eenmaal oer-primitief was. Diegene wie se response nie bevredigend was nie, kon hulle so 'n teoretiese situasie nie inbeeld nie.

Toets 4 item 8 (Die opdrag om te verduidelik watter voordele die moderne mens bo die primitiewe mens besit).

Die response wat nie aan die kriterium kon voldoen nie,

is daardie wat by die konkrete voordele (sg. "brood-en-botter-voordele") vasgesteek het, byvoorbeeld dat die moderne mens oor elektrisiteit en vuurhoutjies beskik. Verder het hierdie response ook net die een been van die vergelyking behandel, en nie albei nie. 'n Voorbeeld van laasgenoemde is: "Die moderne mens beskik oor die gebruik van vuurhoutjies."

Toets 4 item 9 (Die opdrag om 'n mening uit te spreek oor die gebruik van die atoombom).

Die response wat nie aan die kriterium kon voldoen nie, naamlik 14, was gebrekkig in die sin dat die proefpersoon òf nie geweet het wat die atoombom is nie, òf nie 'n mening oor die gebruik daarvan kon formuleer en sodanige mening motiveer nie. Hierdie item het eweneens van die proefpersoon vereis om die gegewens in die historiese passasie te ignoreer en hom 'n hipotetiese feitekompleks in te beeld. Proefpersone wat nie formeel-operasioneel dink nie sal stellig probleme ondervind om hulle 'n teoretiese situasie soos die gebruik van die atoombom in te beeld, daaroor 'n opinie te vorm en sodanige opinie te motiveer.

Ten slotte

Uit voorgaande bespreking van die (onbevredigende) hantering van die verskillende items in die toets-battery blyk veral drie sake:

1. die rede vir die feit dat sommige proefpersone se response nie aan die kriterium kan voldoen

nie, is geleë in die feit dat sodanige proef= persone nog nie ten volle formeel-operasioneel dink nie;

2. die denkvlak van 'n besondere individu kan fluktureer tussen konkreet-operasioneel en formeel-operasioneel. Die wisseling geskied skynbaar selfs van opdrag tot opdrag;
3. verhoogde vermoë tot formeel-wetenskaplike denke word in die hand gewerk deur aansporing van die proefpersone om abstrak, teoreties, formeel te dink.

6.4 Verdere bevindings wat uit die opname voortkom

6.4.1 Inleiding

Wat hierna volg, is enkele van die bykomstige bevindings wat uit die opname voortkom. Die opname is egter nie ontwerp sodat allerlei gevolgtrekkings en afleidings uit hierdie bevindings gemaak kan word nie. Indien 'n mens dit sou doen, sou jy jou kon skuldig maak aan kapitalisering op toevallighede. Gevolglik word die bevindinge slegs aangegee, sodat verdere navorsing moontlik op grond daarvan onderneem kan word.

6.4.2 Prestasies in die toetse in die battery

TABEL 6.3

DIE GEMIDDELDE TOETSPRESTASIES IN DIE VIER TOETSE
IN DIE BATTERY (AANGEDUI IN PERSENTASIES)

	Toetse				
	1	2	3	4	Totaal
Gemiddelde prestasies in die toetse aangedui in persentasie	70,70	71,50	60,60	69,61	69,40

In toets 3 het die proefpersone in die steekproef swakker gevaar as in die ander drie toetse.

6.4.3 Korrelasies tussen die vier toetse in die battery

TABEL 6.4

KORRELASIES TUSSEN DIE VIER TOETSE IN DIE BATTERY

	Toets 1	Toets 2	Toets 3	Toets 4
Toets 1	1,00	0,41*	0,13	0,30*
Toets 2	0,41*	1,00	0,27*	0,41*
Toets 3	0,13	0,27*	1,00	0,03
Toets 4	0,30*	0,41*	0,03	1,00

Met $n = 83$ en grade van vryheid $n - 2 = 81$ is al die korrelasies met 'n asterisk gemerk beduidend op 'n α van 5% (Garret, 1947, p. 299).

6.4.4 Korrelasies tussen intelligensiekoëffisiënt, prestasie in die vier toetse en die totaalprestasie in die battery

TABEL 6.5

KORRELASIES TUSSEN INTELLIGENSIEKOEFFISIËNT, PRESTASIE IN DIE VIER TOETSE EN DIE TOTAALPRESTASIE IN DIE BATTERY

	Toetse				
	1	2	3	4	Totaal
Verbale intelligensiekoëffisiënt	0,32*	0,41*	0,10	0,60*	0,56*
Nie-verbale intelligensiekoëffisiënt	0,20	0,32*	0,05	0,49*	0,41*
Totale intelligensiekoëffisiënt	0,28*	0,40*	0,08	0,59*	0,53*

Met $n = 83$ en grade van vryheid $n - 2 = 81$ is al die korrelasies met 'n asterisk gemerk beduidend op 'n α van 5% (Garret, 1947, p. 299).

Toets 3 toon 'n baie geringe verband met die intelligensiekoëffisiënt, terwyl toets 4 (die historiese passasie) 'n hoër korrelasie met die intelligensiekoëffisiënt toon. Die algemene afleiding wat uit hierdie hoërigte korrelasie gemaak kan word, is dat 'n toets wat verbaal van aard is skynbaar verband hou met intelligensie.

Sosio-ekonomiese status, gemiddelde intel-
ligensiekoëffisiënt en prestasies in die
vier toetse vergelyk

TABEL 6.6

SOSIO-EKONOMIESE STATUS, GEMIDDELDE INTELLIGENSIEKOËFFISIËNT EN PRESTASIES
IN DIE VIER TOETSE EN DIE PRESTASIE IN DIE BATTERY VERGELYK

Sosio- ekonomiese statusgroepe	Aantal in groep	Gemiddelde I.K.			Prestasies in die toetse en die battery (aangedui in persentasies)				
		Verbaal	Nie- verbaal	Totaal	1	2	3	4	battery
1	6	111,17	112,17	112,17	79,45	78,13	95,00	73,51	78,78
2	15	108,13	102,67	108,93	77,77	76,75	67,33	77,62	74,59
3	62	102,14	103,87	103,32	69,83	69,59	55,63	67,29	67,23

Aangesien die opname nie ontwerp is om die verband tussen sosio-ekonomiese status en die vermoë tot formeel-wetenskaplike denke te bepaal nie, kan daar nie juis enige betroubare afleidings uit die gegewens gemaak word nie. Tabel 6.7 toon egter 'n vergelyking van die z-telling van die drie groepe se gemiddelde prestasie in die toetsbattery.

TABEL 6.7

'N VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE PRESTASIE IN DIE TOETSBATTERY VAN DIE DRIE SOSIO-EKONOMIESE STATUSGROEPE IN TERME VAN DIE z-STANDAARDELLING

Groep	z-telling
1	0,75
2	0,41
3	-0,19

6.4.6 Geslag, intelligensie en prestasie in die vier toetse

Hoewel die navorsingsprogram nie ontwerp is om die verband tussen geslag en wetenskaplike denkvermoë te bepaal nie, skyn dit tog of die seuns in die steekproef beter gevaar het as die dogters in die vier toetse.

TABEL 6.8

GESLAG, GEMIDDELDE INTELLIGENSIEKOËFFISIËNT EN PRESTASIES IN DIE VIER TOETSE
EN DIE BATTERY (UITGEDRUK IN PERSENTASIES) VERGELYK

Geslag	Aantal	Gemiddelde intelligensiekoëffisiënt			Toetse (%)				
		Verbaal	Nie- verbaal	Totaal	1	2	3	4	battery
Seuns	37	104,38	105,40	105,27	72,70	76,11	69,00	72,10	73,12
Dogters	46	103,48	105,10	104,70	69,08	67,79	53,83	67,60	66,42

Tabel 6.9 vergelyk die gemiddelde prestasies van die twee geslagsgroepe in die battery in terme van die z-telling.

TABEL 6.9

'N VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE PRESTASIE IN DIE TOETSBATTERY VAN DIE TWEE GESLAGSGROEPE IN TERME VAN DIE z-TELLING

Geslagsgroepe	z-telling
Seuns	0,32
Dogters	-0,25

6.4.7 Leerlinge wat standerd 8 herhaal

Hoewel die opname-ontwerp nie ingerig is om die verband te bepaal tussen herhaling van 'n skooljaar en die vermoë tot wetenskaplike denke nie, skyn dit tog of diegene wat herhaal byna deurgaans swakker presteer in toetse oor wetenskaplike denke as diegene wat vir die eerste keer in die standerd is.

Tabel 6.11 toon die vergelyking in die gemiddelde prestasies in die battery van die twee groepe proefpersone in terme van die z-telling.

TABEL 6.10

DIE GEMIDDELDE INTELLIGENSIEKOËFFISIËNT, GEMIDDELDE PRESTASIES IN DIE VIER TOETSE EN IN DIE TOETSBATTERY (AANGEDUI IN PERSENTASIES) VAN PROEFPERSONE WAT STANDERD 8 HERHAAL, VERGELYK MET DIÉ WAT DIE EERSTE KEER IN DIE STANDERD IS

	Aantal	Intelligensiekoëffisiënt			Toetse (%)				
		Verbaal	Nie-verbaal	Totaal	1	2	3	4	battery
Leerlinge wat herhaal	12	98,08	102,42	100,92	67,21	69,59	60,57	65,47	60,51
Leerlinge eerste keer in standerd 8.	71	104,85	105,72	105,66	71,28	71,83	60,60	70,31	70,90

TABEL 6.11

'N VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE PRESTASIE VAN
DIE TWEE GROEPE (HERHALERS EN NIE-HERHALERS) IN
DIE BATTERY IN TERME VAN DIE z-TELLING

Groepe	z-telling
Leerlinge wat herhaal	-0,72
Leerlinge eerste keer in standerd 8	0,13

6.4.8 Slotopmerking

Verdere navorsing is nodig oor die verband tussen (onder meer) intelligensie en die vermoë tot formeel-wetenskaplike denkvermoë, geslag en formeel-wetenskaplike denkvermoë, sosio-ekonomiese status en formeel-wetenskaplike denkvermoë, en onderrigmetode en formeel-wetenskaplike denkvermoë.

6.5 Samevattende oorsig

1. Die hipoteses vir die ondersoek is op statistiese en ander gronde aanvaar.
2. 'n Oorsig van proefpersone se response op die onderskeie toetsitems het aan die lig gebring dat 'n aantal van die proefpersone nog nie ten volle formeel-operasioneel kan dink nie.
3. 'n Aantal newebevindings uit die ondersoek is gemeld met die oog op moontlike verdere navorsing.

Hoofstuk 7 word onder meer afgestaan aan die vermelding van enkele aanbevelings wat uit die studie voortspruit.

HOOFSTUK 7

AANBEVELINGS EN VERDERE NAVORSINGSMOONTLIKHEDE
WAT SPRUIT UIT DIE ONDERSOEK; TEKORTKOMINGE,
EN SAMEVATTING VAN DIE ONDERSOEK

7.0 AANBEVELINGS EN VERDERE NAVORSINGSMOONT- LIKHEDE WAT SPRUIT UIT DIE ONDERSOEK; TEKORTKOMINGE EN SAMEVATTING VAN DIE ONDERSOEK

7.1 Inleiding

Die empiriese ondersoek het veral drie dinge na vore gebring:

- * nie alle leerlinge dink ten volle formeel-operasioneel nie;
- * sommige leerlinge se denke fluktueer van opdrag tot opdrag tussen die konkreet-operasionele en formeel-operasionele denkstadia, en
- * daar bestaan wel 'n bepaalde positiewe korrelasie tussen wetenskaplike denkvermoë en prestasie in sommige skoolvakke.

In die paragrafe wat hierna volg, word sekere aanbevelings gemaak wat uit bogenelde drie bevindings en uit die waarnemings van die proefnemer tydens die empiriese ondersoek spruit. Daarna word enkele verdere navorsingsmoontlikhede wat uit die ondersoek na vore kom, aangestip.

7.2 Aanbevelings

7.2.1 Doelbewuste bevordering van wetenskaplike denke

Die feit dat sommige standerd 8-leerlinge nog nie ten

volle wetenskaplik (resp. formeel-operasioneel) kan dink nie, is moontlik 'n aanduiding dat hulle denke nie in die skool genoegsaam gestimuleer word nie. Daar word moontlik in die skoolonderrig te veel nadruk gelê op metodes soos memorisering en deduksie. Hier= teenoor het die empiriese ondersoek daarop gedui dat proefpersone wat aanvanklik nie abstrak dink nie (geen tekens van abstrakte denke toon nie) tog met aanmoediging en 'n mate van stimulerings van hulle denke daartoe gebring kan word om meer abstrak te redeneer.

Die skool moet hom as 't ware doelbewus instel op die kweek van wetenskaplike denke: daar moet besin word oor wat wetenskaplike denke is (Pietrasinski, 1969, p. 170), wat wetenskaplike metodes is en hoe hulle in die skoolonderrig gebruik kan word. Voorts behoort vakonderwysers vas te stel wat die gehalte van die denke van elk van hulle leerlinge is en die denkvermoë van diegene wat in die een of ander opsig agterlik is, moet gestimuleer word tot 'n hoër vlak van abstraktheid (vgl. ook Seymour, 1973, p. 159).

Die eenvoudigste toets om vas te stel of 'n leerling goed abstrak (resp. formeel-operasioneel) kan redeneer, is om hom met oefeninge in sillogismes te konfronteer (Ball & Sayre, 1974, p. 334). Hierdie oefeninge lei meteen ook tot stimulerings van die leerling se denke.

7.2.2 Sillabussamestelling

Die sillabusontleding wat in hoofstuk 3 afgehandel is, het aan die lig gebring dat die sillabusse dit vir

elke onderwyser moontlik maak om te kan voldoen aan die wenke van Ausubel (Ausubel, 1968, p. 337): sluit in die onderrig aan by die vlak van kognitiewe ontwikkeling waarop elke leerling op 'n gegewe oomblik is en bou daarvandaan verder. Dit geld in die besonder van daardie groepie leerlinge wat nog nie volledig formeel-operasioneel dink nie. Die sillabusse moet s6 gebruik word dat die leerlinge se denke gestimuleer kan word, sodat verseker kan word dat soveel as moontlik van hulle die formeel-operasionele stadium kan bereik (Posner, 1974, p. 406).

7.2.3 Selfaktiwiteit t.o.v. probleemoplossing

In die opname aan die skole het die proefnemer die indruk gekry dat die proefpersone (afgesien van enkele uitsonderinge) ietwat passief was in die oplossing van die probleme wat aan hulle gestel is. Die toetsomstandighede moet stellig 'n deel van die blaam hiervoor ontvang, maar dit was duidelik dat die proefpersone nie juis "in die gewoonte was" om, soos De Vito (De Vito, 1974, p. 12) dit stel, die probleme te beoordeel, na te vors en self aktief aan te pak nie.

7.2.4 Oorwegings in verband met tydsduur

Daar is tydens die toetse gevind dat proefpersone te geneig is om onnadenkend en oorhaastig te werk te gaan in die oplossing van 'n probleem. Die gevolg is dat planmatigheid en stelselmatigheid die wyk moes neem. Daarteenoor is vasgestel dat proefpersone wat stadig en rustig werk, geneig is om meer kreatief te wees

in hulle soeke na oplossings, en hulle is verder minder geneig om vas te steek by die metodes en optredes wat hulle weet die proefnemer tevrede sal stel. In die lig hiervan skyn dit of leerlinge ook in die klaskamer genoeg tyd gegun moet word vir die deurdenking van 'n gegewe probleem.

7.2.5 Oorwegings in verband met vryheid

Proefpersone wat die vryheid gegun word om te eksperimenteer en verskillende metodes te beproef, presteer beter as wanneer hulle denke as't ware "gekanaliseer" word in 'n bepaalde rigting. As gevolg van die semi-gestruktureerde aard van die opname was dit moontlik om aan al die proefpersone dieselfde mate van vryheid te gee, maar dit was veral aan die begin van elke nuwe onderhoud opvallend hoe weinig vryheid (en tyd) die proefpersone hulleself gun, en hoedat hulle dan swakker vaar as wanneer hulle gerusgestel word en besef dat hulle die vryheid ontvang om selfs buite die gegewe feite om te redeneer. Hierdie bevinding is in ooreenstemming met die opmerking van Dienes en Reeves (Dienes & Reeves, 1965, p. 99) dat leerlinge in staat sal wees tot die formulering van 'n hipotese, die toetsing en die verwerping of aanvaarding daarvan - mits hulle die tyd en die vryheid daartoe het. In die empiriese ondersoek is gevind dat dit op die meeste nodig is om 'n proefpersoon te begelei in sy denke, hoewel die versoeking groot was (net soos vir die onderwyser in die klaskamer) om die proefpersoon te lei in sy denke. Laasgenoemde lei baie maklik daartoe dat die proefpersoon (resp. leerling) te gou ingelig word dat hy

'n verkeerde hipotese aanvaar het. Soos onderwysers oor die algemeen dit ervaar, was die proefnemer dikwels in die versoeking om 'n proefpersoon nie toe te laat om 'n verkeerde hipotese te volg nie. Om hom toe te laat om dit wel te doen, het egter ooglopende waarde.

7.2.6 Die gebruik van oudio-visuele hulpmiddels

In die opname is veral een feit onderstreep, naamlik dat selfs proefpersone wat oor die algemeen formeel-operasioneel dink, geneig is om by die konkrete, die werklike vas te steek, tensy hulle aangemoedig word om daarby verby te kyk, en abstrak oor allerlei moontlikhede te redeneer. Die apparaat wat in die opname gebruik is, het die leerlinge se aandag en belangstelling sō vasgegryp dat hulle denke deur middel van allerlei vrae weggelok moes word daarvan. Hierdie waarneming strook met die opmerkings van sommige skrywers (Van Wyk De Vries & Kruiswyk, 1966, p. 19; Duncan & Porter, 1974, p. 59) oor die gebruik van oudio-visuele hulpmiddels. Dit skyn redelik aanvaarbaar te wees, ook in die lig van die literatuur, om te sê dat oudio-visuele hulpmiddels slegs gebruik moet word om die denke van die leerling te stimuleer tot 'n optimale vlak van abstraktheid (met die hulp en die ondersteuning van die onderwyser), en dat die hulpmiddels nie toegelaat moet word om die denke van die leerling in die konkrete gevang te hou nie.

7.2.7 Leerlinge se deelname aan eksperimentele werk

In die empiriese ondersoek is die toetsopdragte aan die proefpersone voorgehou in die vorm van klein eksperimente. Die feit dat sommige van hulle hulle in hierdie opdragte nie goed van hulle taak gekwyd het nie, laat 'n mens jou die vraag afvra of die leerlinge hoegenaamd gewoond is daaraan om dinge in die skool proefondervindelik te ontdek. Die rede vir hulle swak prestasie moet miskien onder andere gesoek word in die neiging wat daar by onderwysers bestaan om die resultate van 'n eksperimentele ondersoek pasklaar, op deduktiewe wyse en soms gepaardgaande met die onoordeelkundige gebruik van 'n handboek, aan leerlinge oor te dra (Raisner, 1974, p. 7). Navorsing elders (Case & Fry, 1973, p. 135; Woolnough, 1972, p. 401) het getoon dat leerlinge wel baie kan leer deur eksperimente self van stapel te stuur. Hulle leer daar=deur veral om wetenskaplik te redeneer.

7.2.8 Die emosionele

Die feit dat proefpersone in die empiriese ondersoek nie na wense gevaar het ten opsigte van wetenskaplike denke nie, moet gedeeltelik toegeskryf word aan spanning en senuweeagtigheid. Dit blyk veral duidelik uit die feit dat hulle prestasies (in dieselfde item selfs) verbeter het nadat hulle eers gerusgestel is en nadat hulle begryp het wat van hulle verwag word. Hierdie bevinding stem in 'n groot mate ooreen met sekere opmerkings van Raisner (Raisner, 1974, p. 8)

oor die emosionele en die affektiewe soos dit in die gewone klaskameronderrig ter sprake kom.

7.2.9 Die semi-gestruktureerde benadering

Die semi-gestruktureerde benadering in die empiriese ondersoek het die proefnemer in staat gestel om gedagtes te wissel met die proefpersone, en om laasgenoemde sodoende tot 'n groter mate van abstraktheid in die denke te lei. Dit het proefpersone ook in die geleentheid gestel om vrae te vra oor wat hulle te doen staan op 'n gegewe moment. Algaande is 'n bepaalde verhouding opgebou tussen proefpersoon en proefnemer in die twee toetse wat individueel afge neem is. Die afwesigheid van die verhouding was voelbaar in die twee groeptoetse, aangesien die interaksie toe uit die aard van die saak onmoontlik was.

Hierdie bevinding word ook deur ander navorsing bevestig (vgl. Starr, 1972, p. 250; Scott, 1973, p. 329). Aldaar word hierdie interaksie tussen onderwyser en leerling die sogenaamde "free enquiry"-metode genoem. Die tegniek van hierdie metode (waarmee wetenskaplike denkvermoë verbeter kan word) word behandel deur Finch (Finch, 1973, p. 378).

7.2.10 Die historiese passasie

Soos vooraf ver wag is, het die historiese passasietoets in die battery van toetse besonder hoë eise aan die denke van die proefpersone gestel. Die rede daarvoor is geleë in die feit dat dit van proefpersone die vermoë tot verbalisering en formulering van

die antwoorde vereis, en verder is die items s6 beplan dat dit die proefpersoon se vermoë tot abstrakte denke toets. Die onderrig van hierdie soort leerstof (vgl. begripstoetse in die vakke Afrikaans en Engels) moet in die skool plaasvind met volle inagneming van die eise wat die leerstof aan die leerling se denke stel. Ook in hierdie geval moet vasgestel word wat die leerling se denkvlak is en vandaar af moet verder gebou word in die onderrig. Dieselfde bevinding oor die onderrig van die geskiedenis is gemaak in navorsing wat in Israel gedoen is (Lewy & Shavit, 1974, p. 42). 'n Soortgelyke waarneming is ten opsigte van die Nuffield-O-sillabusse in Fisika en Chemie gemaak (vgl. Gaskell, 1973, p. 374).

7.2.11 Beoordeling van proefpersone se denke

Die empiriese navorsing het veral een saak beklemtoon: 'n mens kan die denke van kinders (i.c. adolessente) nie na behore evalueer deur hulle slegs aan 'n opname binne 'n beperkte tyd te onderwerp nie. In hierdie verband is 'n opmerking in die literatuur gemaak (Duffey, 1972, p. 25) ter sake: leerlinge se vordering (t.o.v. wetenskaplike denkvermoë) moet op sowel die lang- as die korttermyn geëvalueer word, en die vordering moet gestruktureerd en omvattend beoordeel word.

7.3 Verdere navorsingsmoontlikhede

Die volgende breë navorsingsterreine word slegs aangedui:

1. 'n veel omvattender studie, in die vorm van 'n opname, as die huidige studie behoort onderneem te word ten opsigte van die hele Transvaal, en indien moontlik, die hele Republiek van Suid-Afrika. Dit behoort gedoen te word ten opsigte van
 - * 'n baie groter steekproef,
 - * standerds 8, 9 en 10,
 - * 16-, 17-, 18- en 19-jariges, en
 - * Engels- en Afrikaanssprekende leerlinge;
2. 'n studie waarin Suid-Afrikaanse kinders se denkontwikkeling met dié van ander lande vergelyk word, sal aan die lig bring in welke mate Piaget se aanvaarding dat bykans alle normale 16-jariges formeel kan dink gebillik is. So nie, moet die rede vir die agterstand van die plaaslike kind gesoek word;
3. langtermyneksperimente waarin sommige leerlinge doelbewus tot formeel-wetenskaplike denke opgevoed word en vergelyk word met 'n kontrolegroep wat "gewone" onderrig ontvang, behoort van stapel gestuur te word, mede om vas te stel watter voordele die eksperimentele groep uit hulle verbeterde denkvermoë ontvang;
4. die implikasies van die bevindinge van die huidige studie (waarvan hierdie verhandeling die verslag is) behoort didakties en metodologies verwerk te word, sodat die leerlinge in elke klas-kamer in Transvaal die voordeel daarvan kan geniet;

5. hoewel sulke studies reeds afgehandel is of aan die gang is, behoort nog meer breed-opgesette studies oor die nie-bereiking van die formeel-operasionele stadium en die gepaardgaande swak prestasie in elke skoolvak die lig te sien;
6. uit hierdie verhandeling het dit duidelik geword dat daar 'n stuk fundamenteel-pedagogiese werk gedoen behoort te word, naamlik 'n teoretiese evaluering van Piaget se ontwikkelingsteorie, ten einde vas te stel wat die bruikbaarheid van sy teorie is
 - * ten opsigte van Suid-Afrikaanse kinders, en
 - * in die beoefening van die Christelike Opvoedkunde;
7. Sakmyser (Sakmyser, 1974, p. 76) noem 'n navor=singsmoontlikheid wat in die huidige verband onderstreep moet word: navorsing is nodig ten einde te bepaal watter persoonlikheidsfaktore in ag geneem behoort te word met die oog op die beplanning van die beste onderrigmetodes vir elke leerling. Hierdie navorsing is veral van belang met betrekking tot leerlinge se kognitiewe strategieë en hulle potensiële vermoë tot wetenskaplike denke;
8. kriteria en maniere van evaluering behoort opgestel en ontwerp te word ten einde vas te stel watter vordering gemaak word deur leerlinge ten opsigte van wetenskaplike denke. Toetse behoort desnoods ontwerp en gestandaardiseer te word vir hierdie doel;

9. uit die literatuuroorsig in hoofstuk 4 blyk dit dat die verband tussen toekomsverwagting en die bereiking van die formeel-operasionele stadium ondersoek behoort te word;
10. die verband tussen sosio-ekonomiese status (vgl. milieu-gestremdheid) en die volledige bereiking van die formeel-operasionele denkstadium behoort breedvoerige aandag te ontvang, desnoods in die vorm van 'n omvattende opnameprogram, en
11. navorsing behoort van stapel gestuur te word oor die vraagstuk: aan watter ander voorwaardes moet voldoen word deur leerlinge (in standerd 8, en in ander standers) om te verseker dat hulle sukses op skool sal behaal, afgesien van die vermoë tot wetenskaplikheid in die denke? Elkeen van hierdie ander voorwaardes behoort geïsoleer te word, nagevors te word, en die relatiewe bydrae daarvan tot die suksesvolle voltooiing van die skoolgaanfase behoort bereken te word. Maniere om die voordele van elk optimaal te eksploiteer, behoort ondersoek te word.

7.4 Moontlike tekortkominge van die studie

1. Slegs 83 leerlinge is in die steekproef opgeneem, in plaas van die beplande 100. Dit is toe te skryf aan omstandighede in hoofstuk 5 beskryf. Die kleiner steekproef se resultate sal uit die aard van die saak moontlik minder betroubaar

en verteenwoordigend wees.

2. Die steekproefneming soos in hierdie studie gedoen, is waarskynlik nie die heel beste nie, maar is om verskeie praktiese redes tog so ge= doen. Die steekproef behoort etlike duisende leerlinge te wees, en moet verteenwoordigend wees van die hele standerd 8-skoolbevolking van Transvaal. Dit sou egter ander probleme, wat vir sigself spreek, meebring.
3. Die omlýning in hoofstuk 3 van die eise wat die skool stel aan die denke van die standerd 8-leerling is, ten spyte van alle maatreëls tot die teendeel, nie ten volle bevredigend nie. Miskien kan daar in hierdie verband op die een of ander wyse verbetering kom.
4. Die ou probleem van navorsing in die sogenaamde "menswetenskappe" het hom in hierdie studie weer gewreek: dit bly 'n onbegonne taak om alle faktore konstant te hou terwyl slegs een verander= like, i.c. wetenskaplike denkvermoë, getoets word as 'n mens met mense, leerlinge, doenig is. Niemand sou 'n mens verkwalik as jy aan die einde van so 'n opname die indruk het dat jy net so op die oppervlak van 'n groot en diepsinnige ver= skynsel gekrap het nie.
5. Uit verskeie navorsingsprojekte (vgl. Case & Fry, 1973, p. 141; Youniss, 1974, p. 216 en Ball & Sayre, 1974, p. 331) het dit geblyk dat die be= vindings van Inhelder en Piaget (Inhelder &

Piaget, 1958) grotendeels korrek is. Teen die eksperimentele prosedures van Inhelder en Piaget is daar egter in die verlede ernstige besware ingebring (vgl. Ausubel, 1968, pp. 192-3) en hierdie besware moes eers uitgeskakel word alvorens Inhelder en Piaget se eksperimente as toetse in die huidige studie gebruik kon word. 'n Poging is aangewend om dit te doen deur die sogenaamde kliniese benadering en 'n mate van standaardisering te kombineer tot die sogenaamde semi-gestruktureerde benadering. Hoewel hierdie benadering doeltreffend was in die empiriese ondersoek, is al die besware wat in die verlede teen Piaget se eksperimentele metode geopper is, nog nie ten volle die hoof gebied nie.

7.5 Samevattende oorsig van die hele studie

7.5.1 Die doel van die ondersoek

Jaar na jaar sak daar leerlinge aan Transvaalse skole as gevolg van 'n wye verskeidenheid van oorsake. Een van hierdie oorsake is vermoedelik die feit dat sommige van die leerlinge nie in 'n bevredigende mate kan voldoen aan die eise wat die skool in die loop van die gewone klaskameronderrig (onder meer in toetse en eksamens) aan hulle denke stel nie. 'n Oorsig van die literatuur (vergelyk hoofstuk 1) het aan die lig gebring dat verskeie skrywers gewag maak van die feit dat die skool in sommige gevalle verwagtings ten opsigte van leerlinge se denke kan koester wat bo hierdie leerlinge se vuurmaakplek is - en die gevolg

hiervan is dat sulke leerlinge geen sukses in die skool kan behaal nie.

Hierdie probleem is in die studie ondersoek ten opsigte van leerlinge in Transvaalse Afrikaans-medium hoërskole. Die doel van die studie is s6 geformuleer: om vas te stel hoeveel 16-jarige standerd 8-leerlinge in Transvaalse Afrikaans-medium hoërskole wel in staat is tot die hantering van die formeel-wetenskaplike metodes wat (onder andere) in sommige sillabusse van die Transvaalse Onderwysdepartement van hulle verwag word, en in watter mate hulle daartoe in staat is.

7.5.2 Die literatuuroorsig

'n Literatuuroorsig is vervolgens van stapel gestuur om sekere vraagstukke op te klaar. Ten eerste is aandag geskenk aan 'n omskrywing van die begrippe "wetenskap", "wetenskaplike denke" en "wetenskaplike metode". Uit hierdie omskrywing het die volgende aanname vir die doeleindes van die studie na vore gekom: wetenskaplike denke is denke wat gebruik maak van wetenskaplike metodes. Die volgende stap was 'n oorsig van die mees algemene wetenskaplike metodes wat moontlik in die gewone skoolonderrig gebruik word. Elkeen is kortliks beskryf met die oog op latere terugverwysing wanneer die ondersoek oor die eise van die skool aan die denke van die kind ter sprake kom. Hierdie fase van die literatuuroorsig is in hoofstuk 2 afgehandel.

Met die oog op die opname-ontwerp wat moes volg, is

daar vervolgens aandaq geskenk aan die eise wat die Afrikaans-medium sekondêre skool in Transvaal aan die standerd 8-leerling stel. Hierdie gedeelte van die literatuuroorsig is in hoofstuk 3 voltooi. In daardie hoofstuk is gewys op die ernstige probleme waarmee 'n mens gekonfronteer word as die eise wat die skool aan die leerling stel, uitgesif moet word. Verskeie moontlike maniere waarop dit gedoen kon word, is oorweeg en verwerp ten gunste van die volgende prosedure: 'n ontleding is gedoen van die syllabusse van twaalf vakke wat vry algemeen op die sekondêre skool gekies word (natuurlik afgesien van die twee amptelike tale, wat buitendien in die keuse van die twaalf vakke opgeneem is). Hierdie analise is aangevul met die ontleding van enkele handboeke wat gebruik word in die opleiding van onderwysstudente. Op die lang duur is 'n lys van 32 wetenskaplike metodes opgestel (aldaar, en sedertdien, genoem: die 32 dimensies van wetenskaplike of formele denke wat die skool van die standerd 8-leerling verwag om te kan hanteer).

In die opname-ontwerp wat in die empiriese deel aan die beurt kom (hoofstukke 5 en 6), word hierdie 32 dimensies as uitgangspunt gebruik. Dit sou egter weinig sin hê om die denke van 16-jariges in Transvaalse skole te gaan toets vir die hantering van hierdie 32 dimensies van wetenskaplike denke, indien daar nie eens 'n teoretiese moontlikheid bestaan dat 16-jariges oor sodanige vermoëns beskik nie. Gevolglik is die derde deel van die literatuuroorsig aan hierdie vraagstuk gewy (hoofstuk 4). Hoofstuk 4 word dus beslaan

deur 'n globale oorsig van die denkvermoëns van die adolessent, wat in die sogenaamde formeel-operasionele denkfase verkeer.

7.5.3 Die hipoteses

'n Oorsig van die literatuur in hoofstuk 4 bring spoedig aan die lig dat die literatuur optimisties is oor die feit dat die 16-jarige adolessent die eise van die skool in terme van wetenskaplike denke sal kan hanteer. Dit is duidelik dat in die literatuur aanvaar word dat bogenoemde die normale toedrag van sake is. Ervaring het egter geleer dat dit stellig nie die geval is nie, en hierdie vermoede word deur sommige skrywers gedeel. Met die oog daarop om vas te stel in watter mate hierdie vermoede korrek is, is die volgende drie hipoteses opgestel:

- * sommige 16-jarige standerd 8-leerlinge kan nie voldoen aan 'n vooraf-vasgestelde kriterium vir 'n bevredigende mate van wetenskaplikheid in hulle denke nie;
- * die leerlinge wat nie aan die kriterium voldoen nie is minder as die helfte van die totale aantal leerlinge;
- * daar bestaan 'n beduidende korrelasie tussen wetenskaplike denke en prestasie in sommige skoolvakke.

Die empiriese ondersoek wat hierna gevolg het, is daarop gemik om hierdie hipoteses òf te verifieer òf as vals te bewys.

7.5.4 Die metode van ondersoek

7.5.4.1 Algemeen

Om die hipoteses te verifieer, is besluit om gebruik te maak van 'n opname onder leerlinge in Transvaalse Afrikaans-medium hoërskole. In hoofstuk 5 word verduidelik dat 16-jarige leerlinge getoets word, omdat hulle volgens die literatuur reeds formeel-wetenskaplik behoort te kan dink, en dat standerd 8-leerlinge getoets word, omdat die eise van die skool in slegs hierdie een standerd ontleed is. Enkele ander praktiese oorwegings in verband met die insameling van die gegewens in die opname is bespreek.

7.5.4.2 Steekproefneming

Die 42 komprehensiewe eenhede in Transvaal is in vier strata verdeel en 'n eenheid is op ewekansige wyse met behulp van toevalsyfers uit elke stratum geselekteer. Op dieselfde wyse is 'n Afrikaans-mediumskool wat die Algemene studierigting aanbied uit elkeen van die gekose komprehensiewe eenhede geselekteer. Tydens 'n besoek aan die vier skole is daar op ewekansige basis 25 leerlinge per skool geselekteer. Om verskeie redes was die werklike steekproef egter nie 100 proefpersone nie, maar wel slegs 83.

7.5.4.3 Meetinstrumente

Om die 32 dimensies van wetenskaplike denke wat in hoofstuk 3 geïsoleer is, se hantering in die denke van die proefpersone te bepaal, is vier toetse

ontwerp en in 'n battery saamgevoeg. Die vier toetse is die volgende:

- * 'n aangepaste vorm van Piaget se sogenaamde kleurlose vloeistowwe-eksperiment;
- * die massabalans-eksperiment van Piaget, aangepas in die vorm van 'n toets;
- * 'n kort begriptoets wat uit slegs drie items bestaan, en
- * 'n langer begriptoets opgestel rondom 'n historiese passasie.

In hoofstuk 5 is die volgende aspekte van elke toets bespreek: die doel van die toets, motivering vir die gebruik van die toets, die ontstaan van die toets, die voorkoms daarvan en die wyse waarop punte in die toets toegeken word.

7.5.4.4 Statistiese prosedures

As gevolg van die feit dat die gegewens in die opname in die skole verkry intervalgegewens is, is besluit om parametriese statistiek te gebruik. Dit is ook moontlik gemaak deur die feit dat voorsorgmaatreëls getref is om die steekproef so verteenwoordigend van die populasie as moontlik te maak. Die volgende statistiese prosedures is gebruik:

1. die binomiaaltoets, waaraan die twee nominale groepe (diegene wat bevredigend wetenskaplik kan dink, en diegene wat nie daartoe in staat is nie) se gegewens onderwerp is ten einde gronde te vind

- vir die aanvaarding of die verwerping van SH_1 ;
2. die standaardafwyking van die verdeling;
 3. die standaardfout van die afwyking;
 4. die Pearson-korrelasiekoëffisiënt is gebruik vir die berekening van liniêre korrelasies tussen twee stelle waarnemings;
 5. 'n formule om die beduidendheid van korrelasies mee te bepaal, en
 6. formules vir die berekening van standaardtellings.

7.5.4.5 Kwalifikasie van die opname-ontwerp as 'n opvoedkundige meetmiddel

1. Diskriminasievermoë

Van die 26 items in die toetsbattery het 23 goed ge-diskrimineer. Die ander drie het redelik gediskrimineer, en die feit dat hulle onder verdenking staan, is waarskynlik daaraan te wyte dat hulle te maklik was.

2. Betroubaarheid

Volgens die Spearman-Brown-voorspellingsformule is die betroubaarheid van die toetsbattery bereken op 0,82 - wat bevredigend is.

3. Geldigheid

Met behulp van die Betroubaarheidskoëffisiënt is die geldigheid van die battery bereken op 0,91 - wat bevredigend is.

7.5.5 Resultate en gevolgtrekkings

Die volgende is die vernaamste gevolgtrekkings wat uit die opname gemaak word:

1. Nie alle 16-jarige Afrikaanssprekende standerd 8-leerlinge dink in 'n bevredigende mate wetenskaplik of formeel-operasioneel nie.
2. Diegene wat nie bevredigend wetenskaplik kan dink nie is, minder as die helfte van die totale leerlinge.
3. Daar bestaan 'n beduidende korrelasie tussen wetenskaplike denke en prestasie in sommige skoolvakke.
4. Die leerlinge wat nie in staat is tot die bevredigende hantering van formeel-wetenskaplike metodes nie, is nie ten volle in staat tot formeel-operasionele denke nie.
5. Sommige leerlinge fluktueer in hulle denke tussen die konkreet-operasionele en formeel-operasionele denkstadia.
6. Met 'n mate van aanmoediging openbaar sommige leerlinge toenemend die neiging om abstrak te dink.

7.5.6 Aanbevelings

Enkele aanbevelings wat uit die opname spruit, is in hoofstuk 7 behandel. Daar is veral verwys na die feit dat wetenskaplike denkvermoë doelbewus by die leerling gestimuleer moet word, dat onderwysers behoort aan te sluit by elke leerling se vlak van

kognitiewe ontwikkeling, en vandaar verder te bou, dat leerlinge moet meewerk in die oplossing van probleme, dat leerlinge die tyd en vryheid gegun moet word om te soek na oplossings van probleme, dat oudio-visuele hulpmiddels nie toegelaat moet word om die leerling se denke aan die konkrete te bind nie, dat die emosionele en die affektiewe 'n uitwerking mag hê op 'n leerling se denke en dat die sogenaamde "free enquiry"-metode die moeite werd is om te ondersoek as synde een van die metodes om wetenskaplike denke te bevorder.

AANGEHAALDE LITERATUUR

A. BOEKE EN TYDSKRIFTIKELS

1. ADLER, M. (1970) Jean Piaget, school organization and instruction In Educational implications of Piaget's theory. Massachusetts. Gin-Blaisdell, 1970.
2. ANNANDALE, C. (1925) The large-type concise English dictionary. London, Blackie, 1925.
3. ATHEY, Irene J. & RUBADEAU, D.O., red. (1970) Educational implications of Piaget's theory. Massachusetts, Gin-Blaisdell, 1970.
4. AUSUBEL, D.P. (1968) Educational psychology; a cognitive view. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
5. BAL, C., et al. (1963) De wereld van de kleuter. Groningen, Wolters, 1963.
6. BALL, D.W. & SAYRE, S.A. (1974) Piaget and the secondary teacher. School science and mathematics, 74(4): 331-336, 1974.
7. BINGLE, H.J.J. (1971) Metodiek van Godsdiensonderrig op die Middelbare skool. 2e dr. Pretoria, Interkerklike Uitgewerstrust, 1971.
8. BLOOM, B.S. red. (1956) Taxonomy of educational objectives, the classification of educational goals 1. London, Longmans, Green, 1956.
9. BOLTON, N. (1972) The psychology of thinking. London, Methuen, 1972.
10. BOYCE, A.N. (1968) Teaching history in South African schools. Wynberg, Juta, 1968.

11. BOYLE, D.G. (1969) A students' guide to Piaget. Oxford, Pergamon Press, 1969.
12. BREARLY, Molly & HITCHFIELD Elizabeth (1968) A teacher's guide to reading Piaget. London, Routledge and Kegan Paul, 1968.
13. BRUNER, J.S. (1966) The process of education. 10th print. Cambridge, Harvard University Press, 1966.
14. CAIN, R.B. (1972) Elementary statistical concepts. Philadelphia, Saunders, 1972.
15. CASE, R. & FRY, Cathy (1973) Evaluation of an attempt to teach scientific inquiry and criticism in a working class high school. Journal of research in science teaching, 10(2): 135-142, 1973.
16. CHAMBERS'S ENCYCLOPAEDIA (1959) London, Newnes, 1959.
17. COETZEE, J.C. (1964) Inleiding tot die algemene praktiese opvoedkunde. 5e dr. Potchefstroom, Pro Rege-pers, 1964.
18. COLLIER'S ENCYCLOPAEDIA (1970) New York, Cromwell-Collier Educational Corporation, 1970.
19. DE CORTE, E. & MASUI Chr. (1974-5) Ontwikkeling van een empirische methode voor het inventarisering van leerdoelstellingen. Tyd= schrift voor opvoedkunde, 20(2), 1974-5.
20. DE KLERK, W.J., DUVENAGE, B. & VAN WYK, J.H. (1973) Roeping en werklikheid. 2e dr. Potchefstroom, Pro Rege-pers, 1973.

21. DE VITO, A. (1974) The passable impasse in problem solving. Science and children, 11(8), Mei 1974.
22. DE WET, J.J. & VAN ZYL, P.J. (1974) Inleiding tot die Psigologiese Opvoedkunde. Johannesburg, McGraw-Hill, 1974.
23. DEWEY, J. (1933) How we think; a restatement of the relation of reflective thinking to the educative process. Boston, Heath, 1933.
24. DIENES, Z.P. & REEVES, M.A. (1965) Thinking in structures. London, Hutchinson Educational, 1965.
25. DUMONT, J.J. (1971) Leerstoornissen: oorzaken en behandelingsmethoden. Rotterdam, Lemniscaat, 1971.
26. DUFFEY, J. (1972) The assessment of progress in science. The School science review, 54(186), Sept. 1972.
27. DUNCAN, Sarah & PORTER, Mayme (1974) A classroom encounter with film. English journal, 63(7), Okt. 1974.
28. ENCYCLOPEDIA AMERICANA (1970) New York, Americana Corporation, 1970.
29. ERISMANN, T. (1924) Die Eigenart des Geistigen. Leipzig, Quelle & Meyer, 1924.
30. ERISMANN, T. (1950) Denken und Sein; Problem der Wahrheit. Wien, Seixl, 1950.
31. FINCH, Irene (1973) What makes an idea difficult to teach? The School science review, 55(191), Des. 1973.

32. FLAVELL, J.H. (1963) The developmental psychology of Jean Piaget. New York, Van Nostrand, 1963.
33. FOX, D.J. (1969) The research process in education. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1969.
34. FURTH, H.G. (1969) Piaget and knowledge; theoretical foundations. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1969.
35. GARRETT, H.E. (1947) Statistics in psychology and education. 3rd ed. New York, Longmans Green, 1947.
36. GASKELL, D.C. (1973) Levels of conceptual difficulty. The School science review, 55(191), Des. 1973.
37. GREEN, D.R. & FORD, M.P. red. (1971) Proceedings of the CTB/McGraw-Hill Conference on Ordinal Scales of Cognitive Development. New York, McGraw-Hill, 1971.
38. HALLAM, R.N. (1967) Logical thinking in history. Educational review, 19, 1966/1967.
39. HARMSE, G.D. (1973) Die vermoë van 'n groep st. V-leerlinge om 'n kritiese houding in hul denke aan te leer. (M.Ed.-verhandeling, Universiteit van S.A., Jan. 1973.)
40. HORNE, T.J. (1974) Die swakspellende Afrikaanssprekende leerling: enkele tipiese kenmerke van sy persoonsbeeld. (M.Ed.-verhandeling P.U. vir C.H.O., 1974.)
41. HUME, D. (1965) Knowledge and induction (In Theory of Knowledge. Red.: J.W. Yolton, New York. Collier-Macmillan, 1965).

42. INHELDER, B. & PIAGET, J. (1958) The growth of logical thinking from childhood to adolescence. New York, Basic Books, 1958.
43. JOHNSON, D.M. (1955) The psychology of thought and judgment. New York, Harper, 1955.
44. KARPLUS, R. (1970) The science curriculum improvement study-report to the Piaget conference. (In Educational implications of Piaget's theory. Massachusetts. Gin-Blaisdell, 1970).
45. KEATING, D.P. (1975) Precocious cognitive development at the level of formal operations. Child development, 46(1), Mrt. 1975.
46. LANSING, K.M. (1970) The research of Jean Piaget and its implications for art. (In Educational implications of Piaget's theory. Massachusetts. Gin-Blaisdell, 1970.)
47. LEWY, A. & SHAVIT, S. (1974) Types of examinations in history studies. Journal of educational measurement, 11(1), Lente 1974.
48. LINDVALL, C.M. (1967) Measuring pupil achievement and aptitude. New York, Harcourt, Brace & World, 1967.
49. LOVELL, K. (1961) A follow-up study of Inhelder and Piaget's "The growth of logical thinking". British journal of psychology, 52, 1961.
50. LOVELL, K. (1971) Some problems associated with formal thought and its assessment. In Green, D.R. & FORD, M., red. (1971). Proceedings of the CTB/McGraw-Hill Conference on Ordinal Scales of Cognitive Development. New York. McGraw-Hill, 1971.

51. LOVELL, K. & SHIELDS, J.B. (1967) Some aspects of a study of the gifted child. British journal of educational psychology, 37, 1967.
52. LUNZER, E.A. (1970) Problems of formal reasoning. (In Cognitive development in children. Chicago. University of Chicago Press, 1970).
53. MAIER, H.W., red. (1969) Three theories of child development. Rev.ed. New York, Harper International, 1969.
54. McLEAN, D. (1968) Your child and the school; an introduction to modern methods. Melbourne, Cheshire, 1968.
55. McNALLY, D.W. (1973) Piaget, education and teaching. Edinburgh, Constable, 1973.
56. MINNAAR, L.C. (1969) Studiegids vir U.O.D.-studente by die metodiek van Afrikaans. Potchefstroom, P.U. vir C.H.O., 1969.
57. MUSSEN, P.H., CONGER, J.J. & KAGAN, J. (1969) Child development and personality. 3rd ed. New York, Harper International, 1969.
58. NIEUWENHUIS, H. (1963) Psigologie van het denken (In Bal, C. et.al. (1963) De wereld van de kleuter. Groningen. Wolters, 1963).
59. OOSTHUIZEN, J.D. (1969) Die voorlopige standaardisering van 'n toets vir kritiese denke, Pretoria, Universiteit van S.A., 1969.
60. PIETRASINSKI, Z. (1969) The psychology of efficient thinking. Oxford, Pergamon press, 1969.

61. POSNER, G.J. (1974) The extensiveness of curriculum structure: a conceptual scheme. Review of educational research, 44(4), 1974.
62. PRETORIUS, P.J. (s.j.) Eksamentegnieke in Fisiologie: beplanning en ontwikkeling. Potchefstroom, P.U. vir C.H.O., s.j.
63. PULASKI, Mary A.S. (1971) Understanding Piaget; an introduction to children's cognitive development. New York, Harper & Row, 1971.
64. RAISNER, A. (1974) The left hand of science. Science and children, 11(8), Mei 1974.
65. RICHMOND, P.G. (1970) An introduction to Piaget. London, Routledge and Kegan Paul, 1970.
66. ROOS, W.L. (1970) Die 1965-Talentopnametoetsprogram, Pretoria, RGN, 1970. (Verslag nr. MT 2).
67. RUSSELL, B. (1965) Knowledge of facts and knowledge of laws In Theory of knowledge. Red.: John, W. Yolton. New York. Collier-Macmillan, 1965.
68. SAARNI, Carolyn I. (1973) Piagetian operations and field independence as factors in children's problem solving performance. Child development 44(2), Jun. 1973.
69. SAKMYSER, Diane D. (1974) Comparison of inductive and deductive programmed instruction on chemical equilibrium for high school chemistry students. Journal of research in science teaching, 11(1), 67-77, 1974.
70. SCHEFFER, P. (1972) Die invloed van sosiale status op die opvoeding van 'n groep

- Afrikaanssprekende hoërskoolseuns. Pretoria, RGN, 1972. (Verslag nr. MT. 9).
71. SCOTT, N.C. (1973) Cognitive style and enquiry strategy: a five year study. Journal of research in science teaching. 10(4): 323-330, 1973.
 72. SEYMOUR, L.A. (1973) Critical thinking ability, openmindedness, and knowledge of the processes of science of chemistry and non-chemistry students. Journal of research in science teaching, 10(2): 159-163, 1973.
 73. SIEGEL, S. (1956) Nonparametric statistics for the behavioral sciences. New York, McGraw-hill, 1956.
 74. SIME, M. (1973) A child's eye-view; Piaget for young parents and teachers. London, Thames & Hudson, 1973.
 75. SIU, R.G.H. (1957) The Tao of science; an essay on Western knowledge and Eastern wisdom. Cambridge, Technology Press, 1957.
 76. STARR, R.J. (1972) A study of the use of "Invitations to Enquiry" and student attitude. Journal of research in science teaching, 9(3):247-251, 1972.
 77. STOKER, H.G. (1961) Beginsels en metodes in die wetenskap. Potchefstroom, Pro Rege-pers, 1961.
 78. STRYDOM, H.G. (1971) Sosiale status en die verband daarmee met vryetydsaktiwiteite, houdings en aspirasies van Afrikaanssprekende standers-seuns. Pretoria, RGN, 1971 (Verslag nr. MT. 6).

79. THORNBERG, H. (1973) Adolescent development.
Dubuque, Brown, 1973.
80. VAN DER MERWE, B. DE V. (1975) Die geldigheid
van die fenomenologiese kategorieë vir die
Christelike pedagogiek. Fokus, 3(1)
Mrt. 1975.
81. VAN DER WALT, J.S. (1970) Opvoedkundige en
psigologiese meting. Stellenbosch, Kosmo-
uitgewers, 1970.
82. VAN JAARSVELD, F.A. (1973) Nuwe geïllustreerde
Geskiedenis. Johannesburg, Perskor, 1973.
83. VAN RENSBURG, J.J.J. (1973) 'n Krities-verge=
lykende studie van Jean Piaget se teorieë
in verband met die ontwikkeling van die in=
teltek van die kind en die opvoedkundige im=
plikasies daarvan. (D.Ed.-proefskrif,
U.O.V.S., 1973).
84. VAN WYK, J.H. (1973) Religie, opvoedkunde en op=
voeding. Potchefstroom, Pro Rege-pers,
1973.
85. VAN WYK, J.H. (1974a) Die implikasies van 'n
christelike mensbeskouing vir die opvoed=
kunde en opvoeding. Potchefstroom, P.U. vir
C.H.O., 57/74, 1974.
86. VAN WYK, J.H. (1974b) Kosmologie, opvoeding en
opvoedkunde. Potchefstroom, P.U. vir C.H.O.,
1974.
87. VAN WYK DE VRIES, R. & KRUISWYK, M.L. (1966)
Oudiovisuele onderwys en tegniese hulpmiddels.
Johannesburg, Voortrekkerpers, 1966.

88. VAN ZYL, P.J. (1974) Die klassifikasievermoë van die vier- tot agtjarige kind - 'n psilogologies-opvoedkundige ontleding. (D.Ed.-proefskrif, P.U. vir C.H.O., 1974).
89. VEDDER, R. (1970) Kinderen met leer- en gedragsmoeilijkheden. 7e dr. Groningen, Wolters-Noordhoff, 1970.
90. VINACKE, W.E. (1952) The psychology of thinking. New York, McGraw-Hill, 1952.
91. VOLLENHOVEN, D.H. Th. (1948) Hoofddlijnen der logika. Kampen, Kok, 1948.
92. VOLLENHOVEN, D.H. Th. (1968) Inleiding in die wysbegeerte. (Isagogé Philosophiae) in Afrikaans verwerk deur J.A.L. Taljaard. Potchefstroom, Pro Rege-Pers, 1968.
93. WERTHEIMER, M. (1959) Productive thinking. Enl. ed. New York, Harper, 1959.
94. WOLMAN, R.N. & BARKER, E.N. (1970) A developmental study of word definitions. (In Athey, Irene J. & Rubadeau, D.O., red. (1970) Educational implications of Piaget's theory. Massachusetts. Gin-Blaisdell, 1970.)
95. WOOLNOUGH, B.E. (1972) School - research laboratory liaison. Physics education, 7, 1972.
96. YOUNISS, J. (1974) Operational development in deaf Costa Rican subjects. Child development, 45:212-216, 1974.

B. SILLABUSSE

1. Sillabus vir Aardrykskunde, hoër en standaard= graad, standerd 8, 9, 10, Transvaalse Onderwysdepartement, Pretoria, 1972.
2. Sillabus vir Afrikaans hoër graad, standerd 8, 9 en 10. Pretoria, Transvaalse Onderwys= departement, Junie 1972. (90).
3. Sillabus vir Bedryfseconomie, standaardgraad, standerd 8, 9, 10. Pretoria, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972. (312)
4. Sillabus vir Biologie, standaardgraad, standerds 8, 9 en 10. Pretoria, Transvaalse Onder= wysdepartement, Junie 1972. (230)
5. Sillabus vir Ekonomie, standaardgraad, standerd 8, 9 en 10. Pretoria, Transvaalse Onder= wysdepartement, November 1972. (261)
6. Syllabus for English, (1972) standard grade, standerds 8, 9 and 10. Pretoria, Transvaal Education Department, June, 1972. (45)
7. Sillabus vir Geskiedenis, hoër en standaardgraad, standerds 8, 9, 10. Pretoria, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972. (228)
8. Leergang vir Godsdiensonderrig (1968), standerds 6 tot 10. Herdr. Pretoria, Transvaalse Onderwysdepartement, 1968.
9. Sillabus vir Handelsreg, standaardgraad, standerd 8, 9, 10. Pretoria, Transvaalse Onderwys= departement, Junie 1972. (234)

10. Sillabus vir Huisvlyt, standaardgraad, standerds, 8, 9 en 10. Pretoria, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972.
11. Sillabus vir Natuur- en Skeikunde, standaardgraad, vir standerd 8, 9 en 10. Pretoria, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972. (224)
12. Sillabus vir Wiskunde, standaardgraad, standerd 8, 9, 10. Pretoria, Transvaalse Onderwysdepartement, Junie 1972. (232)

C. OMSENDMINUTE, WERKSKEMA, VAKBELEID, TOESPRAAK EN INDEKS

1. T.O.D.-omsendminuut nommer 94 van 1972. Pretoria, 1972.
2. Transvaalse Onderwysdepartement, T.O.D.-omsendminuut nr. 137 van 1972: Handleiding vir die implementering van gedifferensieerde onderwys in Transvaal. Pretoria, 1972.
3. Werkskema: Geskiedenis, standerd 8, Hoërskool J.J. Pienaar, Potchefstroom, 1974.
4. Vakbeleid vir die onderrig van Geskiedenis, Hoërskool J.J. Pienaar, Potchefstroom, 1974.
5. Dengerink, D.J. (1975) Die aard en struktuur van die wetenskaplike denke. Toespraak gehou aan die P.U. vir C.H.O. op Maandag 10 April 1975 voor wysbegeerte-studente en -dosente.
6. Rekenaarsoektog onderneem deur die Educational Resources Information Center/ Early Childhood Education, Urbana, Illinois, gedurende 1975.

SUMMARY

AN EMPIRICAL SURVEY CONDUCTED IN ORDER TO DETERMINE
TO WHICH DEGREE 16 YEAR OLD AFRIKAANS-SPEAKING
ADOLESCENTS ARE CAPABLE OF REASONING SCIENTIFICALLY

* Aim of the research Since many pupils fail in school because of (inter alia) inadequate capability to reason as scientifically as school demands of them, it was decided to conduct a descriptive survey in order to determine how many pupils are able to reason scientifically in an adequate manner, and also to determine in which respects they are unable to meet the demands of scientific (formal) reasoning.

* Review of literature In view of planning the descriptive survey an attempt was made to define the terms "science", "scientific reasoning" and "scientific method". It was concluded that reasoning which claims to be scientific makes use of various scientific methods. Of these methods 31 were briefly treated. A review of literature was also conducted in order to determine what school demands of its pupils in terms of scientific reasoning ability. Next, a review of the literature on the theoretical reasoning abilities of the 16 year old adolescent was performed. According to the authors consulted the 16 year old should be able to meet the demands of school as far as scientific reasoning is concerned.

* The hypotheses Three hypotheses were formulated, viz.

- some 16 year old adolescents are not able to comply with a previously established criterion for satisfactory scientific reasoning ability;
- those who are unable to meet the criterion are fewer than half of the total of the pupils;
- a significant correlation exists between pupils' scores in tests on scientific reasoning and their scores in certain school subjects.

* The survey These hypotheses were tested by means of the following descriptive survey programme: a battery of four tests on scientific reasoning ability was administered to the data-producing sample of 83 pupils selected on a random basis from four Afrikaans medium secondary schools in the Transvaal.

* Findings

- All the hypotheses were accepted on statistical grounds.
- Pupils failed to meet the previously established criterion for satisfactory scientific reasoning ability because they had not completely reached the cognitive stage known as the stage of formal-operational reasoning.
- The reasoning of pupils fluctuate between the cognitive stages of concrete operations and formal operations.
- Pupils seem to think more abstractly when encouraged to do so.

In conclusion, a few recommendations on the improvement of scientific reasoning ability were made, and some other possible lines of research were indicated.

DIE 42 TRANSVAALSE KOMPREHENSIEWE EENHEDE VERDEEL IN
VIER STRATA

1	2	3	4
1. Johannesburg-oos	1. Alberton	5. Brits	7. <u>Ermelo</u>
2	2	2	2
12. Johannesburg-noord	2. Benoni	6. Carletonville	20. Lichtenburg
3	3	3	3
13. Johannesburg-noord-oos	3. Boksburg	10. Heidelberg-Nigel	39. Verre-Noord
4	4	4	4
14. Johannesburg-noord-wes	4. Brakpan	18. <u>Klerksdorp</u>	40. Verre-Wes
5	5	5	5
15. Johannesburg-sentraal	8. <u>Germiston-Noord</u>	21. Middelburg	41. Waterberg
6	6	6	
16. Johannesburg-wes	9. Germiston-Suid	22. Nelspruit	
7	7	7	
25. Pretoria-Noord	17. Kempton Park	23. Pietersburg	
8	8	8	
26. Pretoria-Oos	19. Krugersdorp	24. Potchefstroom	
9	9	9	
27. <u>Pretoria-Oosmoot</u>	31. Randfontein	33. Rustenburg	
10	10	10	
28. Pretoria-Sentraal	32. Roodepoort	36. Standerton	
11	11	11	
29. Pretoria-Suid	35. Springs	42. Witbank	
12	12		
30. Pretoria-Wes	37. Vanderbijlpark		
13	13		
34. Suid-Rand	38. Vereeniging		

DIE KEUSE VAN VIER HOËRSKOLE, EEN PER STRATUM

27. Pretoria-Oosmoot	8. Germiston-Noord	4. Klerksdorp	7. Ermelo
1. <u>F.H. Odendaal</u>	1. Edenvale-se	1. Klerksdorpse	1. <u>Carolina se</u>
2. Oos-moot	2. Goudrif	2. Orkneyse	2. Ermelo se
3. Silvertonse	3. <u>Vryburger</u>	3. <u>Schoonspruit</u>	
4. Staatspresident C.R. Swart		4. Stilfonteinse	
5. Wonderboom			

ALGEMENE INLIGTINGSBLAD

Leerling se nommer _____

Ouderdom: _____ jare _____ maande _____ dae

I.K. _____ V _____ NV _____ Totaal _____

Skool: 1, 2, 3, 4.

Jare in st. 8 _____. Beroep van ouer/voog: _____

Wiskunde in st. 7? Ja 0 Nee 1

Wiskunde in st. 8? Ja 0 Nee 1

Skei-Nat. in st. 7? Ja 0 Nee 1

Skei-Nat. in st. 8? Ja 0 Nee 1

1. Afrikaans H/g Jongste eksamen _____ %

2. Engels S/g _____ %

3. _____ Sg/Hg _____ %

4. _____ Sg/Hg _____ %

5. _____ Sg/Hg _____ %

6. _____ Sg/Hg _____ %

Totaal:

Toets 1 _____

Toets 2 _____

Toets 3 _____

Toets 4 _____

Totaal: _____

PUNTETOEKENNING

Toets 1

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

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

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

Toets 2

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

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

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

Toets 3

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

Toets 4

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

Ongelyke resp.

Gelyke resp.

Totale

1	2	3	4

Groototaal

BYLAE 5

Ll. se nommer			Ouderdom						I.K.								
			Jare		Maande		Dae		V.			NV.			Totaal		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Skool 1, 2, 3, 4.	Jare in St. 8	S.E.S. 1, 2, 3.	Wisk.in St.7 Ja O Nee 1	Wisk.in St.8 Ja O Nee 1	Skei-N.in St.7 J.O N.1	Skei-N.in St.8 J.O N.1	Totaal van ongelyke toets=response			Totaal van gelvke toets=response			Geslag	Afr. H/g % Jongste eksamen		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35

Eng. S/g %			Vak 1 H/g %			Vak 2 H/g %			Vak 3 H/g %			Vak 4 H/g %			Vak 1 S/g %		
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53

Vak 2 S/g %			Vak 3 S/g %			Vak 4 S/g %			Totale %			Toets 1			Toets 2		
54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71

Toets 3			Toets 4			Totaal 1-4		
72	73	74	75	76	77	78	79	80