

**'N E-ONDERWYSGEBASEERDE BENADERING TOT DIE
IMPLEMENTERING VAN DIE NASIONALE KURRIKULUMVERKLARING
VIR FISIESE WETENSKAPPE – 'N DIDAKTIESE PERSPEKTIEF**

Deur

**JACOBUS VAN BREDA
(B.Sc., M.Ed.)**

Proefskrif voorgelê om te voldoen aan die vereistes vir die graad

PHILOSOPHIAE DOCTOR

IN DIE FAKULTEIT OPVOEDKUNDE

**SKOOL VIR WISKUNDE- NATUURWETENSKAPPE- EN TEGNOLOGIE-
ONDERWYS**

**UNIVERSITEIT VAN DIE VRYSTAAT
BLOEMFONTEIN**

PROMOTOR: DR ER DU TOIT

MEI 2011

VERKLARING

Hiermee verklaar ek dat hierdie studie wat deur my ingehandig is die resultaat is van 'n onafhanklike ondersoek en dat alle bronne wat in die studie gebruik of aangehaal is, erken is en in 'n volledige bronnelys vervat is. Ek verklaar verder dat dit die eerste keer is dat hierdie studie by hierdie universiteit ingehandig word ten opsigte van die graad Philosophiae Doctor in die Skool vir Wiskunde- Natuurwetenskappe- en Tegnologie- onderwys en dat dit nooit voorheen by enige ander universiteit of fakulteit ingehandig is met die doel om 'n graad te verwerf nie.

Jacobus van Breda

Datum

Hiermee staan ek ook kopiereg toe aan die Universiteit van die Vrystaat.

Jacobus van Breda

Datum

DANKBETUIGINGS

'n Spesiale woord van dank en erkenning aan die volgende persone en instansies:

- Dr. Erna du Toit, my studieleier, vir haar leiding, entoesiasme, aanmoediging en volgehoue ondersteuning en belangstelling.
- My werkgewer, Die Skool vir Voortgesette Onderwys (SVO), wat my toegelaat het om my navorsing in die IKT Laboratorium uit te voer.
- Die Vrystaatse Departement van Onderwys vir toestemming om leerders in die navorsing te betrek.
- Die Statistiese Verwerkingsafdeling van die IKT-dienste, aan die Universiteit van die Vrystaat, vir die verwerking van die navorsingsvraelyste.
- Die Universiteit van die Vrystaat vir die studievoordeel aan my gebied.
- My eggenote, Thea, vir haar volgehoue ondersteuning, asook ons kinders, Ruan en Sonica, vir die begrip wat hulle die afgelope paar jare tydens hierdie studie getoon het.

Vir die voorreg om hierdie studie, 'n lewensideaal, te kon aanpak asook die krag en genade daarvoor, alle eer aan die Allerhoogste.

Cobus van Breda

BLOEMFONTEIN

Mei 2011

OPSOMMING

Sedert daar in 1997 in Suid-Afrika besluit is om die tradisionele- met uitkomsgebaseerde onderwys te vervang, het kurrikulumtransformasie, om 'n verskeidenheid van redes, nog nie werklik in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer neerslag gevind nie, met die gevolg dat swak Fisiese Wetenskappe-uitslae steeds aan die orde van die dag is. Hierdie realiteite, tesame met die feit dat onderwys hervorming in Suid-Afrika nie in isolasie van globalisering en die eise wat die 21ste-eeu aan onderrig-en-leer stel, kan plaasvind nie, het tot hierdie studie aanleiding gegee.

Die oorkoepelende doel van die studie was gevolglik om riglyne vir 'n IKT-geïntegreerde onderrigbenadering en leeromgewing, wat tot die suksesvolle implementering van die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum in die klaskamersituasie kan lei, voor te stel. Om hierdie doel te bereik, was dit nodig dat die navorsing eensyds op daardie aspekte waaraan suksesvolle kurrikulumimplementering gemeet kan word, gefokus het en andersyds op die bydrae wat die gebruik van digitale tegnologie in kurrikulumimplementering kon maak, gerig was.

Voortspruitend uit die voorafgaande is 'n omvattende literatuurstudie onderneem waartydens Fisiese Wetenskappe-kurrikulumdokumente en ander onderrig-en-leer-literatuur, binne die konteks van UGO, konstruktivisme asook effektiewe leerbeginsels ondersoek is. Uiteindelik is elf sogenaamde "implementeringsbeginsels" geïdentifiseer (sien 2.7.1). Hierna is daar voortgegaan om vas te stel hoe verskillende IKT-aanwendings op 'n prakties uitvoerbare wyse aangewend kan word om daartoe by te dra dat die implementeringsbeginsels neerslag binne die Fisiese Wetenskappe-klaskamer kan vind.

Vanweë die feit dat hedendaagse leerders tot die generasie Y, wat eiesoortige behoeftes het, behoort, asook die feit dat meer as 80% van alle Suid-Afrikaanse

leerders wetenskaponderrig in 'n taal wat nie hulle huistaal is nie ontvang (sien 1.2.2.2), is daar heelwat aandag aan hierdie aspekte in die studie gegee.

In hierdie studie is daar van 'n kwantitatiewe navorsingsontwerp gebruik gemaak en data is deur middel van 'n vraelys, as meetinstrument, ingesamel. Alhoewel daar ook van veelkeuse- en tweedelige-tipe vrae gebruik gemaak is, het die vraelys oorwegend uit vyf-punt Likert-tipe vrae bestaan (sien 4.10). Die verskillende afdelings in die vraelys het vrae gehad wat gehandel het oor “alledaagse IKT-toepassings”, leerders se huislike omgewing, die taal van onderrig-en-leer, die beskikbaarheid en gebruik van IKT in die skoolomgewing, leerders se belewenis van die IKT Laboratorium (sien 1.2.3) as leeromgewing asook hul belewenis van die IKT-toepassings in die Laboratorium. Die steekproef het uit 110 Fisiese Wetenskappe leerders, wat die IKT Laboratorium op 'n gereelde basis besoek het, bestaan. Die verwerking van die vraelyste is deur die Statistiese Verwerkingsafdeling van die IKT-dienste aan die Universiteit van die Vrystaat, deur middel van die SPSS-rekenaarpakket, behartig.

Die inligting wat uit die literatuurstudie verkry is, sowel as die empiriese navorsing het die navorser in staat gestel om vanuit 'n didaktiese perspektief riglyne vir 'n e-Onderwysgebaseerde benadering tot die implementering van die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Fisiese Wetenskappe, te maak (sien 6.4).

Die studie beklemtoon die noodsaaklike rol wat die onderwyser speel in die identifisering van geskikte IKT-toepassings wat tot voordeel van onderrig-en-leer, binne 'n 21ste-eeuse leeromgewing, en in diens van Fisiese Wetenskappe-kurrikulumimplementering aangewend kan word.

SUMMARY

Since the South African government decided in 1997 to replace traditional education with outcomes-based education, curriculum transformation has as yet for various reasons not realised in the Physical Sciences classroom, thus resulting in poor marks in Physical Sciences. This study was prompted by the above realities and the fact that education reform in South Africa cannot occur in isolation from globalisation and the demands of 21st-century teaching-and-learning.

The overarching aim of the study thus was to propose guidelines for an ICT-integrated approach to teaching and for a learning environment that can lead to the successful implementation of the Physical Sciences curriculum in the classroom. In order to achieve this aim, the research had, on the one hand, to focus on those aspects against which successful curriculum implementation can be measured and, on the other, be directed at the contribution which the use of digital technology could make in curriculum implementation.

The above led to a comprehensive literature study during which Physical Sciences curriculum documents and other teaching-and-learning literature were investigated within the context of UGO, constructivism as well as effective principles of learning. Ultimately eleven so-called “implementation principles” were identified (see 2.7.1). Thereafter it was established how different ICT usages can be practically and feasibly used in order to contribute to the realisation of the implementation principles in the Physical Sciences classroom.

Due to the fact that today’s learners belong to the Y generation, with their unique needs, as well as the fact that over 80% of all South African learners are taught Science in a language that is not their home language (see 1.2.2.2), much attention was paid to these aspects in this study.

A quantitative research design was used and data were collected by means of a questionnaire, as measuring instrument. Although multi-choice and binary-type questions were also used, the questionnaire mainly consisted of five-point Likert-type questions (see 4.10). The questions in the various sections of the questionnaire dealt with “daily ICT applications”, learners’ home environment, language of teaching-and-learning, the availability and use of ICT in the school environment, learners’ experience of the ICT Laboratory (see 1.2.3) as learning environment as well as their experience of ICT applications in the Laboratory. The test sample consisted of 110 Physical Sciences learners who visited the ICT Laboratory regularly. The Statistical Processing unit of the ICT services at the University of the Free State processed the questionnaires by means of the SPSS computer package.

The information gleaned from the literature study as well as the empirical research enabled the researcher, from a didactical perspective, to propose guidelines for an e-Education-based approach to the implementation of the National Curriculum Statement for Physical Sciences (see 6.4).

The study emphasises the essential role of the teacher in identifying suitable ICT applications that can be used to the benefit of teaching-and-learning within a 21st-century learning environment and in service of the implementation of a Physical Sciences curriculum.

INHOUDSOPGAWE

	Bladsy
HOOFSTUK 1	
ORIËTERING	
1.1 INLEIDING	1
1.2 BEGRONDING VAN DIE STUDIE	4
1.2.1 Stand van kurrikulumimplementering in Suid-Afrika teen 2011	4
1.2.2 Stand van wetenskap in Suid-Afrikaanse skole	9
1.2.2.1 “Laggard”- verslag	9
1.2.2.2 Sistemiese evaluering	10
1.2.3 IKT Laboratorium	13
1.3 PROBLEEMSTELLING	14
1.4 DOEL VAN DIE STUDIE	17
1.5 AARD EN METODE VAN ONDERSOEK	18
1.6 TERREINAFBAKENING	20
1.7 BEGRIPSVERKLARING	21
1.7.1 Tegnologie	21
1.7.2 Inligtingstegnologie (IT)	21
1.7.3 Kommunikasietegnologie (KT)	22
1.7.4 Inligtings- en Kommunikasietegnologie (IKT)	22
1.7.5 e-Onderwys	22
1.7.6 Filosofie, onderwysteorie, onderwysbenadering	22
1.8 VERLOOP VAN DIE STUDIE	23
1.9 SAMEVATTING	24

HOOFSTUK 2

DIE EFFEKTIEWE ONDERRIG VAN FISIESE WETENSKAPPE BINNE DIE KONTEKS VAN KURRIKULUMTRANSFORMASIE IN SUID-AFRIKA

2.1 INLEIDING	26
2.2 KURRIKULUM EN DIE KRAGTE WAT DAAROP INSPEEL	28
2.2.1 Sosiale kragte	29
2.2.2 Kennis	31
2.2.3 Psigologiese kragte	31
2.2.4 Filosofiese kragte	32
2.3 PERSPEKTIEWE IN KURRIKULUMONTWIKKELING	32
2.4 UGO-MODELLE	33
2.4.1 Die tradisionele uitkomsgebaseerde model	34
2.4.2 Die oorgangs-uitkomsgebaseerde model	34
2.4.3 Die transformasie-uitkomsgebaseerde model	35
2.5 KURRIKULUMONTWIKKELING BINNE DIE UGO-ONDERWYSMODEL	37
2.5.1 Die basiese beginsels van UGO	37
2.5.2 Model van UGO-kurrikulumontwerp	42
2.6 UGO EN DIE NASIONALE KURRIKULUMVERKLARING VIR FISIESE WETENSKAPPE	44
2.6.1 Uitkomste	46
2.6.1.1 Beginsels by die formulering van uitkomste	46
2.6.1.2 Uitkomste versus doelwitte	50
2.6.1.3 Kritieke en ontwikkelingsuitkomste van die Suid-Afrikaanse Kwalifikasiewet (1995)	51
2.6.1.4 Leeruitkoms 1 en die implikasie daarvan in kurrikulumimplementering	54
2.6.1.4.1 Die wetenskaplike metode	55

2.6.1.4.2 Kritiese denke	56
2.6.1.5 Leeruitkoms 2 en die implikasie daarvan in kurrikulumimplementering	65
2.6.1.6 Leeruitkoms 3 en die implikasie daarvan in kurrikulumimplementering	65
2.6.1.7 Leeruitkomste in diens van kritieke en ontwikkelingsuitkomste	67
2.6.2 Konteks (situasie-analise)	68
2.6.2.1 Taal in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe	68
2.6.2.1.1 Inhoudgebaseerde- taalonderrig	72
2.6.2.1.2 Skep van omgewing waarin tweede-taal ontwikkeling kan plaasvind	74
2.6.2.1.3 Aanleer van nuwe woordeskat	75
2.6.2.1.4 Belangrikste komponente vir die aanleer van 'n tweede taal	76
2.6.2.1.5 Konstruktivistiese benadering en inhoudgebaseerde taalonderrig	76
2.6.2.2 Generasie Y-leerders	77
2.6.2.3 Wêreldwye behoeftes	79
2.6.3 Leerinhoud	80
2.6.3.1 Leerprogramriglyne	80
2.6.3.2 Vakinhoud	81
2.6.4 Effektiewe wetenskap onderrig-en-leer binne die Suid-Afrikaanse UGO-model	84
2.6.4.1 Onderrigstrategieë	85
2.6.4.2 Behavioristiese benadering	87
2.6.4.3 Kognitiewe benadering	88
2.6.4.4 Konstruktivistiese leer	90
2.6.4.5 Konstruktivisme, effektiewe onderrig-en-leer en die NKV	91
2.6.4.5.1 Leer is 'n aktiewe en konstruktiewe proses	91
2.6.4.5.2 Leer is koöperatief	93
2.6.4.5.3 Leer is individueel verskillend	93

2.6.4.5.4 Leer is kumulatief	94
2.6.4.5.5 Leer is self-regulerend	95
2.6.4.5.6 Leer is situasie-gebonde	96
2.6.4.5.7 Leer is doelmatig	96
2.6.5 Assessering en terugvoering	98
2.7 LEEROMGEWING IN DIENS VAN DIE IMPLEMENTERING VAN DIE NKV	100
2.7.1 Implementeringsbeginsels van die NKV vir Fisiese Wetenskappe	100
2.7.2 Leerdergesentreerde omgewing	105
2.7.3 Kennisgesentreerde omgewing	105
2.7.4 Assesseringgesentreerde omgewing	105
2.7.5 Gemeenskapgesentreerde omgewing	105
2.8 SAMEVATTING	106

HOOFSTUK 3

E-ONDERWYS IN DIE ONDERRIG-EN-LEER VAN FISIESE WETENSKAPPE

3.1 INLEIDING	111
3.2 OPVOEDKUNDIGE PERSPEKTIEWE RONDOM DIE ONTWIKKELING VAN E-ONDERWYS IN DIE KLASKAMER	112
3.2.1 Onderrigmodel	114
3.2.2 Onthullende model	115
3.2.3 Voorspellende model	115
3.2.4 Emansipatoriese model	115
3.3 E-ONDERWYS BINNE DIE SUID-AFRIKAANSE KONTEKS	117
3.4 IKT-TOEPASSINGS IN DIE WETENSKAP-KLASKAMER	118
3.4.1 Onderrigprogrammatuur (Instruksie)	119
3.4.1.1 Dril-en-oefen-programmatuur	120
3.4.1.2 Tutoriaal-programmatuur	121
3.4.1.3 Rekenaarsimulasies in Wetenskap-onderrig	122
3.4.1.4 Modelling in Wetenskap-onderrig	124
3.4.2 Toepassingsagteware	126
3.4.2.1 Woordverwerking in Wetenskap-onderrig	126
3.4.2.2 Sigblaai in Wetenskap-onderrig	127
3.4.2.3 Databasisse	128
3.4.3 Interaktiewe IKT stelsels	129
3.4.3.1 Datavaslegging	129
3.4.3.2 Persoonlike Respons Sisteem (PRS)	133
3.4.3.3 Tabletrekenaar en digitale skryfvermoë	135
3.4.3.4 Interaktiewe witbord	137
3.4.3.5 Selfoon en massa sms-stelsel	138

3.4.4 Netwerkt toepassings	138
3.4.4.1 Internet	138
3.4.4.2 Lokale areanetwerk (LAN)	139
3.4.4.3 Virtuele Leeromgewings (VL's)	140
3.4.5 Multimedia in Wetenskap-onderrig	141
3.5 IKT IN DIENS VAN DIE VAKWETENSKAPLIKE PRAKTYKE	142
3.5.1 Datavaslegging en -analise	144
3.5.2 Ondersteuning van hipoteseproses, ondersoek en opdoen van kennis	145
3.5.3 Kommunikasie en navorsing	145
3.5.4 Aanbieding van inligting	146
3.6 DIE TOEGEVOEGDE WAARDE VAN IKT IN DIE ONDERRIG-EN-LEER VAN FISIESE WETENSKAPPE	146
3.7 DIE KRITIEKE ROL VAN DIE ONDERWYSER IN DIE GEBRUIK VAN IKT IN DIE ONDERWYS	148
3.7.1 Identifisering van geskikte IKT-toepassings	149
3.7.2 Fasilitering tydens aktiwiteite	151
3.7.3 Organisering van aktiwiteite	151
3.7.4 Beheer en behoud van leerders se fokus	152
3.7.5 Monitering van internet gebruik	153
3.7.6 Integrering van IKT	153
3.7.7 Assessering van leerders se werk	154
3.8 IKT IN DIENS VAN KOÖPERATIEWE LEER	155
3.8.1 Heterogene groepindelings	156
3.8.2 Element van spanbou	156
3.8.3 Vestiging van positiewe interafhanklikheid	157
3.8.4 Doelbewuste onderrig van sosiale vaardighede	157

3.8.5 Reflektering op groepdinamika	158
3.9 IKT IN DIENS VAN DIE IMPLEMENTERINGSBEGINSELS VAN DIE NKV	158
3.9.1 Konstrueer van Kennis	160
3.9.2 Gelykeberegting	161
3.9.3 Differensiasie	162
3.9.4 Ondersoekende benadering	163
3.9.5 Voorafkennis	164
3.9.6 Betrokkenheid	165
3.9.7 Persoonlike relevansie	166
3.9.8 Samewerking	167
3.9.9 Verantwoordelik vir eie leer	168
3.9.10 Integrasie	169
3.9.11 Doelmatigheid	170
3.9.12 Geïntegreerde leeromgewing	171
3.10 FAKTORE WAT DIE IMPLEMENTERING VAN IKT BEÏNVLOED	172
3.11 SAMEVATTING	173

HOOFSTUK 4

METODE VAN NAVORSING

4.1 INLEIDING	179
4.2 DOEL VAN DIE NIE-EMPIRIESE STUDIE	180
4.3 DOEL VAN DIE EMPIRIESE STUDIE	180
4.4 NAVORSINGSPARADIGMA	181
4.5 NAVORSINGSONTWERP	184
4.6 KWANTITATIEWE METODE VAN NAVORSING	184
4.6.1 Metode van dataversameling	186
4.6.2 Ontwerp van die meetinstrument	186
4.6.3 Struktuur van die vraelys	191
4.6.3.1 Afdeling A: Persoonlike en algemene inligting	191
4.6.3.2 Afdeling B: Huislike omgewing	191
4.6.3.3 Afdeling C: Skoolomgewing	191
4.6.3.4 Afdeling D: Leeromgewing van die IKT Laboratorium	192
4.7 LOODSPROJEK	194
4.8 AARD EN SAMESTELLING VAN DIE STEEKPROEF	196
4.8.1 Teiken- en bereikbare populasie	196
4.8.2 Steekproef	196
4.9 DIE BETROUBAARHEID EN GELDIGHEID VAN DIE VRAELYS	198
4.9.1 Betroubaarheid	198
4.9.2 Geldigheid	199
4.10 ONTLEDING VAN DIE VRAELYS	201
4.11 KODERING EN VERWERKING VAN DIE VRAELYS	205
4.12 ETIESE OORWEGINGS	205
4.13 SAMEVATTING	206

HOOFSTUK 5

DATA-ANALISE EN INTERPRETASIE

5.1 INLEIDING	209
5.2 STATISTIESE TEGNIEKE	210
5.3 BETROUBAARHEID VAN DIE VRAELYS	212
5.4 RESULTATE VAN EMPIRIESE ONDERSOEK	218
5.4.1 Persoonlike en algemene inligting van deelnemende leerders	219
5.4.2 Sosio-ekonomiese besonderhede van deelnemende leerders	224
5.4.3 Die skoolomgewing van deelnemende leerders	225
5.4.4 Data-analise en interpretering van die leerders se belewenis van die IKT Laboratorium as leeromgewing	232
5.4.4.1 Hipoteses ten opsigte van die leerders se belewenis van die IKT- toepassings in die IKT Laboratorium (oftewel IKT leeromgewing)	233
5.4.4.2 Hipoteses ten opsigte van die leerders se belewenis van die IKT Laboratorium as leeromgewing in die algemeen (oftewel klaskameromgewing)	236
5.4.4.3 Resultate van die ANOVA ten opsigte van die verskillende sosio- ekonomiese groeperinge se belewenis van die IKT-leeromgewing	239
5.4.4.4 Resultate van die ANOVA ten opsigte van die verskillende sosio- ekonomiese groeperinge se belewenis van die klaskameromgewing	242
5.4.4.5 Resultate ten opsigte van die groep deelnemende leerders in die geheel se belewenis van die klaskameromgewing	245
5.4.4.6 Resultate van die groep deelnemende leerders in die geheel ten opsigte van die leerders se belewenis van die IKT-leeromgewing	247
5.4.4.7 Direkte korrelasies tussen die verskillende IKT-toepassings en die implementeringbeginsels	249
5.5 SAMEVATTING	255

HOOFSTUK 6

BEVINDINGS, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

6.1 INLEIDING	259
6.2 OORSIG VAN DIE NAVORSINGSMETODOLOGIE	259
6.2.1 Bevindings van die literatuurstudie	260
6.2.2 Bevindings van die empiriese studie	276
6.2.2.1 Algemene bevindings van die empiriese studie	276
6.2.2.2 Bevindings van die empiriese studie in terme van die navorsingsdoelwitte	279
6.3 BEPERKINGS VAN DIE STUDIE	282
6.4 RIGLYNE EN AANBEVELINGS	284
6.5 VOORSTELLE VIR VERDERE NAVORSING	288
6.6 SLOTSOM	288
BRONNELYS	289

LYS VAN TABELLE

Tabel 1.1:	Klassifikasie van UGO, konstruktivisme en behaviorisme	22
Tabel 2.1:	Kenmerke van 'n transformasie UGO-model	35
Tabel 2.2:	Voorbeelde van werkwoorde in die kognitiewe domein	49
Tabel 2.3:	Voorbeelde van werkwoorde in die affektiewe domein	49
Tabel 2.4:	Voorbeelde van werkwoorde in die psigomotoriese domein	50
Tabel 2.5:	Vergelyking van uiteensetting van AOO- en VOO-Wetenskap vakinhoud	82
Tabel 2.6:	Implementeringsbeginsels van die NKV vir Fisiese Wetenskappe	101
Tabel 3.1:	Modelle rondom die gebruik van rekenaars in die klaskamer	116
Tabel 3.2:	Wetenskapaktiwiteite van leerders en gepaardgaande IKT-aanwending	144
Tabel 4.1:	Die drie basiese navorsingsparadigmas en hul vertrekpunte	181
Tabel: 4.2:	Afdeling D – IKT leeromgewing veranderlikes	185
Tabel 4.3:	Afdeling D – Klaskameromgewing veranderlikes	185
Tabel 4.4:	Afdeling D – Veranderlikes tydens verwantskappe tussen die gebruik van IKT-toepassings en die verskillende implementeringsbeginsels	186
Tabel 4.5:	NKLOV en die klassifikasiestelsel van Moos	189
Tabel 4.6:	Beskrywing en oorsprong van elke NKVLOV-skaal ten opsigte van die implementeringsbeginsels	189
Tabel 4.7:	Groepering van vrae wat implementeringsbeginsels reflekteer	193
Tabel 4.8:	Grootte van die steekproef van die loodsprojek	194
Tabel 4.9:	Grootte van die steekproef van die werklike studie	197
Tabel 4.10:	Syferwaardes van die Likert-skaal intervalle	203
Tabel 4.11:	Die Inligtings- en Kommunikasietegnologie (IKT)-toepassings	204
Tabel 5.1:	Cronbach Alpha-koëffisiënte: Klaskameromgewing	212

Tabel 5.2:	Cronbach Alpha-koëffisiënte: IKT Leeromgewing	213
Tabel 5.3:	Cronbach Alpha-koëffisiënte: Klaskameromgewing (na itemanalise)	215
Tabel 5.4:	Cronbach Alpha-koëffisiënte: IKT-leeromgewing (na itemanalise)	216
Tabel 5.5:	Inter-item korrelasie: Klaskameromgewing	217
Tabel 5.6:	Inter-item korrelasie: IKT-leeromgewing	218
Tabel 5.7:	Huistaal van leerders	219
Tabel 5.8:	Geslag van deelnemende leerders	220
Tabel 5.9:	Beskikbaarheid van selfoon en rekenaar by huis	221
Tabel 5.10:	Leerders kan rekenaars met selfvertroue gebruik	223
Tabel 5.11:	Groottotale ten opsigte van sosio-ekonomiese groeperinge	224
Tabel 5.12:	Sosio-ekonomiese groeperinge van leerders	225
Tabel 5.13:	Leerder-response aangaande die TVOL in Fisiese Wetenskappe	226
Tabel 5.14:	Beskikbaarheid van rekenaars wat deur leerders gebruik kan word	230
Tabel 5.15:	Gebruik van rekenaars in die onderrigsituasie by die skool	231
Tabel 5.16:	Resultate aangaande die <i>Gebruikersvriendelikheid</i> -konstruk	240
Tabel 5.17:	ANOVA aangaande die <i>Gebruikersvriendelikheid</i> - konstruk	240
Tabel 5.18:	Die <i>F</i> -waarde en ooreenstemmende p-waarde wat deur die ANOVA opgelewer is – IKT-leeromgewing	241
Tabel 5.19:	Resultate aangaande die <i>Konstrueer van kennis</i> - konstruk	242
Tabel 5.20:	ANOVA aangaande die <i>Konstrueer van kennis</i> -konstruk	242
Tabel 5.21:	Die <i>F</i> -waarde en ooreenstemmende p-waarde wat deur die ANOVA opgelewer is – klaskameromgewing	243
Tabel 5.22:	Leerder terugvoer rondom die implementeringsbeginsels in die klaskameromgewing	245
Tabel 5.23:	Leerder terugvoer rondom die IKT-toepassings in die klaskameromgewing	247

Tabel 5.24:	Die Pearson korrelasie tussen die gebruik van verskillende IKT-toepassings en die aktiewe betrokkenheid van leerders in die klaskamer	250
Tabel 5.25:	Die Pearson korrelasies tussen die gebruik van verskillende IKT-toepassings en die verskillende implementeringsbeginsels in die klaskamer	252

LYS VAN FIGURE

Figuur 2.1:	Model van UGO-kurrikulumontwerp	43
Figuur 2.2:	Leeruitkomste van die NKV vir Fisiese Wetenskappe	53
Figuur 2.3:	Die wetenskaplike metode	55
Figuur 2.4:	Kritiese denkvaardighede	58
Figuur 2.5:	Geïntegreerde denkmodel	64
Figuur 2.6:	Cummins se kwadrante	71
Figuur 2.7:	Kontinuum van die integrasie van inhoud en taal	73
Figuur 2.8:	Leeromgewing-model vir die NKV-implementeringsbeginsels	104
Figuur 3.1:	IKT-toepassings in die Wetenskap klaskamer	119
Figuur 3.2:	Dril-en-oefen-programmatuur oor die periodieke tabel	120
Figuur 3.3:	Rekenaarsimulasie van 'n suur-basis titrasie	123
Figuur 3.4:	Modelleringsagteware word gebruik om die beweging van 'n vryvallende voorwerp wiskundig voor te stel	125
Figuur 3.5:	Die gebruik van 'n sigblad om ingesamelde data te tabelleer, te verwerk en as 'n grafiek voor te stel	128
Figuur 3.6:	Die komponente van 'n datavasleggingstelsel	130
Figuur 3.7:	Die resultate van die laaiproses van 'n kapasitor tydens datavaslegging	131
Figuur 3.8:	Die resultate van 'n ondersoek aangaande die "lewensduurte" van vier selle tydens datavaslegging	132
Figuur 3.9:	Die afstandbeheer meganisme van die PRS-tegnologie	133

Figuur 3.10:	PRS-tegnologie maak onmiddellike terugvoer op die elektroniese respons van leerders moontlik	134
Figuur 3.11:	'n Leerder maak gebruik van die digitale skryfvermoë van 'n tabletrekenaar om 'n werksopdrag uit te voer	136
Figuur 3.12:	'n Lokale Arealnetwerk in kombinasie met netwerkprogrammatuur maak verskillende leerders se werk toeganklik vir refleksie	140
Figuur 3.13:	Die didaktiese driehoek soos van toepassing op IKT-integrering	149
Figuur 3.14:	IKT-gebaseerde leeromgewing-model vir die NKV-implementeringsbeginsels	159
Figuur 6.1:	Omvattende e-Onderwysgebaseerde leeromgewing-model vir die NKV-implementeringsbeginsels	285

LYS VAN GRAFIEKE

Grafiek 1.1:	Taal van onderrig-en-leer (TVOL) volgens provinsie	11
Grafiek 1.2:	Prestasie in Natuurwetenskappe ten opsigte van huistaal en provinsie	11
Grafiek 1.3:	Prestasie in Natuurwetenskappe ten opsigte van huistaal en onderwysdistrik in die Vrystaat	12
Grafiek 5.1:	Selfoonvaardighede van deelnemende leerders	222

LYS VAN DIAGRAMME

Diagram 1.1:	Tydlyn vir die implementering van K2005	5
Diagram 2.1:	Vloiediagram van die kurrikulumtransformasie in Suid-Afrika	28
Diagram 2.2:	Uiteensetting van aspekte wat ondersoek word in UGO-kurrikulumontwerp	45
Diagram 3.1:	Vloiediagram van die ontwikkeling van e-Onderwys	112

BYLAE

- Bylaag A: Brief aan die Direkteur: Kwaliteitsversekering om die navorsingsprojek te registreer en die nodige toestemming te verkry
- Bylaag B: Afskrif van brief waarin die Vrystaatse Onderwysdepartement die registrasie van navorsingsprojek bevestig en goedkeuring verleen
- Bylaag C: Afskrif van brief waarin skole uitgenooi is om aan die navorsingsprojek deel te neem
- Bylaag D: Afskrif van brief waarin leerder toestemming verleen vir die plaas van 'n foto in hierdie studie
- Bylaag E: Afskrif van die vraelys wat in hierdie studie gebruik is
- Bylaag F: Die praktiese implikasies van die kritieke en ontwikkelingsuitkoste vir die Wetenskap-onderwyser en -leerder
- Bylaag G: Riglyne vir die kies van rekenaarprogrammatuur

LYS VAN AKRONIEME

AOO	Algemene Onderwys en Opleiding
CAPS	Curriculum and Assessment Policy Statement
CDE	Centre for Development and Enterprise
CLES	Constructivist Learning Environment Survey
HNKV	Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring
ICEQ	Individualised Classroom Environment Questionnaire
ICTs	Information and Communication Technologies
IKT	Inligtings- en Kommunikasietegnologie
ILS	Integrated Learning Systems
IT	Inligtingstegnologie
KGO	Kurrikulumgebaseerde Onderwys
KT	Kommunikasietegnologie
LAN	Lokale areanetwerk
NEPAD	New Partnership for Africa's Development
NKV	Nasionale Kurrikulumverklaring
NKVLOV	Nasionale Kurrikulumverklaring Leeromgewing-vraelys
OBLEQ	Outcomes-Based Learning Environment Questionnaire
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
PRS	Persoonlike Respons Sisteem
SAKO	Suid- Afrikaanse Kwalifikasie Owerheid
SVO	Skool vir Voortgesette Onderwys
TIMMS	Third International Mathematics and Science Study
TIMMS-R	Third International Mathematics and Science Study Repeat
TVOL	Taal van onderrig-en-leer
VL's	Virtuele Leeromgewings
VOO	Voortgesette Onderwys en Opleiding
VOOS	Verdere Onderwys en Opleiding Sertifikaat
WIHIC	What is happening in this class? Questionnaire

HOOFSTUK 1

ORIËTERING

1.1 INLEIDING

Met die totstandkoming van 'n nuwe politieke bestel in Suid-Afrika, na die 1994-verkiesing, is 'n era van ongekende politieke transformasie op feitlik elke moontlike samelewingsverband ingelui. Dit was dan ook vanselfsprekend dat die onderwys hierdeur geraak sou word. Robert Hutchins (in Tanner & Tanner 1995: 257) stel dit onomwonde dat “no educational system can escape from the political community in which it operates ... the system must reflect what the political community wants it to do” (sien 2.2.1).

Teen die agtergrond van die politieke bestel voor 1994, was dit ook nie vreemd dat hierdie transformasie gewoonlik in die eerste plek daarop gerig was om die onregmatighede van die verlede uit te wis nie (RSA DoE 2002a:4). 'n Logiese uitvloeisel hieruit was dan ook die siening dat konsepte soos “uitkomsgebaseerde onderwys” (UGO) en “Kurrikulum 2005” (K2005) uitsluitlik op politieke transformasie binne die onderwysstelsel gerig was (Spady 2008b:1 van 4). Selfs meer as tien jaar na die eerste demokratiese verkiesings maak dr. Peliwe Lolwana, uitvoerende hoof van Umalusi, die stelling dat UGO “seems ... to have been a political, and not a pedagogical project” (Umalusi 2007:9).

Voorgenoemde persepsie, geregverdig al dan nie, is moontlik een van die redes waarom kurrikulumtransformasie¹ in Suid-Afrika tot op datum nog nie werklik stukrag kon kry nie (sien 1.2.1). Volgens Fung (1995:72) is die vermoë tot verandering of transformasie binne 'n organisasie (onderwysstelsel) gesetel in die mense (onderwyskorps) binne die organisasie. Kuhlmann (in Fung 1995:73) sluit hierby aan deur daarop te wys dat mense se persepsies aangaande die verandering, asook die wyse waarop hulle deur die verandering geraak word, hul reaksie daarop bepaal (sien 1.3). Hieruit is dit duidelik dat persepsies rondom die redes vir kurrikulumtransformasie, die implementering daarvan kan beïnvloed en daarom is dit belangrik dat die Fisiese Wetenskappe-onderwyser perspektief het rondom die noodsaaklikheid van kurrikulumtransformasie in Suid-Afrika.

Wanneer daar na onderwys hervorming in Suid-Afrika gekyk word, kan dit nie in isolasie van globalisering en die eise wat die 21ste eeu aan leerders stel, gesien word nie. Die realiteit is dat globalisering en tegnologiese verandering oor die afgelope 15 jaar in tandem plaasgevind het en aanleiding tot 'n nuwe globale ekonomie gegee het "... powered by technology, fuelled by information and driven by knowledge" (Tinio n.d.:3).

In sy boek, "The World is Flat", demonstreer Friedman (2006:347) hoedat die gebruik van aanlyn-tegnologie daartoe aanleiding gegee het dat mense regoor die wêreld om dieselfde werk kan meeding, bloot omdat dit maklik uitgekonnekteer kan word: "Therefore, we have to find a way to educate all of our young people to a very high standard. Otherwise, if you don't upgrade their skills, the only way the low-skilled can compete is by driving down their wages". Dit impliseer dat skole nie net meer blote instansies kan wees waar 'n stel voorgeskrewe inligting van onderwyser na kind oor 'n vasgestelde periode van

¹ Wanneer daar in hierdie studie na "transformasie", binne die konteks van onderwys, kurrikulum, of soortgelyke begrippe, verwys word, impliseer dit 'n toekomsgerigte, kreatiewe, lewensrol-georiënteerde benadering tot uitkomst, kurrikulum, onderrig en die konteks waarbinne die leerproses plaasvind (Spady 2008b:3).

tyd oorgedra word nie – “leer om te leer”, met ander woorde die verkryging van kennis en vaardighede wat lewenslange leer moontlik maak, moet vooropgestel wees (sien Bitter & Pierson 2002:2; Cornford 2000:1; Conway 1997:1 van 12). Alvin Toffler, soos aangehaal deur Tinio (n.d.:1) gaan so ver om te sê dat “The illiterate of the 21st century will not be those who cannot read and write, but those who cannot learn, unlearn, and relearn”. Inherent hieraan is 21ste-eeuse vaardighede wat kritiese denke, probleemoplossing, digitale geletterdheid, vindingrykheid, effektiewe kommunikasie en hoë produktiwiteit insluit (Bennett 2009:1 van 3; The CEO Forum: School Technology and Readiness Report: Key Building Blocks for Student Achievement in the 21st Century 2001:8). ’n Kognitiewe benadering tot leer wat op begrip gegrond is, word dus vooropgestel.

In samehang hiermee maak Knight (2006:29) die stelling dat “... for the first time in history, children are more comfortable, knowledgeable, and literate than their parents about innovation central to society ... There is no issue more important to parents, teachers, policymakers, marketers, business leaders, and social activists than understanding what this younger generation intends to do with its digital expertise”.

Voorgenoemde perspektiewe is veral belangrik omdat dit die noodsaaklikheid van kurrikulumtransformasie in Suid-Afrika definieer (en in die geval van sommige onderwyslui, herdefinieer) en daarmee saam nuwe uitdagings aan leerders en onderwysers stel wat neerslag in die kurrikulumimplementering van Fisiese Wetenskappe behoort te vind.

Wat die vakinhoud van die Nasionale Kurrikulumverklaring (NKV) vir Fisiese Wetenskappe betref, is dit na die mening van die navorser selfs meer omvattend as voor 1994, en dit vir alle leerders in Suid-Afrika (sien 2.6.3.2). Die tyd het egter aangebreek dat die onderrig van hierdie vakkennis op so ’n wyse en in ’n leeromgewing wat die behoeftes van die 21ste eeu aanspreek, plaasvind.

In die Witskrif oor e-Onderwys word dit ook gestel dat “Experience worldwide suggests that ICTs² play an important role in the transformation of education and training. ICTs can enhance educational reform by enabling teachers and learners to move away from traditional approaches to teaching and learning. In a transformed teaching and learning environment, there is a shift from teacher-centred, task-orientated, memory-based education (with technology at the periphery) to an inclusive and integrated practice where learners work collaboratively, develop shared practices, engage in meaningful contexts and develop creative thinking and problem-solving skills” (RSA DoE 2004b:16).

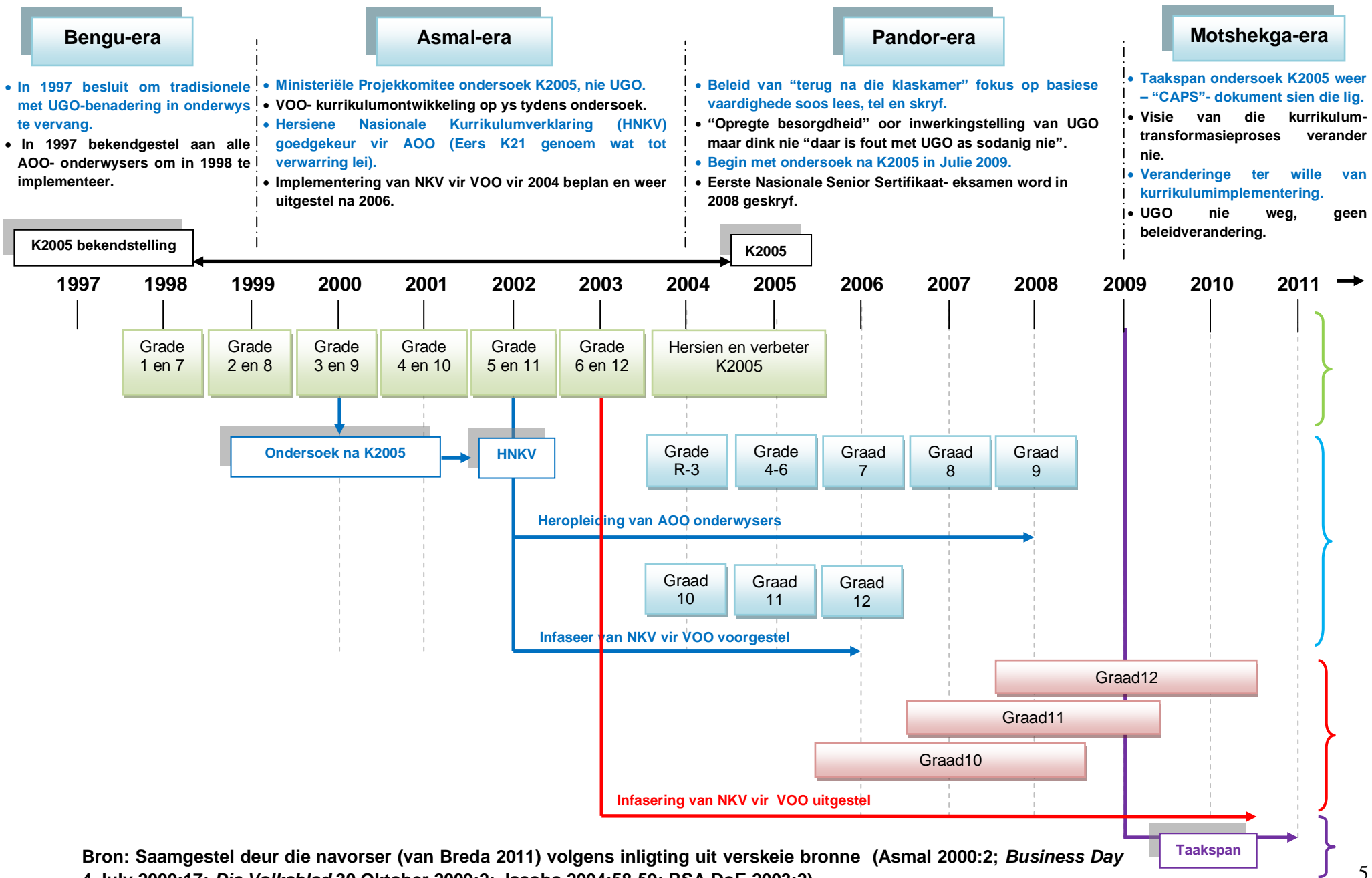
Teen hierdie agtergrond, en met inagneming van die eienskappe en behoeftes van generasie Y-leerders (sien 2.6.2.2), word ’n e-Onderwysgebaseerde benadering tot die implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe in hierdie studie voorgestel en ondersoek.

1.2 BEGRONDING VAN DIE STUDIE

1.2.1 Stand van kurrikulumimplementering in Suid-Afrika teen 2011

Onderwys hervorming in Suid-Afrika het beslag gekry toe die Raad van Onderwysministers, onder leiding van die destydse Minister van Onderwys, prof. Sibusu Bengu, op 26 Februarie 1997 besluit het om uitkomsgebaseerde onderwys (UGO) in die AOO- (Algemene Onderwys en Opleiding) en VOO- (Voortgesette Onderwys en Opleiding) fases te implementeer. Met hierdie besluit is dit in die vooruitsig gestel dat die Verdere Onderwys en Opleiding Sertifikaat (VOOS) die bestaande Senior Sertifikaat in 2005 sou vervang – vandaar “Kurrikulum 2005” of “K2005” (RSA DoE 2003a:2). Dit was die begin van ’n omvangryke herkurrikuleringsproses (sien Diagram 1).

² In hierdie studie staan die akroniem ICTs vir “ Information and Communication Technologies”. Die Afrikaanse weergawe daarvan is IKT wat vir “Inligtings- en Kommunikasietegnologie” staan. Sien 1.7.4 vir ’n volledige omskrywing van die begrip.



Bron: Saamgestel deur die navorser (van Breda 2011) volgens inligting uit verskeie bronne (Asmal 2000:2; *Business Day* 4 July 2000:17; *Die Volksblad* 30 Oktober 2009:2; Jacobs 2004:58-59; RSA DoE 2003:2)

Diagram 1.1: Tydlyn vir die implementering van K2005

Die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Grade R – 9 is in Oktober 1997 gepubliseer en K2005 is amptelik in 1998 in skole ingestel.

Nadat prof. Kader Asmal in 1999 Minister van Onderwys geword het, het hy 'n veldtog geloods om inligting vanaf die verskillende rolspelers te bekom aangaande die uitdagings van die transformasieproses van die onderwys. Dit het aan die lig gekom dat daar frustrasie rondom die ontwerp, sowel as die implementering van K2005 ondervind was, en daarom is 'n taakspan aangestel om die proses te ondersoek (RSA DoE 2003a:2). Prof. Asmal het dit duidelik gestel dat K2005, en nie UGO, hersien moes word. UGO as benadering tot alternatiewe leer was volgens Asmal (2000:2) hier om te bly. Die hele proses om 'n nuwe kurrikulum vir die VOO-fase te ontwikkel, moes intussen op ys geplaas word, totdat die uitkoms van die hersieningsproses van K2005 bekend was.

Die Kabinet het die publikasie van die Hersiene Kurrikulumverklaring vir Grade R – 9 (Skole) op 20 Maart 2002 as beleid goedgekeur (RSA DoE 2003a:2). Die hersiening van die Nasionale Kurrikulumverklaring het tot gevolg gehad dat opvoeders “heropgelei” moes word. Die gebruik van die term “Kurrikulum 21” in plaas van “Hersiene Nasionale Kurrikulum” in amptelike dokumentasie sowel as deur onderwysamptenare het die tafel gedek vir verdere verwarring aangaande K2005, aangesien dit die persepsie laat posvat het dat K2005 met 'n nuwe kurrikulum, naamlik K21 vervang is (*Business Day* 4 July 2000:17; RSA DoE 2003c).

In die lig van die hersiening van K2005 in die AOO fase het die Hoofde van die Onderwyskomitee op 'n vergadering wat op 19 Maart 2002 gehou is, voorgestel dat UGO progressief, jaar na jaar beginnende met graad 10 in 2004 infaseer word. Die Komitee vir Onderwyshoofde het hierdie voorstel op 15 April 2002 goedgekeur en opdrag gegee vir die ontwikkeling van die Nasionale Kurrikulumverklaring vir die VOO-fase Grade 10 – 12 (Skole) teen Maart 2003. Hierdie ontwikkelingsproses moes op die beginsels en ontwerp van die AOO- kurrikulum gebaseer wees (RSA DoE 2003a:3).

Uit voorafgaande is dit duidelik dat dit vir opvoeders wat slegs in die VOO-fase onderrig, moeilik was om tred te hou met al die nuwe verwickelinge rondom K2005. Só verklaar 'n uitgewer op 'n webtuiste, waarin onderrigmateriaal bekendgestel word, "... there have been a number of curriculum changes over the past few years (1994-2004) which can be quite confusing!" (Shuters 2004:1).

Na die algemene verkiesing in April 2004 is me. Naledi Pandor in die plek van prof. Kader Asmal as nasionale onderwysminister aangestel. Oor UGO het sy gesê dat daar "opregte besorgdheid" is oor die uitwerking en inwerkingstelling daarvan. Hierdie uitspraak volg op 'n parlementêre voorligtingsessie die vorige maand waartydens sy gesê het dat dit moontlik is dat inligting oor die toepassing van UGO nie korrek oorgedra is nie. In die lig hiervan het sy 'n proses om die implementering van die "nuwe" kurrikulum te hersien, van stapel gestuur. Desnieteenstaande het sy die mening gelug dat sy nie dink dat daar fout met UGO as sodanig is nie (*Rapport 27 Junie 2004:4*).

Na die algemene verkiesing in Suid-Afrika in 2009 is die portefeulje van Minister van Onderwys verdeel in 'n Minister van Hoër Onderwys en 'n Minister van Basiese Onderwys. Me Angie Motshekga is in die pos as Minister van Basiese Onderwys aangestel.

In Julie 2009 het die Minister 'n komitee saamgestel om die uitdagings verbonde aan die implementering van die NKV te ondersoek. Die belangrikste aanbevelings, wat betrekking op hierdie studie het, is:

- die ontwikkeling van 'n sillabus wat vanaf 2011 gebruik sal word;
- nie 'n verandering in kurrikulum nie, maar wel in dokumente wat beter uiteensit wat leerders moet leer;
- die beklemtoning dat Engels (as taal van onderrig-en-leer) saam met die moedertaal vanaf graad 0 gebruik moet word;
- die gebruik van handboeke in elke vak ter ondersteuning van die uitbou van vakkennis (*Die Volksblad 30 Oktober 2009:2; RSA DoE 2009a:2-6*).

Na aanleiding van die aanbevelings van die taakspan het me. Motshekga die volgende belangrike uitlatings gemaak:

“We are not changing the vision of the curriculum transformation process that started after 1994, but we are implementing changes in order to strengthen curriculum implementation” (RSA DoE 2009a:2) asook dat UGO nie “weg” is nie en “dat daar geen beleidverandering is nie” (*Die Volksblad* 30 Oktober 2009:2).

In Mei 2010 het die Minister aangekondig dat die “Kurrikulum en Assessering Beleidsverklaring Ministeriële Projekkomitee” aangestel is om ’n enkele, omvattende kurrikulum- en assesserings beleidsverklaring vir onder andere Fisiese Wetenskappe op te stel (RSA DoE 2010a:3). Teen die einde van 2010 is ’n konsep-beleidsdokument, naamlik die “Curriculum and Assessment Policy Statement” (CAPS) vrygestel wat teen 2012 in die grondslagfase en graad 10 progressief infaseer sal word (RSA DoE 2010b:3; English Academy of Southern Africa 2010:1).

Wanneer die proses van kurrikulumimplementering (in die VOO-fase) sedert 1994 onder die loep geneem word, is daar volgens die navorser vier sleutel aspekte wat na vore kom, naamlik:

- die voortdurende hersiening van die kurrikulum en gepaardgaande onderwysersopleiding wat dui op die behoefte aan ’n effektiewe implementeringstrategie;
- die implementeringstrategie wat steeds die beginsels van UGO en filosofieë wat dit rugsteun, moet reflekteer;
- kurrikulumimplementering wat nie ten koste van die transformasie-beginsels vooropgestel word nie;
- die belangrikheid van taal in die onderrigproses in die algemeen en tydens kurrikulumimplementering in die besonder, word erken.

Inherent aan die pogings om onderwys in Suid-Afrika te transformeer, is die doel om wiskunde, wetenskap en tegnologie uit te bou as belangrike komponent vir toekomstige

ekonomiese vooruitgang (Pretorius 1998:5; RSA DoE 1995:21). Volgens die navorser sal die uitbou van Fisiese Wetenskappe as komponent van ekonomiese vooruitgang vanselfsprekend impliseer dat die implementering van die NKV ook vakprestasie sal moet aanspreek – om hierdie rede is dit belangrik om die huidige stand van die vak in skole te ondersoek.

1.2.2 Stand van wetenskap in Suid-Afrikaanse skole

In 2009 was die nasionale persentasie van al die leerders wat Fisiese Wetenskappe in die Nasionale Senior Sertifikaat- eksamen geskryf en bo 40% in die vak behaal het, slegs 20.5% (*Die Volksblad* 9 Januarie 2010:20). Swak wetenskap-uitslae in Suid-Afrika is egter niks nuuts nie en is al in die verlede deur internasionale studies soos die TIMMS (1994/1995) en die TIMMS-R (1998/1999) in die kollig geplaas (*Business Day* 9 September 2004:11; Howie 2001:12). Op plaaslike gebied het meer onlangse ondersoeke gepoog om die knelpunte in wetenskaponderwys uit te wys en moontlike oplossings voor te stel.

1.2.2.1 “Laggard”- verslag

Die navorsingsverslag “From laggard to world class: Reforming maths and science in South Africa’s schools” is die resultaat van ’n gesaghebbende privaat gefinansierde studie deur die “Centre for Development and Enterprise” (CDE). Na omvangryke navorsing (oor ’n tydperk van drie jaar) aangaande die wiskunde en wetenskap skoolstelsel in Suid-Afrika, is genoemde verslag in November 2004 vrygestel (Bernstein 2004:6).

Van groot belang vir die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe, is die bevindinge rondom daardie aspekte wat prestasie in die Senior-Sertifikaat-eksamen beïnvloed het. Hiervolgens was die drie sleutelfaktore wat tot sukses gelei het, die:

- vakkennis van die wetenskap-onderwysers, die ontwikkeling van hul onderrigvaardighede, voor en tydens indiensopleiding, asook die omvang van hul ondervinding;
- taalvaardigheid in die taal van onderrig-en-leer (TVOL), wat meestal Engels was;
- eienskappe van die skool wat aspekte soos groepsdruk en spanwerk, bestuur van die skool, standaard van dissipline en orde, die toegewydheid van onderwysers en veral dit wat spesifiek in die klaskamer gebeur, insluit (Bernstein, 2004:12).

Op grond van hierdie navorsingsresultate is daar onder andere aanbeveel dat:

- wetenskap-intervensies altyd met 'n taalkomponent gepaard moet gaan, aangesien leerders se taalvaardigheid 'n beduidende rol in hul prestasie ten opsigte van wetenskap speel (Bernstein 2004:33);
- wanneer professionele ontwikkeling van onderwysers plaasvind, dit gerig moet wees op vakkennis en onderrigvaardighede (Bernstein 2004:31).

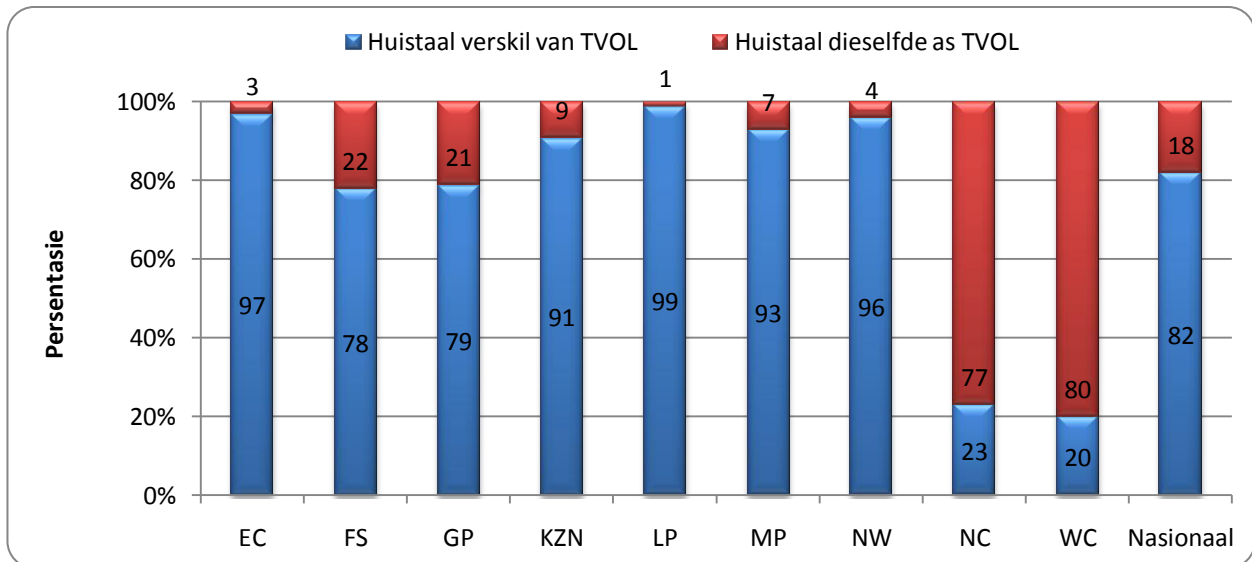
Die omvang en noodsaaklikheid van laasgenoemde aanbeveling word benadruk as daar gekyk word na die resultate van die navorsing wat gedoen is tydens die sistemiese evaluering van Graad 6- leerders in Suid-Afrika in 2004. Dit is die leerders wat in die VOO-fase sal wees tydens die studie.

1.2.2.2 Sistemiese evaluering

Die doel van sistemiese evaluering is volgens die destydse Nasionale Minister van Onderwys, Naledi Pandor, om vas te stel of die verwagtinge en voornemens van beleid in die praktyk beslag vind (RSA DoE 2005a:iii).

Met die uitgangspunt dat “The role of language in increasing learning is regarded as perhaps the most essential aspect of improving performance” is daar inligting ingewin aangaande die aantal leerders met huistaal wat verskil van die TVOL. Op nasionale

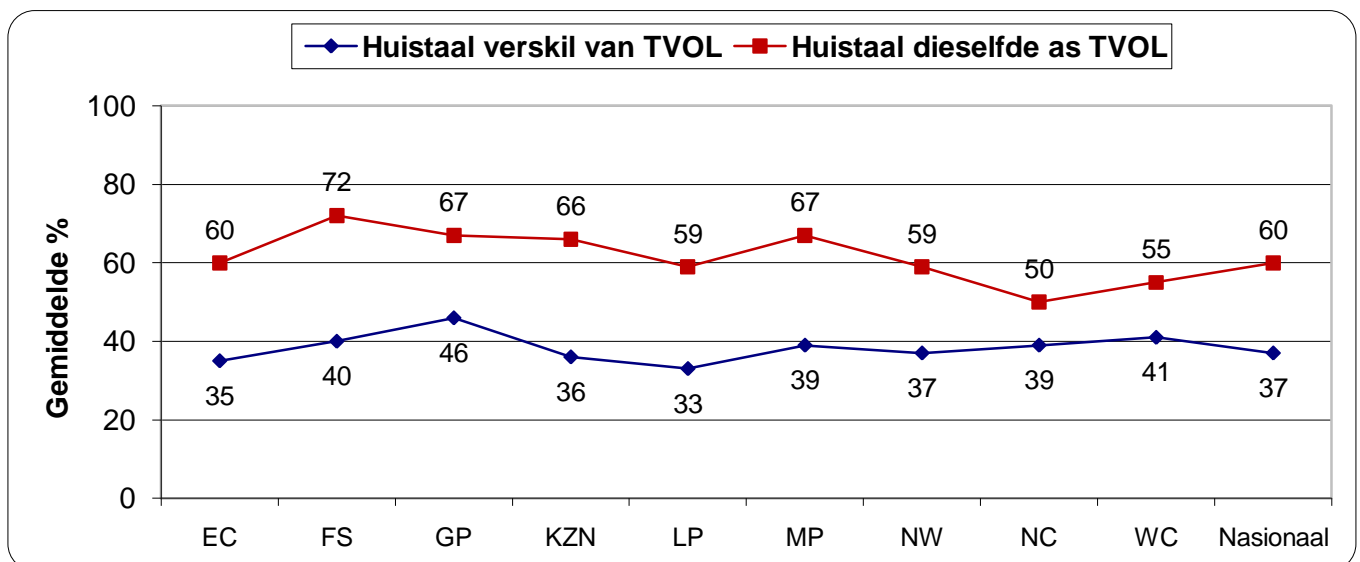
vlak het 82% van leerders in hierdie kategorie geval (RSA DoE 2005a:55) – sien Grafiek 1.1.



Bron: RSA DoE (2005a:55)

Grafiek 1.1: Taal van onderrig-en-leer (TVOL) volgens provinsie

In 'n poging om die effek van TVOL op vakprestasie in die Natuurwetenskappe te ondersoek, is leerders gekategoriseer volgens dié met huistaal dieselfde as TVOL en dié met huistaal wat verskil van TVOL. Die gemiddelde nasionale, asook provinsiale persentasies word in Grafiek 1.2 weergegee.



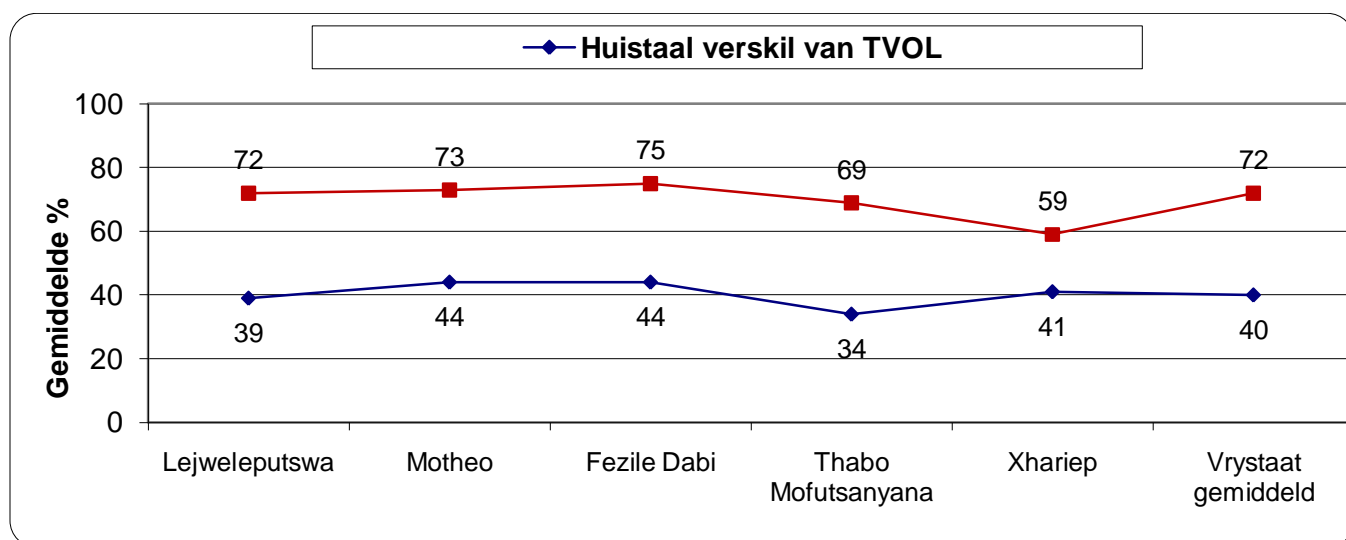
Bron: RSA DoE (2005a:91)

Grafiek 1.2: Prestasie in Natuurwetenskappe ten opsigte van huistaal en provinsie

Leerders waarvan die TVOL dieselfde as die huistaal was, het beduidend beter gevaar as leerders waarvan die TVOL nie dieselfde as die huistaal was nie. Hierdie tendens is in al die provinsies waargeneem, met 'n gemiddelde verskil van ongeveer 23% op nasionale vlak (RSA DoE 2005a:91).

Die vrae wat in die studie gebruik is om die kennis van leerders te toets, het bestaan uit veelkeuse- sowel as oop-gestruktureerde vrae. Leerders het oor die algemeen gesukkel om hul eie antwoorde saam te stel en te kommunikeer (RSA DoE 2005a:91).

Die resultate wat in die Vrystaat ten opsigte van Natuurwetenskappe behaal is, word volgens die ses verskillende onderwys-distrikte in Grafiek 1.3 weergegee.



Bron: RSA DoE (2005c:84)

Grafiek 1.3: Prestasie in Natuurwetenskappe ten opsigte van huistaal en onderwysdistrik in die Vrystaat

Die tendens in die Vrystaat stem ooreen met dié op nasionale vlak en net soos in die geval op nasionale vlak het leerders oor die algemeen gesukkel om hul eie antwoorde saam te stel en te kommunikeer (RSA DoE 2005c:84).

Wanneer die implementering van die NKV dus plaasvind, kan voorgenoemde inligting nie geïgnoreer word nie, veral in die lig van die aanbevelings van die Laggard-verslag

rondom wetenskap intervensies en taalvaardigheid (sien 1.2.2.1). Om hierdie rede sal daar dus in hierdie studie spesifiek aandag aan kwessies rondom die TVOL van leerders tydens die implementering van die NKV gegee word (sien 2.6.2.1).

Uit voorafgaande is dit duidelik dat die stand van wetenskap in Suid-Afrika nie rooskleurig is nie en dat dit slegs reggestel kan word indien 'n onderwysstrategie gevolg word wat die tekortkominge, soos uitgewys in die navorsingsondersoeke, sal aanspreek.

1.2.3 IKT Laboratorium

Ten einde die onderrig van Fisiese Wetenskappe in sekondêre skole van die sentrale streek van Suid-Afrika te ondersteun en uit te bou, het die Skool vir Voortgesette Onderwys (SVO)³, aan die Universiteit van die Vrystaat, in 2007 'n fasiliteit wat op e-Onderwys (sien 1.7.5) in Fisiese Wetenskappe-onderrig fokus, gevestig.

In die "IKT Laboratorium" word dit in die vooruitsig gestel om leerders se begripvlakke ten opsigte van wetenskapbeginsels te verhoog deur die voordele wat verskillende IKT-toepassings (sien 1.7.4) bied, in 'n leerdergesentreerde leeromgewing te gebruik.

Die navorser, wat 'n ervare Fisiese Wetenskappe-onderwyser was, het die totstandkoming van die IKT Laboratorium geïnisieer en het tydens die studie self as fasiliteerder van al die Fisiese Wetenskappe-sessies opgetree. Die klaskamerpraktyk in die Laboratorium is voortdurend aangepas op grond van waarnemings wat deur die navorser gemaak is en terugvoer wat vanaf die deelnemende leerders ontvang is. In hierdie proses is waardevolle praktiese insigte bekom wat na die mening van die navorser in hierdie studie neerslag vind. Al die fotos, sowel as "screen dumps" wat in

³ Die Skool vir Voortgesette Onderwys (SVO) is in die Opvoedkunde Fakulteit aan die Universiteit van die Vrystaat gesetel. Die SVO se fokus is onderwys en opleiding op die gebiede van wiskunde, wetenskap en tegnologie. Die missie van die SVO is om nuwe onderwysbehoefte wat ontstaan, aan te spreek.

Hoofstuk 3, ter verduideliking gebruik is, is geneem uit werklike IKT Laboratorium-sessies.

Om enersyds te verseker dat die suksesvolle implementering van die NKV in die IKT Laboratorium gereflekteer word en om andersyds die fasiliteit aan die onderwyskorps voor te hou as 'n voorbeeld van 'n e-Onderwysgebaseerde benadering in die implementering van die NKV, sal die fasiliteit sentraal in die ondersoek en ontwikkeling van sodanige benadering in hierdie studie staan.

1.3 PROBLEEMSTELLING

“Changing the science curriculum implies changes in teaching science” (Bybee & Ben-Zvi 1998:495). Hiervolgens is dit essensieel dat enige poging tot kurrikulumontwikkeling uiteindelik in klaskamerpraktyk neerslag moet vind – iets wat volgens Gatt (2009:165) nie noodwendig sal plaasvind indien daar nie 'n verandering in gesindheid en houding, ten opsigte van die kurrikulumverandering, by die onderwyser is nie.

Uit die gevolgtrekkings van paragrawe 1.2.1 en 1.2.2 wil dit voorkom asof daar veral onder VOO-onderwysers onsekerheid is rondom onderrigstrategieë wat die implementering van die NKV kan ondersteun. Hierdie onsekerheid word bevestig deurdat die verslag van die taakspan wat die NKV in 2009 ondersoek het melding maak van “... the reality that many teachers, as well as some DOE and PDE (Provincial Department of Education) staff, have not made the shift from C2005 to the revised *National Curriculum Statement*” (RSA DoE 2009b:7). Die navorser is selfs van mening dat baie onderwysers nog nie eens die skuif van die tradisionele⁴ na K2005 gemaak het nie. Die voorafgaande stellings rondom die gesindheid van onderwysers rondom kurrikulumverandering word verder gekompliseer deurdat Prof. J.C. Coolahan in 'n verslag van die Organisasie vir Ekonomiese Samewerking en Ontwikkeling (OECD) die

⁴ In hierdie studie verwys die tradisionele kurrikulum na die onderrig-en-leer benadering wat in Suid-Afrika gevolg is voor die implementering van Kurrikulum 2005.

stelling gemaak het dat Suid-Afrikaanse onderwysers aan “beleidsmoegheid” ly en dat die toepassing van bestaande onderwysbeleid eerder moet aandag kry as nuwe beleid (OECD 2008:165).

Voorgenoemde gee aanleiding tot die probleemstelling in hierdie studie, naamlik **die gebrek aan 'n duidelike, innoverende en prakties uitvoerbare strategie wat tot die suksesvolle implementering van die NKV in die klaskamersituasie (klaskamerpraktyk) kan lei.** Hierdie aspek, tesame met die feit dat swak wetenskapprestasie in Suid-Afrikaanse skole 'n ondersoek na meer innoverende en effektiewe onderrig-en-leerstrategieë noop, maak hierdie studie baie relevant.

Gedagtig aan die eise wat die 21ste eeu aan leerders stel (sien 1.1), die behoeftes van generasie Y-leerders wêreldwyd (sien 2.6.2.2), asook die strewe van die Nasionale Departement van Onderwys (en ander organisasies soos New Partnership for Africa's Development (NEPAD) om die geïntegreerde gebruik van Inligtings- en Kommunikasietegnologie (IKT) binne die afsienbare tyd by alle skole in Suid-Afrika te vestig (Kinyanjui 2005; RSA DoE 2004b:38), word 'n geleentheid geskep om die voordele wat die gebruik van IKT in onderrig-en-leer kan bied, binne die konteks van die probleemstelling, te ondersoek.

Die navorser is van mening dat sodanige IKT-geïntegreerde strategie die verskillende aspekte van die probleemstelling in meer as een opsig daadwerklik kan aanspreek omdat IKT:

- 'n katalisator vir die verbetering van kurrikulum- en onderwyspraktyk is (Bradsher 2003:80);
- “in education shapes the teaching and learning activities” (Lim 2002:412);
- die leerproses beïnvloed, ongeag die teoretiese verwysingsraamwerk daarvan (Johnston & Barker 2002:92).

Die gebruik van tegnologie kan ook op 'n indirekte wyse 'n beduidende rol speel in die kopskuif wat onderwysers tydens kurrikulumtransformasie behoort te maak – volgens Bradsher (2003:80) is dit algemeen dat onderwysers:

“... readily admit needing help in learning to use computers but are less likely to feel the need for changing their pedagogical habits. In-service-training in how to use technology in teaching core subjects becomes a broader task in professional development, an opportunity to share the latest research findings about how children learn”

Wanneer die begronding van die studie (sien 1.2) in samehang met die probleemstelling gelees word, ontstaan die volgende navorsingsvrae met betrekking tot die NKV vir Fisiese Wetenskappe:

- Hoe is die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum, binne die konteks van UGO-kurrikulumontwerp saamgestel?
- Is die beginsels wat in die NKV vervat is in lyn met internasionale onderwysbeginsels en onderrigstrategieë en op watter wyse vind laasgenoemde daarin neerslag?
- Hoe behoort nie-huistaal leerders binne die onderrig van Fisiese Wetenskappe geakkommodeer te word?
- Aan watter eienskappe of beginsels⁵ sal suksesvolle implementering van die NKV gemeet kan word?
- Hoe moet 'n leeromgewing wat in diens van die NKV implementering staan, gestruktureer word?

Verdere navorsingsvrae, wat direk by voorgenoemde aansluit en betrekking op IKT toepassings in onderrig-en-leer het, is:

- Op watter wyses kan IKT in die Fisiese Wetenskappe-klaskamersituasie gebruik word?

⁵ Vir die doeleindes van hierdie studie verwys die begrip “beginsels”, soos in hierdie konteks gebruik, na die onderrig-en-leer-beginsels wat deur die NKV onderskryf word en waarteen suksesvolle kurrikulumimplementering in 'n bepaalde leeromgewing gemeet kan word. Die begrip “implementeringsbeginsels”, wat ook later in die studie gebruik word, staan in noue verband hiermee en impliseer dieselfde.

- Watter vakwetenskaplike praktyke word deur die gebruik van IKT ondersteun en uitgebou?
- Watter rol moet die onderwyser in die gebruik van IKT in die klaskamer speel?
- Hoe kan IKT in diens van die implementering van die NKV aangewend word?
- Voldoen die leeromgewing wat in die IKT Laboratorium tot stand gebring word aan die vereistes van die implementeringsbeginsels van die NKV en op watter wyse kan dit as riglyn vir die suksesvolle implementering van die NKV dien?
- Watter direkte korrelasie/verwantskap is daar tussen die gebruik van IKT in die Laboratorium en die implementeringsbeginsels?

1.4 DOEL VAN DIE STUDIE

Die oorkoepelende doelstelling van hierdie studie is om riglyne vir 'n IKT-geïntegreerde onderrigbenadering en leeromgewing voor te stel waarvolgens Fisiese Wetenskappe aan leerders op so 'n wyse aangebied kan word dat die uitkomst en beginsels, soos vervat in die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Fisiese Wetenskappe in die VOO-fase, suksesvol nagestreef kan word binne die konteks van 'n effektiewe onderrig-en-leerstrategie.

Ten einde die oorkoepelende doelstelling van die studie te bereik, sal die navorsing deur die volgende spesifieke doelwitte gerig word:

- Analiseer die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum aan die hand van UGO-kurrikulumontwerp.
- Ontleed en belyn die beginsels van die NKV met internasionaal erkende onderwysbeginsels ten opsigte van effektiewe onderrig-en-leer, asook onderrigstrategieë, binne die konteks van UGO-beginsels.
- Ondersoek hoe nie-huistaal leerders binne die onderrig van Fisiese Wetenskappe geakkommodeer kan word.
- Stel kriteria op en ontwerp 'n meetmiddel waaraan die suksesvolle implementering van die NKV gemeet kan word.

- Bepaal die eienskappe van 'n leeromgewing wat in diens van die NKV implementering staan.
- Identifiseer, ondersoek en ontleed spesifieke IKT-aanwendings, ten opsigte van die toepassingswaarde daarvan, in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe.
- Ondersoek die gebruikswaarde van IKT vir Fisiese Wetenskappe volgens die vakwetenskaplike praktyke wat daardeur ondersteun en uitgebou word.
- Beskryf die rol wat die onderwyser in die gebruik van IKT in die klaskamer moet speel.
- Omskryf volledig hoedat spesifieke IKT-toepassings in die onderrigsituasie aangewend kan word om elkeen van die NKV-implementeringsbeginsels tot uitvoer te bring;
- Ondersoek en meet die leeromgewing van die IKT Laboratorium aan die hand van die voorgestelde NKV-implementeringsbeginsels en maak op grond daarvan aanbevelings wat as riglyne vir die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe binne 'n e-Onderwysgebaseerde benadering kan dien;
- Bepaal watter direkte korrelasie/verwantskap daar tussen die gebruik van IKT en die implementeringsbeginsels is.

1.5 AARD EN METODEDE VAN ONDERSOEK

Ten einde die navorsingsdoelwitte (sien 1.4) van hierdie studie te bereik, is die volgende metodes van ondersoek gebruik:

- 'n Literatuurstudie van geselekteerde, relevante primêre en sekondêre bronne wat onder andere kurrikulumdokumente, joernale, elektroniese bronne en ander gesaghebbende publikasies ingesluit het, is onderneem. Volgens Neuman (2006:111) is die doel van 'n literatuurstudie om bestaande kennis aangaande die navorsingsvrae in te win.

In die geval van hierdie ondersoek is die literatuurstudie aanvanklik aangewend om die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum in Suid-Afrika, soos vergestalt in die

NKV, ten opsigte van internasionale onderwysbeginsels en onderrigstrategieë te posisioneer en om daardeur die navorser in staat te stel om grondbeginsels wat as vereistes vir suksesvolle kurrikulumimplementering sou dien, te identifiseer.

In latere hoofstukke is literatuur gebruik om die aanwending van verskillende IKT-toepassings in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe deeglik na te vors.

- 'n Empiriese studie behels 'n metode van navorsing wat kwantitatief van aard is – dit beteken dat daar tydens die navorsing in hierdie studie van data gebruik gemaak word wat in terme van syfers geanaliseer kan word (Best & Kahn 2003:75).

In hierdie studie is die navorsingsvrae wat oor die IKT Laboratorium as leeromgewing handel binne die konteks van 'n nie-eksperimentele navorsingsontwerp ondersoek. Dit beteken dat daar geen manipulasie plaasgevind het nie en dat kwantitatiewe data versamel is om die navorsingsonderwerp, wat die leeromgewing in hierdie geval is, te ondersoek (Best & Kahn 2003:22; Picciano 2004:51).

Die vraelys wat as meetinstrument gebruik is, se betroubaarheid is aan die Cronbach Alpha-betroubaarheidskoëffisient, asook die gemiddelde inter-item korrelasies gemeet terwyl dit ook tydens 'n loodsprojek op die proef gestel is om moontlike probleme daarmee vroegtydig te kon identifiseer en uit te skakel.

Die seleksie vir die steekproef is op grond van gerief (Convenience Sampling) gedoen omdat die spesifieke groep leerders, as gevolg van die feit dat hulle die IKT Laboratoriumsessies bygewoon het, geredelik beskikbaar was vir deelname in die betrokke studie.

Kwantitatiewe data is gegengereer deurdat leerders se menings, aangaande verskillende aspekte van die leeromgewing, in die vorm van beskrywende skale (Likert-skaal – sien

4.10) ingewin is en die frekwensie van die verskillende response dan bepaal is. Sodoende kon die rekenkundige gemiddeldes van groepe of individue verkry word wat weer op hul beurt in verdere statistiese ontledings, byvoorbeeld by standaardafwykings en korrelasiekoëffisiënte, gebruik is.

Die rekenkundige gemiddeldes van die verskillende konstrunkte is in 'n eenrigtingvariëansie-analise (ANOVA) gebruik om vas te stel tot watter mate die response van die deelnemende leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge ooreengestem of verskil het ten opsigte van sekere vrae – in die proses moes daar van hipotesetoetsing gebruik gemaak word (sien 5.4.4.1). Daar is ook van die Pearson korrelasiekoëffisiënt gebruik gemaak om die verwantskap tussen die gebruik van IKT toepassings en die implementeringsbeginsels vas te stel.

Die empiriese data wat uit die vraelysstudie verkry en geanaliseer is, het die navorser in staat gestel om die navorsingsvrae aangaande die IKT Laboratorium as leeromgewing te beantwoord (sien 6.2.2).

Tydens die empiriese navorsing is daar ook aandag aan etiese oorwegings geskenk deurdat daar skriftelike toestemming, vir die uitvoer van die studie, vanaf die Vrystaatse Departement van Onderwys verkry is, briewe aan skole uitgestuur is waarin hulle uitgenooi is om aan die projek deel te neem en skriftelike toestemming vanaf die leerders, waarvan daar foto's in die studie geplaas is, verkry is (sien Bylaag A, B, C en D).

1.6 TERREINAFBAKENING

Die empiriese navorsing van hierdie studie is gedoen deur die leeromgewing van die IKT Laboratorium van die Skool vir Voortgesette Onderwys te ondersoek. Die navorsingsdata is deur middel van 'n vraelys ingesamel en leerders van sewe verskillende Vrystaatse skole het as respondente opgetree.

Die respondente van die teikenpopulasie was 'n homogene populasie ten opsigte van sekere faktore, byvoorbeeld almal:

- se TVOL was Engels, wat nie hul huistaal is nie;
- was in Graad 12 en het Fisiese Wetenskappe as vak geneem;
- het aan ten minste vyf Fisiese Wetenskappe-sessies (van drie ure elk) oor dieselfde onderwerpe in die IKT Laboratorium deelgeneem – die sessies het Fisika-, sowel as Chemie- onderwerpe ingesluit.

Tydens die sessies is die deelnemende leerders aan die volgende IKT-toepassings blootgestel: Datavaslegging-apparatuur wat sagteware en sensors ingesluit het (sien 3.4.3.1), 'n Persoonlike Respons Sisteem (PRS) (sien 3.4.3.2), 'n tabletrekenaar met digitale skryfvermoë (sien 3.4.3.3), 'n interaktiewe witbord (sien 3.4.3.4), asook die internet (sien 3.4.4.1), wat 'n lokale areanetwerk (LAN) ingesluit het (sien 3.4.4.2).

1.7 BEGRIPSVERKLARING

1.7.1 Tegnologie

Wanneer daar in hierdie studie van tegnologie melding gemaak word, word daar na digitale tegnologie verwys.

1.7.2 Inligtingstegnologie (IT)

IT word gebruik om die toerusting (hardeware) en rekenaar-programmatuur (sagteware), wat dit moontlik maak om inligting op 'n elektroniese wyse te bekom, te onttrek, te stoor, te organiseer, te manipuleer en aan te bied, te beskryf. Persoonlike rekenars, sensors, skandeerders en digitale kameras is voorbeelde van hardeware, terwyl databasisse en multimedia rekenaarprogramme onder sagteware ressorteer (RSA DoE 2004b:15).

1.7.3 Kommunikasietegnologie (KT)

KT word gebruik om telekommunikasie-toerusting, wat dit moontlik maak om inligting te bekom, te stuur, te soek, en te beskryf. Telefone, faksmasjiene, modems en rekenaars ressorteer hieronder (RSA DoE 2004b:15).

1.7.4 Inligtings- en Kommunikasietegnologie (IKT)

IKT verteenwoordig beide IT en KT. IKT is die kombinasie van netwerke, hardeware, sagteware, asook die wyse waarop kommunikasie, samewerking en verbinding bewerkstellig word sodat die verwerking, bestuur en uitruil van data, inligting en kennis daardeur moontlik gemaak word (RSA DoE 2004b:15).

1.7.5 e-Onderwys

Binne die raamwerk van hierdie studie word e-Onderwys beskou as die aanwending van IKT binne die klaskamersituasie ten einde onderwysmetodiek te ondersteun en uit te bou. 'n Meer volledige bespreking van hierdie begrip word in 3.3 gedoen.

1.7.6 Filosofie, onderwysteorie, onderwysbenadering

Kernbegrippe soos UGO, konstruktivisme en behaviorisme word verskillend deur verskillende skrywers (waarna in hierdie studie verwys word) geklassifiseer (sien Tabel 1.1). In hierdie studie sal die klassifikasie van die brondokument as uitgangspunt gebruik word wanneer daar na hierdie begrippe respektiewelik verwys word.

Tabel 1.1: Klassifikasie van UGO, konstruktivisme en behaviorisme

Outeur	UGO	Konstruktivisme	Behaviorisme
Killen 2008b:2	Onderwysteorie of filosofie of onderrigstrategie	Leerteorie	

Outeur	UGO	Konstruktivisme	Behaviorisme
Asmal 2000:2	Benadering tot leer of filosofie		
Du Toit 2010a:2		Filosofie	Filosofie
Bigge & Shermis 2004:10-11		Leerteorie	Leerteorie
Steyn & Wilkinson 1998:203	Onderwysmodel	Filosofie	Filosofie
Muijs & Reynolds 2006:15,18		Leerteorie	Leerteorie
Spady 2008a:20	Onderwysparadigma		
Malan 2000:26	Eklektiese filosofie		

1.8 VERLOOP VAN DIE STUDIE

Ten einde uiteindelik aanbevelings te maak rondom 'n e-Onderwysgebaseerde benadering in die implementering van die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum sal dit nodig wees om al die tersaaklike elemente wat 'n rol kan speel, sistematies en in diepte te ondersoek en te bespreek. Om hierdie rede is die verslag aangaande die studie in verskillende hoofstukke ingedeel.

In **Hoofstuk 1** is die begroning van die studie aan die hand van die stand van kurrikulumimplementering in Suid-Afrika teen 2010, die stand van wetenskap in Suid-Afrikaanse skole asook teen die agtergrond van die IKT Laboratorium, toegelig. Die probleemstelling en navorsingsvrae wat hieruit gevolg het, is bespreek en die doel van die studie is geformuleer.

Hoofstuk 2 neem die effektiewe onderrig van Fisiese Wetenskappe binne die raamwerk van kurrikulumtransformasie in Suid-Afrika in oënskou – derhalwe word daar veral gefokus op hoedat effektiewe onderrig-en-leer-beginsels in die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum neerslag vind. Vanuit hierdie begronde beskouing is 'n

leeromgewing wat in diens van die implementering van die KV vir Fisiese Wetenskappe staan, voorgestel wat later as vertrekpunt in die samestelling van sekere afdelings in die vraelys gebruik is.

Om 'n wesentliche bydrae te lewer tot die leeromgewing wat in die vorige hoofstuk voorgestel is, moet daadwerklike aksies geneem word. In **Hoofstuk 3** is daar enersyds na die toepassingswaarde van IKT in wetenskaponderwys in die algemeen en andersyds na die wyses waarop IKT in diens van kurrikulumimplementering aangewend kan word, gekyk.

Die metode van navorsing is in **Hoofstuk 4** toegelig. Die empiriese ondersoek het die volgende hoofmomente ingesluit:

- Die bespreking van die navorsingsparadigma, navorsingsontwerp en die kwantitatiewe metode van navorsing;
- Ontwerp en struktuur van die vraelys as meetinstrument.
- Uitvoering van die loodsprojek asook die aard en samestelling van die steekproef.
- Die implementering, ontleding, kodering en verwerking van die vraelys.

Die resultate van die empiriese ondersoek en meegaande data-analise is in **Hoofstuk 5** aangebied terwyl die studie afgesluit is met **Hoofstuk 6** waarin die bevindings, gevolgtrekkings en aanbevelings met betrekking tot 'n e-Onderwysgebaseerde benadering in die implementering van die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum saamgevat is.

1.9 SAMEVATTING

Hierdie hoofstuk het as 'n oriënterende-inleiding tot die navorsingstudie gedien. Die begroning van die studie is gedoen teen die agtergrond van die stand van kurrikulumimplementering in Suid-Afrika teen 2011 en teen die stand van wetenskap in Suid-Afrikaanse skole. Dit het daartoe aanleiding gegee tot die probleemstelling van die

studie, naamlik die gebrek aan 'n duidelike, innoverende en prakties uitvoerbare strategie wat tot die suksesvolle implementering van die NKV in die klaskamersituasie (klaskamerpraktyk), kan lei. In reaksie op die probleemstelling, is 'n aantal navorsingsvrae geformuleer wat tot die oorkoepelende doelstelling van die studie gelei het. Hiervolgens moes die studie riglyne vir 'n IKT-geïntegreerde onderrigbenadering en leeromgewing neerlê, waarvolgens Fisiese Wetenskappe aan leerders op so 'n wyse aangebied kan word dat die uitkomste en beginsels, soos vervat in die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Fisiese Wetenskappe in die VOO-fase, suksesvol nagestreef kan word binne die konteks van 'n effektiewe onderrig-en-leer-strategie.

Die aard en metode van die ondersoek is uitgewys as 'n beskrywende studie waarin empiriese navorsingsmetodes gebruik sou word in die soeke na antwoorde op sommige van die navorsingsvrae. In hierdie hoofstuk is die terrein van studie tot ses verskillende skole in die Vrystaat afgebaken, terwyl daar ook aandag gegee is aan die verklaring van begrippe wat deurgaans in die studie gebruik sou word. Hoofstuk 1 is afgesluit met 'n oorsig van die verloop van die studie in elke hoofstuk wat gaan volg.

In die volgende hoofstuk sal die effektiewe onderrig van Fisiese Wetenskappe binne die konteks van kurrikulumtransformasie in Suid- Afrika uitvoerig bespreek word.

HOOFSTUK 2

DIE EFFEKTIEWE ONDERRIG VAN FISIESTE WETENSKAPPE BINNE DIE KONTEKS VAN KURRIKULUMTRANSFORMASIE IN SUID-AFRIKA

2.1 INLEIDING

Sedert 1994 is 'n hele aantal beleidsdokumente, wat dit ten doel gehad het om die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel te transformeer en te herstruktureer, deur die Nasionale Departement van Onderwys beskikbaar gestel. Selfs ten tyde van hierdie studie het die Departement van Basiese Onderwys dit in die vooruitsig gestel om die huidige kurrikulumdokumente te hersien en 'n vereenvoudigde stel vir implementering teen 2012 beskikbaar te stel (sien 1.2.1).

Die fokus op die implementering van 'n nuwe kurrikulum in die VOO-fase het eers op 15 April 2002 regtig momentum gekry, nadat die Komitee vir Onderwyshoofde opdrag gegee het vir die ontwikkeling van die Nasionale Kurrikulumverklaring vir die VOO-fase (RSA DoE 2003a:3). Hierdie opdrag het stukrag gekry toe die Raad van Onderwysministers op 'n vergadering in Februarie 2003 besluit het dat die NKV in Grade 10, 11 en 12 in 2006, 2007 en 2008 progressief infaseer moes word sodat dit teen 2010 ten volle geïmplementeer kon wees (RSA DoE 2003b:3).

Die ontwikkeling van die NKV is gebaseer op die beginsels en ontwerp van die AOO-kurrikulum en dit is saamgestel uit die vakverklarings van die verskillende vakke, waaronder Fisiese Wetenskappe.

In die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Fisiese Wetenskappe word daar weer na ander belangrike beleidsdokumente soos die Vakassesserings riglyne, die Leerprogram riglyne asook die Vakinhoud van die Fisiese Wetenskappe verwys. Hierdie dokumente moet saamgelees word met die NKV en verskaf gesamentlik die raamwerk waarbinne die onderrig van Fisiese Wetenskappe moet geskied. Dit is belangrik om daarop te wys dat al die voorgenoemde dokumente uiteindelik in die sogenaamde “CAPS-dokument”⁶ geïnkorporeer gaan word. In hierdie studie sal die huidige beleidsdokumente egter as vertrekpunt gebruik word.

Die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe kan dus slegs plaasvind en gemeet word aan die beginsels soos uitgespel en vervat in genoemde dokumentasie. Die uitdaging vir die Fisiese Wetenskappe-onderwyser lê dus daarin om die vak effektief te onderrig en te bestuur binne die konteks van kurrikulumtransformasie, sodat leerders toegerus kan word met vaardighede wat hulle voorberei op die uitdagings van die 21ste eeu (sien 1.1).

Ten einde die Fisiese Wetenskappe-onderwyser in staat te stel om perspektief te verkry rakende die verandering in die kurrikulum en die gepaardgaande aanpassings wat gemaak moet word ten opsigte van die implementering daarvan, is dit nodig om die transformasie van die tradisionele na ’n uitkomsgebaseerde kurrikulum in Suid-Afrika, aan die hand van die beleidsdokumente wat dit onderskryf, te ondersoek sodat aanbevelings, binne die konteks van die resente, wat e-Onderwys insluit, gemaak kan word (sien 1.1).

Voorgenoemde sal gedoen word teen die agtergrond van die kurrikulumontwikkeling en die kragte wat daarop inspeel aan die hand van die volgende vloiediagram.

⁶ “CAPS” is die akroniem vir die aangepaste “National Curriculum Statement Grades R-12: Curriculum and Assessment Policy Statement” wat die “Nasionale Kurrikulumverklaring Grade 10-12(2004)” in 2012/2013 gaan vervang (RSA DoE 2010b:2).

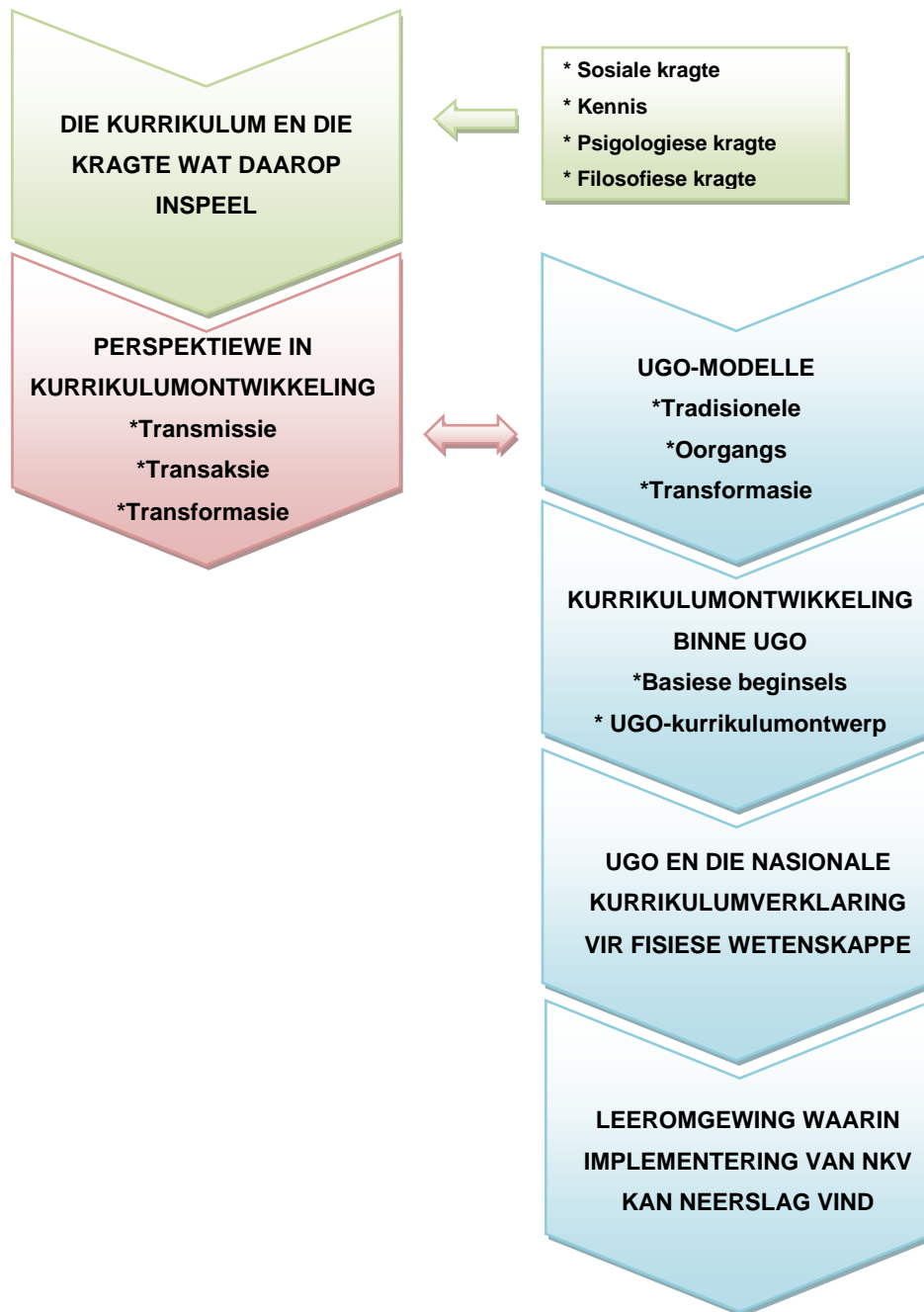


Diagram 2.1: Vloeidiagram van die kurrikulumtransformasie in Suid-Afrika

2.2 KURRIKULUM EN DIE KRAGTE WAT DAAROP INSPEEL

Wanneer die term “kurrikulum” ondersoek word, raak dit gou duidelik dat daar nie ’n enkele eenvoudige definisie daarvoor bestaan nie.

Fraser, Loubser en Van Rooy (1993:91) definieer kurrikulum as volg:

“The curriculum is the interrelated totality of aims, learning content, evaluation procedures and teaching- learning activities, opportunities and experiences which guide and implement the didactic activities in a planned and justified manner”.

Jarvis (soos aangehaal deur Hlophe 2000:107) beskou die kurrikulum weer vanuit 'n ander oogpunt as “... the total provision of an educational institution, it can also refer to the subject matter of a particular course of study or even to the learning that is intended. Hence, it relates to both the known and the intended, i.e. the educational organization and provision, or to the unknown and unquantifiable, i.e. the learning experience”.

Hieruit is dit duidelik dat 'n kurrikulum 'n komplekse aangeleentheid is wat binne die konteks van die waardes en aannames wat dit onderlê, geïnterpreteer moet word. Daar behoort dus nie net gekyk te word na die kurrikulum binne 'n instelling of onderwysstelsel nie, maar ook na die verwantskap daarvan met die samelewing (Hlophe 2000:107). Dit beteken dat die ontwikkeling van 'n kurrikulum teen die agtergrond van die kragte wat daarop inspeel, verstaan moet word. Hierdie kragte sluit in die sosiale, kennis, psigologie asook filosofie (Beane, Toepfer & Alessi 1986:73; Doll 1996: 107; Lamm 1991:103; Tanner & Tanner 1995:251).

2.2.1 Sosiale kragte

Die steeds veranderende samelewing vereis dat die kurrikulum leerders nie net vir die huidige omstandighede, maar ook vir die toekoms ten opsigte van kennis, vaardighede, en gesindheid moet toerus. Op hierdie wyse word die behoeftes van die leerders enersyds en die behoeftes van die samelewing andersyds aangespreek deurdat bekwame landsburgers in die proses voorberei word (Beane, Toepfer & Alessi 1986:90). Hierdie aspek, naamlik die invloed van die *samelewing en kultuur* op die kurrikulum, vind baie duidelik neerslag in Leeruitkoms 3 van die NKV vir Fisiese Wetenskappe wanneer daar spesifiek verwag word dat leerders die toepassing van wetenskaplike

kennis in die samelewing en die bydrae van inheemse kennisstrukture (IKS) tot wetenskaplike kennis moet ondersoek (sien 2.6.1.6). Die sosiale konteks waarbinne nie-huistaal leerders in die kurrikulum geakkommodeer word, word in 2.6.2.1 aangespreek.

Die ontwikkeling van *tegnologie* die afgelope paar dekades asook die informasie-era het daartoe gelei dat die kurrikulumbeplanners voor vroe soos die volgende te staan gekom het:

- Tot watter mate is die skool daarvoor verantwoordelik om leerders aan tegnologie bekend te stel?
- Moet die skool die vaardighede wat tegnologie vereis by leerders ontwikkel?
- Hoe kan tegnologie gebruik word om effektiewe leer aan te moedig?
- Tot watter mate behoort leerders tegnologie te gebruik in die uitvoer van hul skoolaktiwiteite? (Beane *et al.* 1986:93; Du Toit 2010a:3)

Die impak van hierdie tipe vroe op onderwys in Suid-Afrika word duidelik weerspieël in die Witskrif oor e-Onderwys (sien 3.3). Die gevolglike invloed daarvan op kurrikulumontwikkeling word volledig in Hoofstuk 3 bespreek.

Die invloed van die *politieke* gemeenskap op kurrikulumontwikkeling kan nie weggedeneer word nie en Giroux (soos aangehaal deur Hlope 2000:105) verklaar in hierdie verband dat die "... school institutionalizes, in various aspects of the curriculum, modes of knowing, speaking, style, manners and learning that most reflect the culture of the dominant social classes".

In Suid-Afrika vergestalt Die Grondwet van die Republiek van Suid- Afrika (Wet nr.108 van 1996) die invloed wat die nuwe politieke bestel na 1994 op kurrikulumontwikkeling gehad het, aangesien dit die beginsels waarvolgens die NKV ontwikkel is, neergelê het.

2.2.2 Kennis

Die impak van kennis op kurrikulumontwikkeling word onderstreep met die stelling dat “Western societies are currently experiencing a transition from the industrial economy to the knowledge economy with obvious implications for education systems” (Knight, Knight & Teghe 2006:1). Volgens Hargreaves (2000:11) is skole as “bastions van kennis” onder druk van ander bronne van kennis, waaronder die informasie- en vermaaklikheid-sektor en gevolglik is die wyse waarop kennis en die toepassing daarvan in die kurrikulum opgeneem word baie belangrik as skole in diens van die samelewing wil bly (sien 2.6.4).

Die feit dat hoë vlakke van kennis en vaardigheid as een van die grondbeginsels van die NKV uitgelig word, dui ook op die invloed daarvan op kurrikulumontwikkeling (sien 2.6.3).

2.2.3 Psigologiese kragte

Die psigologiese kragte wat kurrikulumontwikkeling beïnvloed, sluit die basiese menslike behoeftes van die leerder soos selfverwesenliking, ontwikkelingstake en vlakke van leergereedheid in – deur aandag hieraan te gee kan die kurrikulum meer effektief wees (Beane *et al.* 1986:100-108; Du Toit 2010a:3). Beskouinge rondom die leerder self kan ook 'n invloed op kurrikulumontwikkeling hê en sluit onder andere die volgende in:

- Die groei en ontwikkelingsproses van leerders wat die vermoë van leerders, individuele verskille tussen leerders, asook die invloed van die tydvak waarin hulle grootword, insluit. In hierdie verband is die behoeftes van die generasie Y-leerders 'n sprekende voorbeeld (sien 2.6.2.2).
- Die leerproses van leerders (sien 2.6.4.1) wat algemene leerbeginsels (sien 2.6.4.5), leerteorieë (sien 2.6.4.2, 2.6.4.3 en 2.6.4.4), leer om krities te dink (sien 2.6.1.4.2), kognitiewe, affektiewe en psigomotoriese prosesse om leeruitkomste te assesser (sien 2.6.1.1), insluit (Doll 1996:51-101; Tanner *et al.* 1995:274-295; Tanner 1991:108-109).

2.2.4 Filosofiese kragte

“Philosophy has entered into every important decision that has been made about curriculum and teaching in the past and will continue to be the basis of every important decision in the future ...” (Doll 1996:39-40). Binne die Suid- Afrikaanse konteks behoort die kurrikulum in ’n skool in die vorige politieke bedeling en vorige eeu baie te verskil van die kurrikulum wat voorsiening maak vir die nuwe bedeling in die nuwe millennium in Suid-Afrika, veral vanweë die invloed van ’n filosofie soos konstruktivisme en die UGO-benadering (sien 2.5.1 en 2.6.4.4).

Voortspruitend hieruit kan aanvaar word dat die NKV en die implementering daarvan beter geïnterpreteer kan word as aangeneem word dat dit nie vanuit ’n vakuum ontstaan het nie, maar eerder die eindproduk is van die perspektiewe wat die ontwikkeling daarvan onderskryf. Om hierdie rede sal daar nou aandag aan voorgenoemde gegee word.

2.3 PERSPEKTIEWE IN KURRIKULUMONTWIKKELING

Die benadering tot kurrikulumontwerp word deur mense se siening van die doel van onderwys, die wyse waarop hierdie doel bereik moet word asook die samestelling van die onderrigmateriaal bepaal. Alhoewel ’n kurrikulum selde indien ooit aan al die vereistes van ’n spesifieke breë benadering voldoen, kan die verskillende perspektiewe tot die kurrikulum meer lig werp op die wyse waarop onderwysdoelstellings bereik wil word (Lemmer & Badenhorst 1997:263).

Kurrikulumontwikkeling in Suid-Afrika is oor die afgelope paar jare ook deur verskillende perspektiewe beïnvloed. Die begrippe transmissie (*transmission*), transaksie (*transaction*) en transformasie (*transformation*) staan sentraal in hierdie perspektiewe. **Transmissie**, soos wat die begrip aandui, behels die oordra van kennis vanaf die onderwyser na die leerder. Die onderwyser en die kurrikulum word beskou as die hoofbron van inligting aangaande skoolvakke, waardes en vaardighede. Volgens hierdie

perspektief speel die onderwyser die aktiewe en leidende rol in die onderrig- leer situasie. Die leerder speel daarenteen die rol van 'n hoofsaaklik passiewe ontvanger van inligting. Die leerder word beskou as die eindproduk van die leerproses, met voorafbepaalde doelstellings wat op hulle afgedwing word. Hierdie perspektief is dan ook tipies van die tradisionele siening van onderrig. 'n **Transaksie**-perspektief onderskryf dialoog tussen die leerder en die kurrikulum, soos aangebied deur die onderwyser. Volgens hierdie perspektief, is daar interaksie tussen die bron van kennis deur middel van probleemoplossing en die ontdekking van vaardighede en dit het die opbou van kennis tot gevolg. Die derde van die meer onlangse perspektiewe naamlik **transformasie**, fokus op verandering. Hiervolgens het die onderrigsituasie te doen met die skep van geleenthede vir persoonlike, sosiale en interpersoonlike verandering. Gesien in die lig van die beginsel van lewenslange leer is die onderrigsituasie nie net ingestel op die tydraamwerk, soos daargestel deur die kurrikulum, sillabusse en skooljaar nie, maar maak ook voorsiening vir verskillende leeruitkomstes asook die toekomstige ontwikkeling van die leerder. As gevolg hiervan behels onderrig prosesse wat vir kreatiwiteit en spontaneïteit voorsiening maak. Onderwys en opleiding is hiervolgens nie veronderstel om net op vasgestelde uitkomstes, ter wille van eindprodukte, te fokus nie (Lemmer & Badenhorst 1997:263-264).

Met voorgenoemde perspektiewe betreffende kurrikulumontwikkeling in gedagte sal daar nou voortgegaan word om UGO van nader te ondersoek ten einde die model wat in Suid- Afrika die basis van Kurrikulum 2005 vorm, verder te belig.

2.4 UGO-MODELLE

Omdat UGO oor 'n tydperk in verskillende onderwysbenaderings ontwikkel is, is dit net logies dat daar ook in UGO-ontwerp tussen verskillende soorte UGO-modelle, soos die tradisionele-, die oorgangs- en die transformasie uitkomsgebaseerde model, onderskei kan word (Seaton 2002:1; Spady 2008a:22). Ten einde die impak van elkeen op kurrikulumtransformasie, en uiteindelik die onderrig van Fisiese Wetenskappe in Suid-Afrika, te belig, sal dit nou verder ondersoek word.

2.4.1 Die tradisionele uitkomsgebaseerde model

Dit is die model wat sy oorsprong in die kurrikulum het, wat reeds bestaan. Uitkomsteword gedefinieer as onderrigdoelwitte, gebaseer op hierdie kurrikulum. Om hierdie rede beskryf Spady hierdie model as kurrikulumgerig eerder as uitkomsgerig – vandaar die term “Kurrikulumgebaseerde Onderwys” (KGO). Die fokus in die KGO-model is op die bemeestering van inhoud met die klem op geheue en begrip. Die vraag kan gevra word of voorgenoemde die eise van die 21ste eeu ten volle aanspreek (sien 1.1). Eers hierna word die beginsels van uitkomsgebaseerde onderwys toegepas. Spady kritiseer hierdie model onder andere omdat die uitkomst hiervan sinoniem met die tradisionele leerstofgerigte kategorieë is wat nie met die eise en ervarings van die werklike lewewerband hou nie en ook net binne die konteks van die klaskamer aangebied word. Die leerder se geheelontwikkeling is dus ondergeskik aan die idee van “akademies bekwame leerder”. Klaskamer- en skoolorganisasie verskil nie wesenlik van die tradisionele nie. Afgemete periodes dikteer steeds die gang van die normale skooldag (Fakier & Waghid 2004:58; Spady 2008a:26-27). In 2.6.3.2 word hierdie model weer te berde gebring wanneer daar krities na die NKV gekyk word.

2.4.2 Die oorgangs-uitkomsgebaseerde model

Hierdie model het in die vroeë jare tagtig beslag gekry. Dit het wegbeweeg van die bestaande kurrikulum ten einde uitkomsteword te identifiseer wat hoëvlakbekwaamhede gereflekteer het asook oor die grense van die tradisionele vakke beweeg het. Inhoud is gebruik as 'n weg waarlangs hoëvlakbekwaamhede soos probleemoplossing, kritiese denke, effektiewe kommunikasie en tegnologiese toepassings ontwikkel is. Die feit dat handboeke en leerstofinhoud nie meer erken is as die primêre bron van kennis nie, asook die benadering van interdisiplinêre werk het getoon dat daar geleidelik nader beweeg is aan die transformasie model van uitkomsgebaseerde onderwys (Fakier & Waghid 2004:57; Wilkinson 1997:157).

2.4.3 Die transformasie-uitkomsgebaseerde model

Die transformasie-model verteenwoordig die hoogste vlak in die evolusie van die uitkomsgebaseerde onderrigmodelle. Dit beweeg nie net weg van die bestaande kurrikulum nie, maar ook van die bestaande strukture van die alledaagse skool. Die bestaande kenmerke van skoolonderrig word nie as onaantasbaar beskou nie. Kurrikulum ontwerp, strategiese beplanning en brontoedeling reflekteer die aard en omvang van die uitkomste. Die kurrikulum word ontwerp aan die hand van toekoms gedrewe uitkomste. Die doel is om leerders toe te rus met kennis, vaardighede en insig wat nodig is om sukses te behaal nadat hulle die skool verlaat het (Pretorius 1998:x).

Dit is van fundamentele belang om daarop te wys dat daar op 'n transformasie-model in die Suid-Afrikaanse opset besluit is (Fakier & Waghid 2004:3; RSA DoE 1997:7; Van der Horst & McDonald 1997:20). Dit beteken dat die NKV, en gevolglik die implementering daarvan, die eienskappe van hierdie model, soos opgesom in Tabel 2.1, uiteindelik moet reflekteer. Daar sal veral in 2.6.3.2 weer na hierdie aspek verwys word, aangesien die vraag wat ontstaan juis is of die Fisiese Wetenskappe 'n transformasie model van UGO voorop stel?

Tabel 2.1: Kenmerke van 'n transformasie UGO-model (Malan 2000:27)

EIENSKAPPE	TRANSFORMASIE-ASPEKTE
Uitkomste definieer UGO	Leerders is toekomstgerig. Hulle word ingelig aangaande wat hulle moet bereik asook die kwaliteit daarvan. Die proses verander van 'n inhoud-gebaseerde benadering tot 'n bevoegdheid-gebaseerde benadering waar sertifisering die bevoegdheids bekragtig. Die bereiking van uitkomste is nie gebonde aan tyd en datums nie.
UGO maak voorsiening vir die uitbrei van leergeleenthede buite die raamwerk van tradisionele klastyd	Die fokus is op die bereiking van uitkomste volgens vermoë. Prestasie word deur buigsame tydraamwerke ondersteun en word

EIENSKAPPE	TRANSFORMASIE-ASPEKTE
	nie deur onaanpasbare tydstrukture beperk nie. Leerprogramme is oop en kreatief. Leerders word aangemoedig om eie insigte en oplossings voor te stel.
Gebaseer op suksesvolle bereiking van voorafbepaalde prestasiegerigte uitkomste	Leerders vorder deur die stelsel wanneer hulle in staat is om die bereiking van verlangde uitkomste te kan demonstreer. Hulle word deurlopend geassesseer en gefasiliteer om die uitkomste te bereik.
Ondersteuning deur middel van leiding terwyl leerders deurlopende leerondersteuning ontvang.	Onderrig is nie meer ingestel op die afhandel van die sillabus nie, maar eerder die ontdekking van nuwe kennis, vaardighede en houdings deur inhoud baas te raak deur kreatiewe leiding deur die onderwyser.
Bou voort op die basis wat gelê word met die bereiking van verlangde leeruitkomste.	Bereiking van uitkomste lê die basis vir toepassing van verworwe kennis, vaardighede en houdings wat weer aanleiding kan gee tot die bereiking van hoër verlangde uitkomste.
Ingestel op integrering dwarsoor die kurrikulum en leerareas.	Die fokus verskuif vanaf die bemeestering van vakinhoud as 'n doel opsigself na 'n meer holistiese benadering dwarsoor die kurrikulum.
Sukses- georiënteerde karakter stel leerders in staat om volgens hul eie vermoëns te presteer.	Leerders vorder volgens hul eie vermoëns. Die selektiewe benadering van “deurkom” of “druip” is nie prominent nie.
UGO word gekenmerk aan koöperatiewe leer.	Spanwerk word aangemoedig ten koste van individuele kompetisie en mededinging.
Die bereiking van uitkomste word bevestig deur kriteria-assessering.	Die klem verskuif vanaf 'n deurkom punt of onderskeiding na die demonstrasie of bewys van bevoegdheid op 'n voorafbepaalde vlak. Die assessering van die uitkomste en nie gradering is die fokus.
Gebaseer op deelname deur die breë gemeenskap.	Die UGO-kurrikulum is “oop” en die resultaat van onderhandeling en insette van belanghebbendes.

Bron: Malan (2000:27)

Die fokus in die UGO-model is dus op die resultaat⁷ of uitkoms van die kurrikulum uit die oogpunt van die leerder en veronderstel dus die wegbeweeg van 'n inhoud- gebaseerde (doelwitte) benadering na 'n leerdergesentreerde benadering (Lemmer & Badenhorst 1997:272). Hierdie benadering het tot gevolg dat die ontwikkeling van 'n kurrikulum op 'n ander grondslag as die tradisionele plaasvind en noodwendig andersoortige denke en onderrigstrategieë vereis. Dit is dus nodig om die eiesoortigheid van hierdie benadering te ondersoek ten einde 'n implementeringstrategie, wat in lyn daarmee is, aan te beveel.

2.5 KURRIKULUMONTWIKKELING BINNE DIE UGO-ONDERWYSMODEL

2.5.1 Die basiese beginsels van UGO

UGO, soos die meeste ander konsepte in onderwys, word op verskillende wyses deur verskillende rolspelers geïnterpreteer. Die term word baie maal onvanpas gebruik om 'n verskeidenheid van onderwyspraktyke wat in werklikheid nie aan die basiese beginsels van UGO voldoen nie, te beskryf. Om duidelikheid oor hierdie soort verwarring te verkry, is dit volgens Killen (2000b:2) nodig om te beseft dat UGO op drie verskillende maniere gesien kan word – as 'n onderwysteorie, as 'n sistematiese struktuur vir onderwys of as klaskamerpraktyk. In hierdie studie is laasgenoemde veral van toepassing omdat dit hier daarvoor gaan oor 'n leeromgewing waarbinne UGO-beginsels neerslag kan vind (sien 1.4). Uiteindelik moet die sistematiese struktuur en die klaskamerpraktyk in lyn gebring word met die teorie daaragter, ten einde werklik uitkomsgebaseerde onderwys te hê. Killen (2000b:2) beskou UGO as 'n onderwysteorie (of filosofie) in die sin dat dit sekere oortuigings en aannames aangaande leer, onderrig en die sistematiese struktuur waarbinne hierdie aktiwiteite plaasvind, omvat.

UGO in Suid-Afrika word volgens Steyn en Wilkinson (1998:203) deur vier verskillende filosofieë naamlik behaviorisme, sosiale konstruktivisme, kritiese teorie en pragmatisme

⁷ Vanweë die fokus op die resultaat, word die term “Resultaatgerigte Onderwys” in sommige kringe bo die term “Uitkomsgebaseerde Onderwys” verkies. In hierdie studie word die betekenis van “uitkomste” deeglik ondersoek, derhalwe word die term “Uitkomsgebaseerde Onderwys” deurgaans gebruik.

onderskryf. Vanweë die prominente aard daarvan in klaskamerpraktyk word behaviorisme (sien 2.6.4.2) en sosiale konstruktivisme, meer volledig in 2.6.4.4 en 2.6.4.5 bespreek.

Hoewel William Spady nie die enigste persoon is wat 'n belangrike bydrae tot die ontwikkeling van UGO gemaak het nie, word hy wêreldwyd as 'n kenner beskou en deur sommige selfs as die “vader van UGO” gesien. Spady (1994:1) beskryf UGO as volg : “Outcome-Based means clearly focusing and organizing everything in an educational system around what is essential for all students to be able to do successfully at the end of their learning experiences. This means starting with a clear picture of what is important for students to be able to do, then organizing curriculum, instruction, and assessment to make sure this learning ultimately happens”.

Malan (1997:10) beskryf onderwys as uitkomsgebaseerd “... when it accepts as its premise that the definition of outcomes should form the basis of all educational activity, including the description of qualifications, the development of curricula, the assessment of learners, the development of educational structures and institutions, and even the planning of finances, buildings and other resources”.

In die praktyk is die sleutelvereistes vir 'n UGO- stelsel dus die:

- ontwikkeling van 'n duidelike stel leeruitkomst, waarom al die stelsel se komponente gebou en gefokus kan word;
- daarstel van toestande en geleenthede binne die stelsel, om die leerders in staat te stel en aan te moedig om die noodsaaklike uitkomst te behaal (Spady 1994:1-2).

Volgens Spady (1994:9) is die uitgangspunte van UGO in die volgende gesetel:

- Alle leerders is in staat om te leer en sukses te behaal, maar nie noodwendig op dieselfde dag en op dieselfde wyse nie.
- Suksesvolle leer moedig meer suksesvolle leer aan.

- Skole (en onderwysers) is in beheer van die omstandighede wat suksesvolle leer direk kan beïnvloed.

Die eerste uitgangspunt neem die verskille in leerders, ten opsigte van leertempo en leerstyle, in ag – nie as hindernis tot suksesvolle leer nie, maar as faktore wat in ag geneem moet word wanneer die onderrigprogram ontwikkel word. Spady (1994:10) noem dit 'n “very optimistic view of the learning potential of all students”.

Die tweede uitgangspunt beklemtoon die feit dat suksesvolle leer by leerders afhanklik is van die kognitiewe en psigologiese grondslag wat tydens vorige suksesvolle leer, gelê is.

Die derde uitgangspunt gaan van die veronderstelling uit dat skole kan aanpas indien die onderwysers, en meer spesifiek die Fisiese Wetenskappe-onderwyser, en ander betrokkenes die wil het om die nodige veranderinge aan te bring.

Dit blyk uit voorgenoemde dat die drie uitgangspunte fundamenteel is wanneer dit by die implementering van 'n UGO-onderwysstrategie kom – om hierdie rede is die bydrae wat 'n e-Onderwysgebaseerde benadering daartoe kan lewer van groot belang (sien 3.9.3, 3.9.5 en 3.7).

Die idees van Mamary (in Killen 2000b:3) betreffende uitkomsgebaseerde skole kan saam met die drie uitgangspunte betreffende UGO van Spady gelees word:

- Alle leerders het talent, en dit is die taak van die skool om dit te ontwikkel.
- Die skool se rol is om weë te soek wat leerders in staat stel om suksesvol te wees, eerder as om weë te soek wat leerders laat misluk.
- Wedersydse vertroue is die dryfkrag agter alle goeie uitkomsgebaseerde skole;
- Voortreflikheid is vir elke kind en nie net vir 'n paar nie.
- Deur leerders elke dag voor te berei op sukses die volgende dag, sal lei tot minder korrektiewe aksies.
- Leerders moet eerder in die leerproses saamwerk as kompeteer.

- Geen leerder moet, sover moontlik, van enige aktiwiteit in die skool uitgesluit word nie.
- 'n Positiewe ingesteldheid is noodsaaklik. (Indien daar geglo word dat elke leerder goed kan leer, sal hulle.)

Hierdie uitgangspunte dien as die grondslag vir die vier sleutelbeginsels van Spady waarop die implementering van UGO en gevolglik kurrikulumontwikkeling berus.

Eerstens moet daar 'n **duidelike fokus** op betekenisvolle uitkomst wees. Dit beteken dat dit wat onderwysers doen, duidelik gerig moet wees op dit wat hulle wil hê die leerders moet uiteindelik suksesvol kan doen. Wanneer onderwysers dus beplan en onderrig moet hulle daarop fokus om die leerder te help om kennis, vaardighede en aanleg te ontwikkel wat alles sal meedoen om die leerders in staat te stel om duidelik gedefinieerde betekenisvolle uitkomst te bereik. Voorafgaande beginsel verbind onderwysers om die kort sowel as langtermyn-voornemens wat hulle met spesifieke leeraktiwiteite ten doel het, aan die leerders bekend te maak en hulle op hoogte te hou tydens die leerproses. Dit verbind die onderwyser verder om alle leerder assessering te rig op die duidelik gedefinieerde betekenisvolle uitkomst (Killen 2000b:3; Spady 2008a:21). Hierdie fokus op uitkomst bleik later in die studie as baie belangrik te wees wanneer die behoeftes van die generasie Y-leerders in 'n 21ste eeuse leeromgewing aanspreek word (sien 2.6.2.2).

Daar word dikwels na die tweede beginsel verwys as die **terugwaartse ontwerp** en word baie nou aan die eerste beginsel verbind. Hiervolgens is die beginpunt van alle kurrikulumontwerp die duidelik gedefinieerde uitkomst wat die prosesse hierna rig. Alle onderrigontwikkeling word geneem deur vanaf die uiteindelijke uitkomst terug te werk om die "boublokke" van leer te identifiseer wat die leerders uiteindelik in staat sal stel om die langtermyn-uitkomst te bereik. Dit beteken nie dat kurrikulumontwikkeling 'n eenvoudige lineêre proses is nie, maar impliseer eerder dat alle beplanning, onderrig en assesseringsbesluite aan die betekenisvolle uitkomst wat die leerders moet bereik, gekoppel moet word (Killen 2000b:3; Spady 2008a:21).

Die derde beginsel van UGO is dat onderwysers **hoë verwagtinge** van alle leerders moet koester. Die uitkomst moet groot uitdagings aan almal in 'n sukses-vir-almal-model stel, terwyl daar van almal verwag moet word om wel uiteindelik die verlangde vlak te bereik en erkenning te ontvang (Killen 2000b:3; Spady 2008a:21; Wilkinson 1997:158). Hierdie beginsel staan in noue verwantskap met Spady se siening dat suksesvolle leer tot meer suksesvolle leer sal lei.

In die NKV word die beginsel van hoë vlakke van kennis en vaardighede beklemtoon deurdat daar verwys word na die hoë verwagtinge wat gestel word maar wat deur alle Suid-Afrikaanse leerders bereik kan word. Die NKV stel ook minimum standaarde van kennis en vaardighede vir elke graad, asook bereikbare standaarde in alle vakke (RSA DoE 2003d: 3).

Intellektuele kwaliteit is volgens Killen (2000b:3) nie iets wat net vir 'n paar leerders voorbehou word nie – dit is iets wat van alle leerders verwag moet word. Om hierdie beginsel na te streef, sal onderwysers daarna moet streef om **uitgebreide geleenthede** vir alle leerders te bied. Hierdie beginsel is gebaseer op die idee dat nie alle leerders dieselfde ding op dieselfde manier en binne dieselfde tydraamwerk kan aanleer nie. Leerders kan egter, as hulle die toepaslike geleenthede gegee word, hoë standaarde handhaaf. Die belangrike gedagte is dat leerders dit wat belangrik is leer, nie noodwendig dat hulle dit op 'n spesifieke manier of op 'n spesifieke tydstop moet leer nie. Die gebruik van alternatiewe onderrigstrategieë, soos e-Onderwys, wat eie aan 'n 21ste-eeuse leeromgewing is (sien 3.3), kan hier 'n bydrae lewer.

Spady (2008b:21) verwys ook na voorgenoemde beginsels as “UGO se vier dryfkragte”. Dit is eers as die beginsels regdeur die onderwysstelsel toegepas word dat daar regtig daarop aanspraak gemaak kan word dat uitkomsgebaseerde onderrig wel plaasvind.

2.5.2 Model van UGO-kurrikulumontwerp

Wanneer dit by kurrikulumontwerp kom, het Tyler (1949) baanbrekerswerk gedoen. Hy het die noodsaaklikheid van doelwitte in kurrikulumontwerp en onderrigpraktyk beklemtoon en sy benadering het op vier vrae berus:

- Watter opvoedkundige doelwitte behoort die skool na te streef?
- Watter opvoedkundige ervaringe kan gebied word ten einde die opvoedkundige doelwitte te bereik?
- Hoe kan hierdie opvoedkundige ervaringe effektief gestruktureer word?
- Hoe kan die effektiwiteit van hierdie opvoedkundige ervaringe geëvalueer word? (Malan 2000:23).

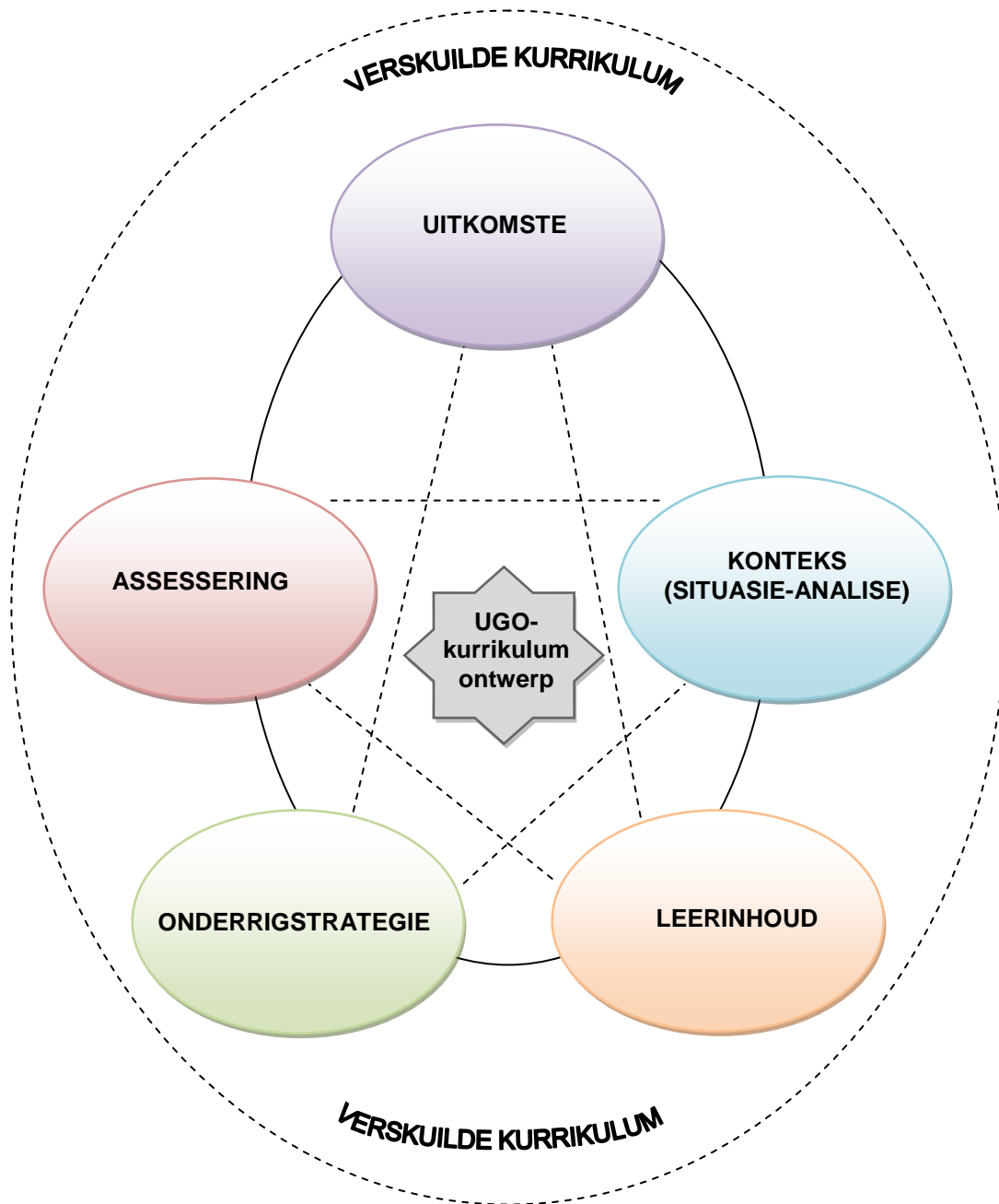
Deur hierdie vrae te beantwoord, kan die stappe in kurrikulumontwerp in 'n logiese volgorde uitgevoer word – vandaar die lineêre eienskap van die model.

Hierdie model is algemeen in kurrikulumontwikkeling en -ontwerp aanvaar en gebruik. Wanneer die modelle van teoretici soos Hilda Taba (1962), Gagnè (1977), Krüger en Müller (1982) en Marsh (1997) van nader beskou word, is dit duidelik dat die vier begrippe naamlik doelwitte, inhoud, metode en evaluering, soos vervat in die model van Tyler, ook as basis vir hul werk gedien het (Jacobs 2004:48). Om hierdie rede word hierdie model ook as immergroen beskou en kan dit 'n belangrike instrument in die implementering van kurrikulum-teorie of in die ontwikkeling en analise van bestaande kurrikula wees (Jacobs 2004:52).

Met die koms van uitkomsgebaseerde onderwys is 'n nuwe benadering tot kurrikulumontwerp ingelui en die “doelwitmodel” van Tyler is op die volgende wyse aangepas en uitgebrei:

- 'n Addisionele komponent, “konteks”, is bygevoeg.
- Die sogenaamde “Verskuilde Kurrikulum” is by die model ingesluit.
- Verbindingslyne toon die onderlinge verband tussen die verskillende komponente aan.

- Die name van die komponente het verander ten einde UGO terminologie te reflekteer (Jacobs 2004:63).



Bron: Aangepas uit Jacobs (2004:62)

Figuur 2.1: Model van UGO-kurrikulumontwerp

Hierdie aangepaste model word later in hierdie studie as agtergrond gebruik om die verloop van die studie in hierdie hoofstuk te rig (sien 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3, 2.6.4 en 2.6.5).

Die implementering van die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum in Suid-Afrika word onderskryf deur die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Fisiese Wetenskappe en daarom sal daar nou voortgegaan word om dit te analiseer.

2.6 UGO EN DIE NASIONALE KURRIKULUMVERKLARING VIR FISIESE WETENSKAPPE

Die Nasionale Kurrikulumverklaring Grade 10 tot 12 (algemeen) vir Fisiese Wetenskappe is 'n dokument wat dit ten doel het om die grondslag te lê vir die bereiking van die doelstellings van die Grondwet van die Republiek van Suid-Afrika (Wet nr.108 van 1996). Ten einde hierin te slaag is Leeruitkomste en Assesseringstandaarde asook ander basiese beginsels en waardes wat die kurrikulum onderskryf, uiteengesit (RSA DoE 2003d:1).

Dit word baie duidelik in voorgenoemde dokument gestel dat UGO die basis vorm van die kurrikulum in Suid-Afrika. Hiervolgens streef UGO daarna om alle leerders in staat te stel om hul maksimum potensiaal te bereik deur leeruitkomste daar te stel wat aan die einde van die leerproses behaal moet word. Leerdergesentreerde en aktiwiteitgebaseerde benaderings word onderskryf (RSA DoE 2003d: 1).

Om genoemde beginsels en ander aspekte van UGO in die NKV toe te lig en te ondersoek teen die agtergrond van effektiewe onderrig-en-leer (sien 2.6.4.5), sal die vyf komponente, van die UGO-model van kurrikulumontwerp, soos uiteengesit in Figuur 2.1 as uitgangspunt gebruik word. In Diagram 2.2 word die verskillende aspekte wat onder elke komponent in hierdie studie behandel word, uiteengesit.



Diagram 2.2: Uiteensetting van aspekte wat ondersoek word in UGO-kurrikulumontwerp

Die eerste komponent van die UGO-model van kurrikulumontwerp is die ontwikkeling van uitkomst.

2.6.1 Uitkomste

Soos die naam aandui, word UGO deur uitkomste getipeer – alles rondom onderrig-en-leer word om dit gebou (Du Toit 2010a:5). Deur die betekenis van “uitkomste” asook die verskille tussen uitkomste en doelwitte in hierdie verband te ondersoek, sal gepoog word om meer lig te werp op die rol wat dit speel in die implementering van die NKV.

Uitkomste is duidelike leerresultate wat van leerders verwag word om te demonstreer aan die einde van 'n betekenisvolle leerervaring. Dit is nie waardes, oortuigings, houdings of een of ander psigologiese ingesteldheid nie. Inteendeel, uitkomste is dit wat leerders werklik kan doen met dit wat hulle weet en geleer het – dit is die tasbare toepassing van dit wat geleer is. Dit beteken dat uitkomste aksies en optrede is wat van die leerder verwag om bevoegdheid ten opsigte van die gebruik van inhoud, inligting, idees en hulpmiddele op 'n sekere vlak (sien Tabelle 2.2, 2.3 en 2.4) suksesvol te kan demonstreer. Om leerders belangrike dinge te laat doen met die kennis wat hulle het, is belangriker as die kennis opsigself (Spady 1994:2). Voorgenoemde impliseer dat die leerder aktief aan die leerproses moet deelneem wat gevolglik sal beteken dat die rol van die onderwyser dienoreenkomstig in die leeromgewing sal moet aanpas (Du Toit 2010a:6) (sien 3.7.2 en 3.7.3). Die wisselwerking tussen die onderwyser, die leerder en dit wat geleer en gedemonstreer moet word kom nou sterk ter sprake in die sogenaamde didaktiese driehoek, wat in 'n 21ste-eeuse leeromgewing sal moet neerslag vind (sien 3.7).

2.6.1.1 Beginsels by die formulering van uitkomste

Volgens Jacobs (2004:113) kan duidelike uitkomste geformuleer word deur die volgende drie basiese beginsels toe te pas:

- Uitkomst beskryf nie die aktiwiteit van die onderwyser nie, maar wel **dit (aksie) wat die leerder aan die einde van die leeraktiwiteit moet kan demonstreer**. Die stelling “Onderrig die samestelling van ’n teleskoop” is byvoorbeeld slegs ’n stelling van dit wat die onderwyser behoort te doen. Deur die voorafgaande stelling as “Benoem die verskillende dele van ’n teleskoop” te herskryf, word die aksie wat die leerder aan die einde moet kan demonstreer as ’n uitkoms beskryf.
- Dit is beter om slegs op **een aksie** in ’n uitkoms te konsentreer. Dit beteken dat slegs een aksiewerkwoord per uitkoms gebruik moet word. Indien daar verlang word dat meer as een aksie gedemonstreer moet word, moet dit in meer as een uitkoms vervat word. In plaas van die stelling “Skryf die twee verskillende golfvorme neer en beskryf die kenmerke daarvan” kan dit eerder in twee afsonderlike uitkomste geskryf word as “Skryf die twee verskillende golfvorme neer” en “Beskryf die kenmerke van die twee verskillende golfvorme”.
- Die **werkwoord** in die uitkoms moet ’n waarneembare aksie beskryf. Dit is dus noodsaaklik dat werkwoorde soos “verduidelik”, “voltooi”, “identifiseer”, “benoem”, “skryf”, ensovoorts, wat waarneembare aksies beskryf, gebruik word in plaas van vae begrippe soos “ken”, “verstaan” en “glo”. ’n Voorbeeld in hierdie verband is die moontlike uitkoms “verduidelik die werking van ’n elektriese motor” wat impliseer om suksesvol te wees, daar van die leerder verwag word om die bevoegdheid van verduideliking, sowel as kennis van die werking van die elektriese motor onder die knie te hê. ’n Goed gedefinieerde uitkoms kan dus uitgeken word aan die werkwoord of werkwoorde wat die prosesse, wat die leerder aan die einde moet kan uitvoer, beskryf of definieer. Sonder hierdie werkwoorde is die demonstrasieproses afwesig en neem die uitkoms volgens Spady (1994:2) die karakter van ’n doelstelling aan. In sy verduideliking aan ouers, wat die werklike betekenis van uitkomst is, gebruik hy die woord “demonstrasie werkwoord” om aan te dui dat dit ’n besondere rol vervul (Spady & Schlebush 1999:43).

Hierdie werkwoord dui duidelik aan wat:

- leerders moet **doen/demonstreer**;
- onderwysers leerders moet **leer (onderrig)** om suksesvol te doen;
- leerders moet kan doen wanneer hulle **geassesseer** word.



Voorgenoemde impliseer ook dat 'n kriteria-komponent moet bestaan ten einde dit wat deur die leerder gedemonstreer moet word te definieer. Die kriteria-komponent is gerig op aspekte soos akkuraatheid, kwaliteit, hoeveelheid en standaard (Dreckmeyer Maarschalk & McFarlane 1994:43). Hierdie aspek is veral belangrik tydens assessering, soos meer volledig bespreek in 2.6.5.

Dit is noodsaaklik dat die lesuitkomste en aktiwiteite in die leeraktiwiteite direk met mekaar in verband staan. Indien een van die uitkomste dit byvoorbeeld wil hê dat die leerders die verskillende dele van 'n mikroskoop moet kan benoem, maar die leeraktiwiteit wat aan hulle gegee word gerig is op die werking van die mikroskoop, is dit voor die hand liggend 'n onaanvaarbare situasie.

Dit is nie net nodig om uitkomste akkuraat te formuleer nie, maar ook belangrik om dit korrek te klassifiseer. Terwyl doelwitte as kognitiewe, affektiewe of psigomotoriese doelwitte geklassifiseer kan word, word die leeruitkomste in die NKV vir Fisiese Wetenskappe in lyn daarmee gegroepeer volgens kennis, vaardighede en waardes (Gunter, Estes & Schwab 1995: 28; RSA DoE 2007a:7).

Kognitiewe doelwitte staan in verband met die prosessering van inligting deur die leerders. Dit het te doen met die memorisering van feite tot die mees komplekse prosesse van evaluering en assessering. Bloom se taksonomie kan gebruik word as uitgangspunt vir die formulering en klassifikasie van kognitiewe doelwitte (Gunter *et al.* 1995:29).

Tabel 2.2: Voorbeelde van werkwoorde in die kognitiewe domein

Onthou	definieer, beskryf, benoem, stel
Begrip	verduidelik, klassifiseer, onderskei
Toepassing	bereken, voorspel, los op
Analise	vergelyk, ondersoek, differensieer
Evaluering	beoordeel, interpreteer, kritiseer
Skep	hipotesestelling, ontwerp, konstrueer

Bronne: (Dreckmeyer et al. 1994:44-45; Du Toit 2010b:154; Smith 2011:49)

Hierdie taksonomie word ook pertinent gebruik in die assesseringsriglyne van die NKV (RSA DoE 2007a:17-18). Daar is 'n noue verband tussen kognitiewe doelwitte en Leeruitkoms 2 van die NKV vir Fisiese Wetenskappe (sien 2.6.1.5).

Affektiewe doelwitte staan in verband met die houding of gevoel wat leerders as gevolg van die onderrig-en-leer in 'n spesifieke vak moet ontwikkel. Die uitgangspunt is dat, indien die vak Fisiese Wetenskappe die moeite werd is om te leer, dit leerders behoort te affekteer. Hulle moet as gevolg van die vak meer verstaan, meer omgee, meer verdraagsaam wees, meer effektief wees ensovoorts (Gunter et al. 1995:33).

Tabel 2.3: Voorbeelde van werkwoorde in die affektiewe domein

Ontvang	luister, bewus wees, neem in
Reageer	reageer, antwoord
Waardeer	aanvaar, verwerp, begeer
Organiseer	vergelyk, prioritiseer
Karakteriseer	demonstreer, verpersoonlik

Bronne: (Du Toit 2010b:154; Gunter et al. 1995: 33; Smith 2011:49)

Daar is 'n noue verband tussen affektiewe doelwitte en Leeruitkoms 3 van die NKV vir Fisiese Wetenskappe, soos uiteengesit in 2.6.1.6.

Psigomotoriese doelwitte staan in verband met die fisiese vaardighede wat leerders moet bemeester. In Fisiese Wetenskappe moet leerders veral vertrou wees met die hantering en gebruik van apparaat tydens die doen van eksperimente (Gunter *et al.* 1995:35).

Tabel 2.4: Voorbeelde van werkwoorde in die psigomotoriese domein

Gereedheid	gewillig, voorbereid
Observasie	geïnteresseerd, aandag gee
Persepsie	sintuie, aanvoeling
Reaksie	dupliseer, namaak, beoefen
Aanpassing	bemeester, ontwikkel, verander

Bronne: (Du Toit 2010b:154; Gunter *et al.* 1995:35; Smith 2011:49)

Daar is 'n noue verband tussen die psigomotoriese doelwitte en Leeruitkoms 1 van die NKV vir Fisiese Wetenskappe, soos uiteengesit in 2.6.1.4.

Dit is egter belangrik om daarop te let dat vaardighede binne die konteks van die NKV nie net op die fisiese konsentreer nie maar ook op onder andere kommunikasievaardighede, kritiese denkvaardighede, prosesvaardighede, sosiale vaardighede, tegniese vaardighede, leesvaardighede, navorsingsvaardighede ensovoorts (Jacobs 2004:66).

2.6.1.2 Uitkomste versus doelwitte

Terminologie soos doelstellings, doelwitte, eindresultate, teikens en uitkomste word voortdurend deur opvoedkundiges gebruik wanneer daar na die oogmerke van verskillende onderwysmodelle verwys word. Wanneer die begrippe “doelwitte” en “uitkomste” gedefinieer word, is daar dikwels nie 'n wesenlike verskil nie. Tog is dit belangrik in hierdie studie om in terme van die implementering van die NKV duidelikheid te kry aangaande die verskille, aangesien die term “uitkomste” volgens Jacobs (2004:90) in alle amptelike onderwysdokumentasie in Suid-Afrika gebruik word.

Teen die agtergrond van die bespreking in 2.6.1.1 waar die beginsels waarvolgens uitkomst binne UGO-verband geskryf word van nader beskou is, kom die onderskeid op die volgende wyse na vore:

- Uitkomst is leerdergesentreerd aangesien dit op die aksie wat die leerder moet demonstreer en nie op die onderrig van die onderwyser nie fokus.
- Aksiewerkwoorde spel duidelik uit wat deur die leerder gedemonstreer moet word.

Een van die eerste stappe wat die Suid- Afrikaanse regering in die hervorming van die onderwys geneem het, was die aanstel van 'n ministeriële komitee wat leiding sou neem in die daarstel van 'n dokument wat die ontwikkeling en implementering van 'n nasionale kwalifikasie-raamwerk sou inisieer. Hierdie dokument, "Lifelong Learning through a National Qualifications Framework" (1996), het gelei tot die daarstel van die Suid-Afrikaanse Kwalifikasie Owerheid (SAKO), 'n liggaam wat saamgestel is uit persone wat die vernaamste belanghebbendes by onderwys en opleiding verteenwoordig het. Een van die eerste take van hierdie liggaam was die ontwikkeling van kritieke uitkomst, wat net soos Spady se uiteindelige uitkomst ook verwys het na volwasse lewensrolle (Malan 1997:18). Hierdie aksie kan ook gesien word as die eerste stap in die rigting van 'n transformasie-uitkomsgebaseerde onderwysmodel, aangesien dit in lyn was met Spady (1994:3) se aanspraak dat "... the most advanced models of exit outcome design and development deliberately attempt to engage a community's key constituents and stakeholder groups. With the future of all students at stake, no one group should have the privilege or carry the responsibility for unilaterally determining this critical process".

2.6.1.3 Kritieke en ontwikkelingsuitkomst van die Suid-Afrikaanse Kwalifikasiewet (1995)

Die kritieke en ontwikkelingsuitkomst kan gesien word as 'n lys van uitkomst wat uit die Grondwet van Suid-Afrika voortspruit en in die Suid-Afrikaanse Kwalifikasiewet (1995) vervat is. Met die behoeftes van die land in gedagte, beskryf die stel uitkomst die soort burger wat die onderwys- en opleidingstelsel behoort te lewer. Hiervolgens

word leerders, wat tot die volgende in staat sal wees, deur die volgende **kritieke uitkomst** in die vooruitsig gestel:

- Identifiseer en los probleme op en neem besluite deur kritiese en kreatiewe denke.
- Werk doeltreffend saam met ander as lede van 'n span, groep, organisasie en gemeenskap.
- Organiseer en bestuur hulself en hul aktiwiteite verantwoordelik en doeltreffend.
- Versamel, ontleed en organiseer inligting en evalueer dit krities.
- Kommunikeer doeltreffend deur middel van visuele, simboliese en/of taalvaardighede in verskillende vorme.
- Gebruik wetenskap en tegnologie doeltreffend en krities deur verantwoordelikheid teenoor die omgewing en die gesondheid van ander te toon.
- Begryp dat die wêreld 'n stel verwante stelsels is waarin probleme nie in isolasie opgelos word nie (RSA DoE 2002b:12).

Addisioneel aan voorgenoemde uitkomst is die **ontwikkelingsuitkomst** wat leerders, wat tot die volgende in staat sal wees, in die vooruitsig stel:

- Dink na oor en ondersoek 'n verskeidenheid strategieë om doeltreffender te leer.
- Neem as verantwoordelike burgers aan die lewe van die plaaslike, nasionale en wêreldgemeenskap deel.
- Is kultureel en esteties sensitief in verskeie sosiale kontekste.
- Ondersoek opleidings- en beroepsmoontlikhede.
- Ontwikkel entrepreneursgeleenthede (RSA DoE 2002b:12).

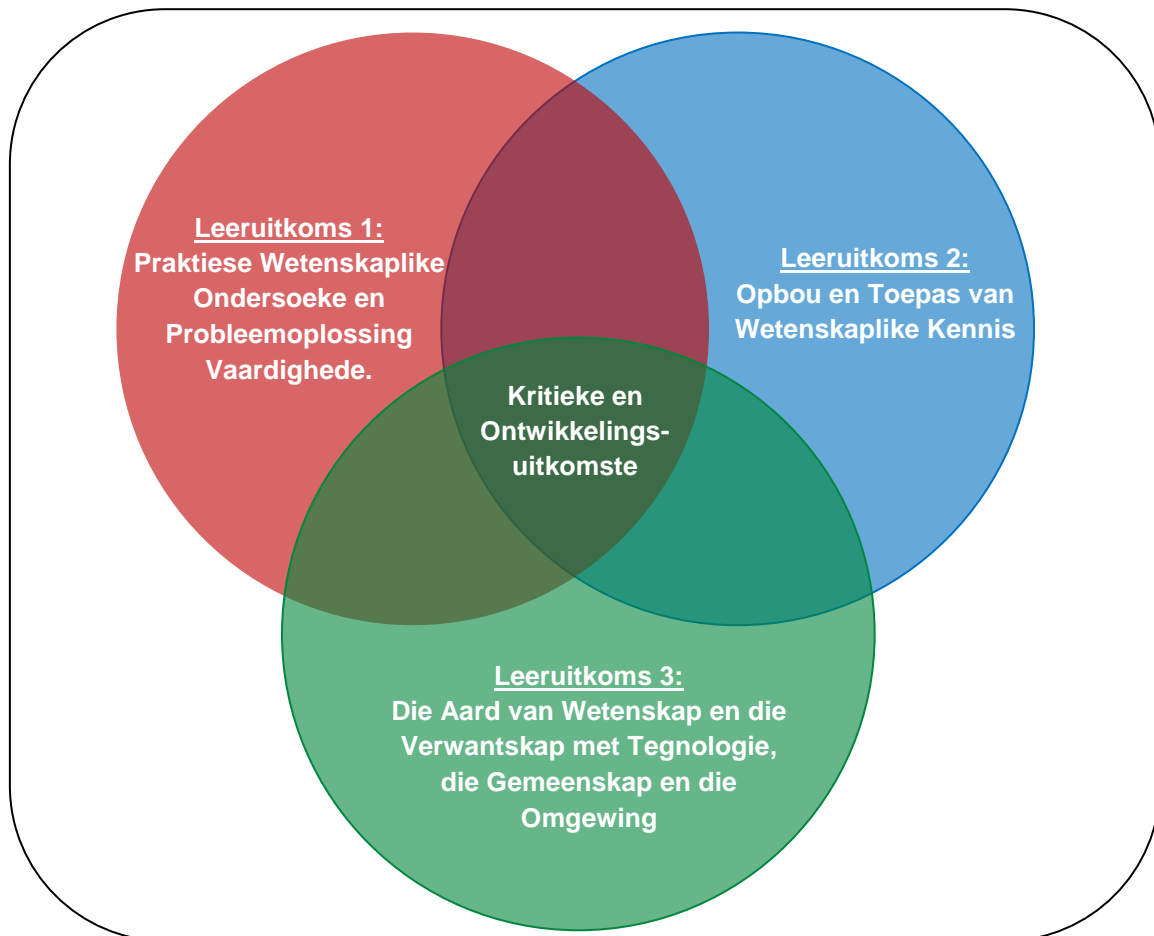
In die NKV word dit beklemtoon dat die sewe kritieke uitkomst en vyf ontwikkelingsuitkomst as grondslag in die terugwaartse ontwerp van die sogenaamde Leeruitkomst gebruik is (RSA DoE 2003d:14).

Op hierdie stadium is dit belangrik om daarop te wys dat die ontwikkeling van die Leeruitkomst die beginsel van terugwaartse ontwerp, soos bespreek in 2.5.1, ondersteun. In die praktyk kom dit daarop neer dat die implementering van die NKV

slegs as suksesvol beskou kan word indien alle onderrig daarop ingestel is om die bereiking van die kritieke uitkomst in die vooruitsig te stel. Op grond hiervan is dit nie verregaande om die stelling te maak dat die Fisiese Wetenskappe-onderwyser in beginsel uiteindelik eerder die “bereiking van die kritieke uitkomst, as die opdoen van vakkennis” fasiliteer nie. Hierdie belangrike beginsel-aspek word meer volledig in 2.6.3.2 beredeneer.

In die VOO-fase word 'n Leerruitkoms gedefinieer as 'n “... intended result of learning and teaching”. Dit is 'n beskrywing van wat leerders in terme van kennis, vaardighede en waardes, aan die einde van die VOO-fase behoort te verwerf het (RSA DoE 2003d: 7).

Die drie Leerruitkomste van die NKV vir Fisiese Wetenskappe en die verwantskap met die kritieke en ontwikkelingsuitkomst word in Figuur 2.2 weergegee.



Figuur 2.2: Leerruitkomste van die NKV vir Fisiese Wetenskappe

Volgens die NKV is vakinhoud veronderstel om die leeruitkomste te dien en nie 'n doel opsigself nie (RSA DoE 2003d:34) – vandaar die nodigheid om die leeruitkomste en die implikasie daarvan in kurrikulumimplementering te ondersoek.

2.6.1.4 Leeruitkoms 1 en die implikasie daarvan in kurrikulumimplementering

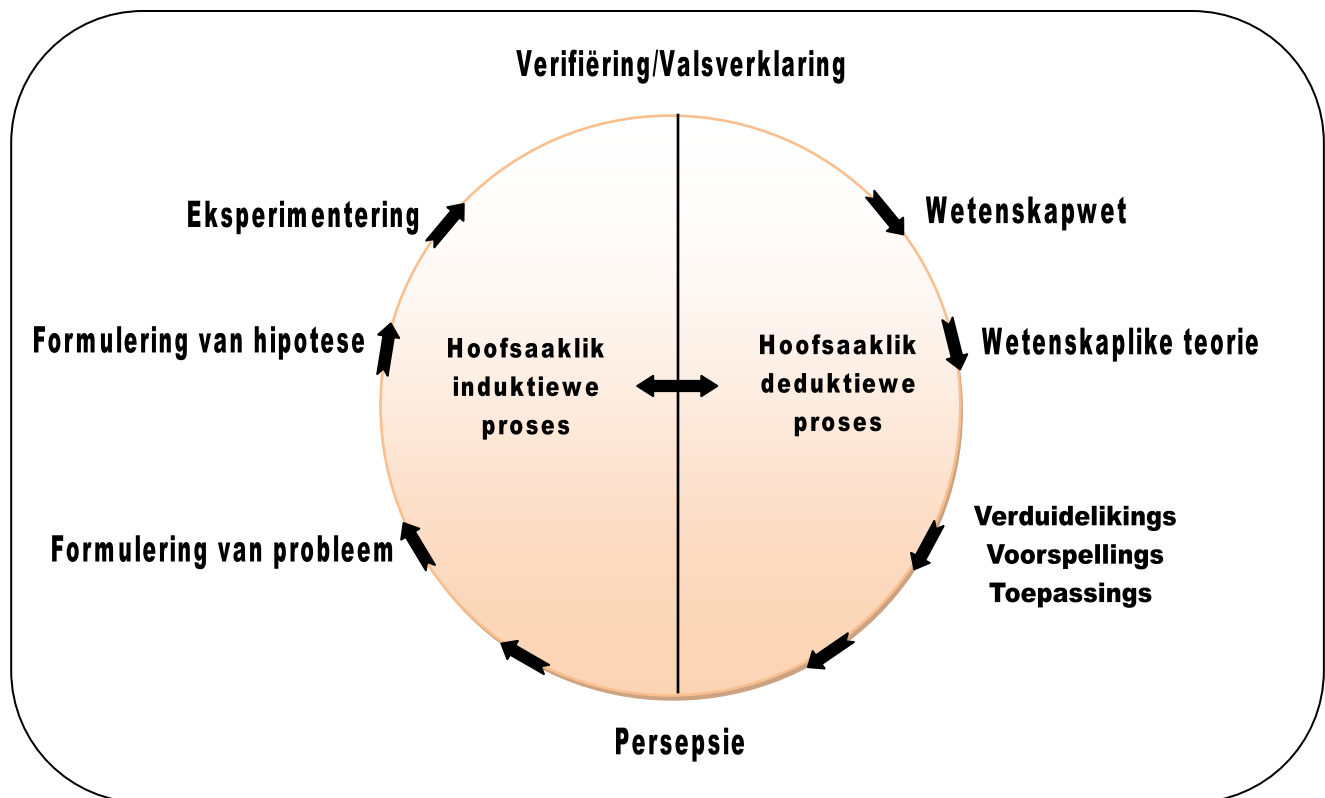
Leeruitkoms 1 veronderstel dat die leerder in staat moet wees om prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering asook strategieë om probleme te ondersoek en op te los aan te wend in 'n verskeidenheid van wetenskaplike- en tegnologiese omgewings en alledaagse verbande (RSA DoE 2003d:13):

Die fokuspunt van hierdie leeruitkoms is die doen-aspekte en die prosesvaardighede wat benodig word vir wetenskaplike ondersoek en probleemoplossing. Leerders se begrip van hul leefwêreld moet toegelig word deur die gebruik van wetenskaplik ondersoekende vaardighede soos beplanning, waarneem en insamel van data, begrip, saamvoeg, veralgemening, hipotesestelling en kommunikasie van resultate en afleidings. Buiten die ondersoek van natuurlike fenomene, sal inligting ook aangewend word in probleemoplossing. Probleemoplossing staan sentraal in die onderrig van natuurwetenskappe. Hoër-orde-denke- en probleemoplossings-vaardighede word deur die arbeidsmark vereis asook om aktief deel te wees van 'n gemeenskap met toenemend komplekse tegnologiese, omgewings-, en gemeenskapsprobleme (sien 1.1). Probleemoplossing sluit in die identifisering en analise van 'n betrokke probleem, en die ontwerp van stappe wat tot probleemoplossing sal lei. Hierdie vaardighede is van toepassing op alle gebiede van die samelewing en in alle verbande (RSA DoE 2003d:13).

Binne die konteks van suksesvolle kurrikulumimplementering is dit belangrik om daarop te let dat Leeruitkoms 1 die prosesse (vaardighede en denke) waardeur wetenskaplike kennis bekom word, benadruk. Die wetenskaplike metode bied 'n meganisme waarvolgens genoemde prosesse en vaardighede gerig en beoefen kan word.

2.6.1.4.1 Die wetenskaplike metode

Volgens Dreckmeyer *et al.* (1994:13-14) word wetenskaplike kennis deur die sogenaamde “wetenskaplike metode of benadering” verwerf. Alhoewel hy dit duidelik stel dat daar nie noodwendig ’n enkele universele wetenskaplike metode is (sien Hodson 1993:14; Millar 1991:46; Reynolds & Barba 1996:105-106) wat ten alle tye en in alle omstandighede geldig is nie kan die tradisionele “wetenskaplike metode” voorgestel word as ’n model wat vir beide ’n metode van ondersoek sowel as ’n denkwysie in die soeke na wetenskap-kennis voorsiening maak. Die metode word in Figuur 2.3 voorgestel.



Bron: Aangepas uit Dreckmeyer *et al.* 1994:13

Figuur 2.3: Die wetenskaplike metode

Die wetenskaplike metode kan induktiewe sowel as deduktiewe prosesse insluit (DeBoer 1991:226). Die induktiewe prosesse behels die vasstelling van algemene reëls en wette vanuit data en die verloop daarvan is vanaf die spesifieke na die algemene,

byvoorbeeld wanneer 'n algemene afleiding gemaak word dat alle metale uitsit wanneer dit verhit word, nadat waargeneem is dat yster, koper en sink uitgesit het toe dit verhit is.

Die deduktiewe proses daarenteen se verloop is vanaf die algemene na die spesifieke. Wanneer die standpunt dat alle metale uitsit indien dit verhit word as vertrekpunt dien en 'n spesifieke metaal daarna verhit en getoets word vir uitsetting, is die proses deduktief van aard.

Die induktiewe benadering ondersteun veral Leeruitkoms 1 in die sin dat dit die prosesse in die versameling van wetenskaplike kennis verteenwoordig terwyl die deduktiewe benadering die opbou en toepas van wetenskaplike kennis, soos uiteengesit in Leeruitkoms 2 (sien 2.6.1.5), ondersteun. Dreckmeyer *et al.* (1994:11) beskou juis die aard van wetenskap as 'n versameling van kennis (Leeruitkoms 2) asook die wyse of proses waardeur hierdie kennis opgedoen word (Leeruitkoms 1).

Die induktiewe sowel as deduktiewe prosesse in die wetenskaplike metode onderskryf ook die belangrikheid van kritiese denke as denkvaardigheid en daarom sal dit nou bespreek word soos dit binne die klaskamer vergestalt.

2.6.1.4.2 Kritiese denke

Daar word baie klem geplaas op die ontwikkeling van kritiese denke in die implementering van die NKV. Volgens die Witskrif oor Onderwys en Opleiding (RSA DoE 1995:22) is die ontwikkeling van “onafhanklike en kritiese denke ... asook die vermoë om te redeneer en te bevraagteken, te kommunikeer en te beoordeel” een van die belangrike beleidsaspekte vir 'n nuwe onderwysstelsel in Suid-Afrika. In 2.6.1.3 is daar 'n opsomming gegee van die kritieke uitkomstes wat in die Suid-Afrikaanse Kwalifikasiewet (1995) vervat is, met die eerste kritieke uitkomstes wat dit in die vooruitsig stel dat probleme geïdentifiseer en opgelos moet word deur “kritiese en kreatiewe denke” in te span, die vierde kritieke uitkomstes verwys na inligting wat “krities geëvalueer” moet word en die sesde kritieke uitkomstes stel die “kritiese gebruik” van wetenskap en

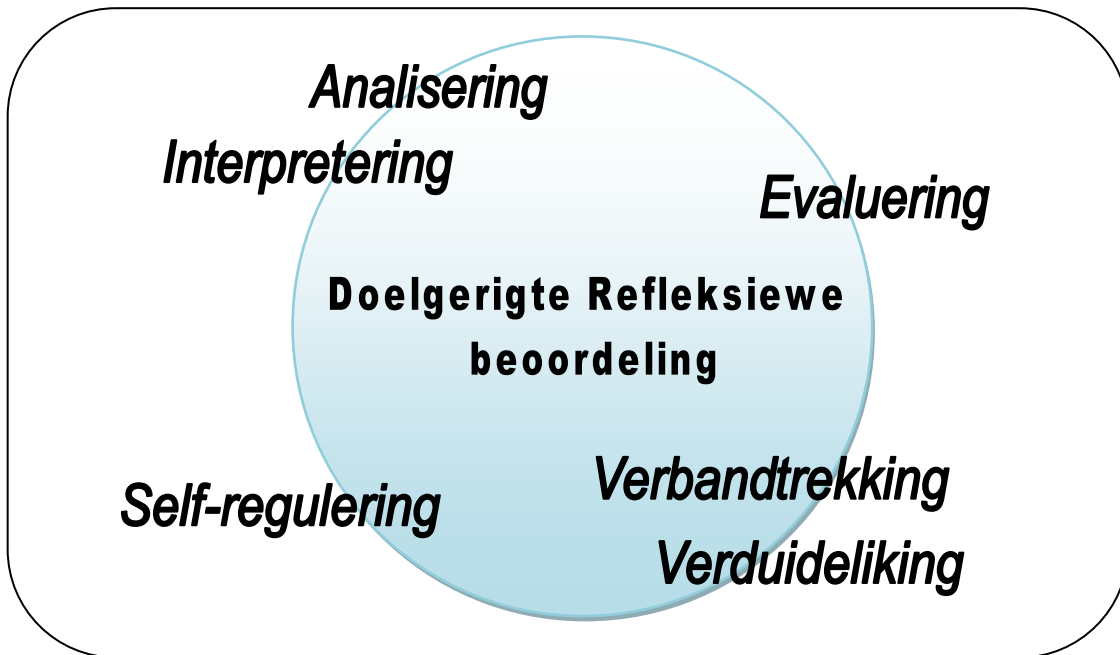
tegnologie voor. In 2.6.1.4 met die uiteensetting van Leeruitkoms 1 word daar ook verwys na “kritiese denke en probleemoplossing”.

Dit is ’n vaardigheid wat in elke individu ontwikkel kan word en nie noodwendig vanself ontwikkel soos wat ’n persoon ouer word nie – dit behoort onderrig te word (ERIC Digest 1988:1). Ten einde dit te onderrig en IKT in diens daarvan in die onderrig-en-leer situasie in te span, is dit nodig om die betekenis van “kritiese denke” te ondersoek.

Dr. Cecelia Rosa, dekaan: akademiese aangeleenthede van die Milpark sakeskool omskryf dit as volg: “Kritiese denke behels die vermoë om ’n situasie goed deur te kyk deur ondersoekende vrae te vra, aannames oor situasies te identifiseer en dan logies en objektief die akkuraatheid van sulke aannames te toets. Dit behels die objektiewe identifikasie en ontleding van feite sonder om emosioneel of bevooroordeeld te wees” (*Rapport 8 Julie 2007:1*).

Schafersman (1991:3) beskryf ’n persoon wat kritiese denke beoefen as iemand wat tersaaklike vrae kan vra, relevante inligting kan insamel, effektief en kreatief deur hierdie inligting kan sif, logies op grond van hierdie inligting kan redeneer en dan uiteindelik tot ’n betroubare en geloofwaardige slotsom kan kom. Vanweë hierdie omskrywing beskou Schafersman (1991:3) kritiese denke as niks anders nie as die wetenskaplike metode, toegepas deur gewone mense – daar word ’n vraag gevra, ’n hipotese word geformuleer, relevante data word ingesamel, die hipotese word getoets en geëvalueer met ’n betroubare afleiding wat op hierdie resultate volg (sien 2.6.1.4.1). Volgens hom vind die vaardighede wat in wetenskaplike ondersoeke gebruik word beslag in kritiese denke.

Volgens Jonassen (2000:27) impliseer kritiese denke die **dinamiese herorganisasie van bestaande kennis** op ’n betekenisvolle en bruikbare wyse. Dit behels drie basiese vaardighede, naamlik evaluering, analisering en verbandtrekking. Facione (2010:5-7) brei hierdie siening uit deur nog drie vaardighede, naamlik interpretering, verduideliking en self-regulering by te voeg met doelgerigte refleksiewe beoordeling sentraal in die proses. Sien Figuur 2.4.



Bron: Facione (2010:5)

Figuur 2.4: Kritiese denkvaardighede

Die betekenis van die verskillende kritiese denkvaardighede, soos voorgestel, kan as volg geïnterpreteer word:

- **Evaluering** behels die fel van 'n oordeel oor iets deur dit teen 'n sekere standaard of kriteria te meet. Evaluering vereis vaardighede soos die assessering van inligting, die bepaling van kriteria, prioritisering, herkenning van redenasiefoute en verifiëring van argumente en hipotese-stellings. Geleentheid om stellings soos “massa en gewig beteken dieselfde” of “swaar voorwerpe val vinniger aarde toe as ligter voorwerpe” te kritiseer, deur dit aan die hand van bestaande kennis te toets en/of te evalueer, bring hierdie aspek na vore.
- **Analisering** behels die verdeling van 'n heel-entiteit in betekenisvolle dele met begrip van die verwantskap tussen die afsonderlike dele. Analisering vereis vaardighede soos die herkenning van patrone, klassifisering, identifisering van aannames, identifisering van hoofgedagtes en die vasstel van 'n volgorde. Wanneer die vlug van 'n hoppende bal in vryval ondersoek word, skep dit geleentheid om dit af te breek in afsonderlike dele, soos die op- en afbeweging, wat dan in konteks met mekaar geanaliseer kan word.

- **Verbandtrekking** behels die bepaling van verwantskappe tussen die heelentiteite wat geanaliseer word. Verbandtrekking vereis vaardighede soos vergelyking van ooreenkomste en verskille, logiese denke, deduktiewe afleiding, induktiewe afleiding, identifisering van verwantskappe en maak van voorspellings. Die opstel van 'n hipotese en die gevolglike verband tussen die afhanklike en onafhanklike veranderlikes tydens 'n wetenskaplike ondersoek is sprekend van verbandtrekking.
- **Interpretering** behels die uitklaring van die betekenis en die toevoeging van sin aan situasies, data, gebeurtenisse, prosedure, kriteria ensovoorts. Die rangskikking van die gegewe inligting as eerste stap tydens probleemoplossing van byvoorbeeld beweging in 'n reguit lyn stel leerders in staat om sin te maak uit 'n warboel van data.
- **Verduideliking** behels die aanbied van die resultate van die beredenering, asook die regverdiging daarvan teen die agtergrond van bewyse, kriteria, metodiek of die kontekstuele basis waarop dit berus en die weergee daarvan in 'n oortuigende stelling of argument.
- **Self-regulering** behels die doelbewuste monitering van persoonlike kognitiewe prosesse deur die evaluering en analise van eie menings en resultate ten einde dit te bevestig, aan te pas of te korrigeer. Self-regulering is ook een van die eienskappe van effektiewe leer en word as sodanig in 2.6.4.5.5 meer volledig bespreek (Facione 2000:6-11; Jonassen 2000:27-28).

Dunne en Morgan (soos aangehaal deur Halliday 2000:163) maak die stelling dat "... critical thinking is best developed through an engagement with different areas of knowledge rather than as an autonomous skill to be taught in itself. It is through cutting its teeth on actual topics, themes, issues and problems as these arise within diverse content domains that thinking can acquire the kind of differentiation, subtlety and sense of relevance that help to make it truly critical". Hierdie idee word ondersteun wanneer daar in 2.6.4.5.6 na die gebruik van lewensgetroue situasies en data verwys word wanneer leerders eie kennis, volgens konstruktivisme, moet konstrueer (sien 2.6.4.5).

Een van die beginsels waarop die NKV berus, naamlik dié van integrasie en toegepaste bevoegdheid, reflekteer ook hierdie gedagte (RSA DoE 2007a: 9).

Gesien in die lig van die voorafgaande bied 'n vak soos Fisiese Wetenskappe die ideale geleentheid vir die ontwikkeling van kritiese denke, enersyds omdat, soos in die vorige paragraaf uiteengesit, die wetenskaplike metode inherent deel daarvan is en andersyds omdat dit 'n lewensgetroue milieu is waarbinne die prosesse van kritiese denke teen die agtergrond van relevante wetenskapkwessies kan plaasvind en ontwikkel. Die vraag wat ontstaan is hoe geleentheid geskep kan word om voorgenoemde vaardighede uit te bou en uiteindelik op watter wyse IKT aangewend kan word om hierdie proses meer effektief te maak en aan te vul?

Kritiese denke is 'n aktiewe denkproses en daarom kan dit slegs ontwikkel word indien dit aktief beoefen word. Dit beteken dat die leeromgewing so moet wees dat daar in die onderrigsituasie geleentheid vir aktiewe intellektuele deelname deur leerders geskep moet word:

- Tydens lesings behoort daar doelbewus met gereelde tussenposes gestop te word om indringende vrae te vra aangaande die onderwerp onder bespreking. Terselfdertyd is dit belangrik om leerders genoegsame tyd te gee om oor die vrae te dink. Indien die vrae nie beantwoord kan word nie kan die leerders gehelp word deur die vraag te herformuleer om dit eenvoudiger te maak of selfs deur die leerders deur die denkproses te begelei. Die terugvoer vanaf die leerders behoort verder op so 'n wyse hanteer te word dat hulle die gevoel kry hulle insette maak saak – dit skep 'n gevoel van verantwoordelikheid vir hul eie leer en gevolglik sal leerders meer betrokke wees in hul eie leer, 'n gevoel daarvoor ontwikkel en hul eie idees en gedagtes begin na waarde skat. Dit sal kritiese denke aanwakker (sien 2.6.4.5.5).
- Indien leerders aan die einde van 'n sessie skriftelike terugvoer gee aangaande dit wat hulle geleer het en nog steeds oor onseker voel, gee dit hul kans om die werk te oordink en kritiese denke sodoende te bevorder (sien 2.6.4.5.5).
- Die gebruik van die wetenskaplike metode tydens eksperimente of aktiwiteite spreek vanself ten opsigte van die bevordering van kritiese denke. In hierdie

verband kan die vaardighede wat tydens kritiese denke vereis word (2.6.1.4.2) in verband met die prosesse wat tydens die wetenskaplike metode (2.6.1.4.1) gebruik word, gebring word (Schafersman 1991:8-10).

Dit blyk uit die vorige paragrawe dat kritiese denke die vermoë om te verduidelik en resultate te kommunikeer, vereis. Dit spreek vanself dat die vermoë om wetenskaplike taal te gebruik baie belangrik is. Hierdie aspek maak die onderwerp van nie-huistaal sprekers in die wetenskappe, waarna daar in 1.2.2.1 verwys is, nog meer relevant en daarom kan hierdie aspek nie net geïgnoreer word wanneer daar na die implementering van die NKV-uitkomst (rakende kritiese denke – sien 2.6.1.3) en wetenskap-onderrig ondersoek word nie (sien 2.6.2.1).

Met verwysing na die onlangse “ekonomiese ineenstorting van 2008 en 2009” beklemtoon Facione (2010:1-2) die belangrikheid van kritiese denke in besluitneming, ten einde die regte keuses uit te oefen, tot voordeel van die samelewing. Me Fiona Ross, stigtersdirekteur van “Learn to Lead”, ’n korporatiewe opleidingsmaatskappy, gaan selfs verder en sê dat “ ... konvensionele denkers sal redeneer dat nuwe idees van toepassing is in tye van ekonomiese voorspoed en dat daar in tye van ekonomiese resessie teruggesny moet word ...” maar dat kundiges op die gebied dit eens is dat “ ... dié denke foutief is en dat meer kreatiwiteit nodig is in moeilike tye” (*Rapport Loopbane* 12 Oktober 2008:1).

Kreatiewe denke steek die grense van bekende kennis oor om **nuwe kennis te genereer**. Heelwat van die vaardighede wat by kritiese denke teenwoordig is, toon ’n noue verband met kreatiewe denke. Waar kritiese denke objektief vaardighede soos evaluering en analisering van inligting gebruik, maak kreatiewe denke van subjektiewe vaardighede gebruik in die skepping van nuwe kennis. Die hoofkomponente van kreatiewe denke is sintetisering, verbeelding en uitbreiding:

- **Sintetisering** behels vaardighede soos analogiese denke, opsomming van hoofgedagtes, hipotesevorming en beplanning van ’n proses. So kan ’n leeromgewing waarin die beplanning en uitvoer van wetenskaplike ondersoeke

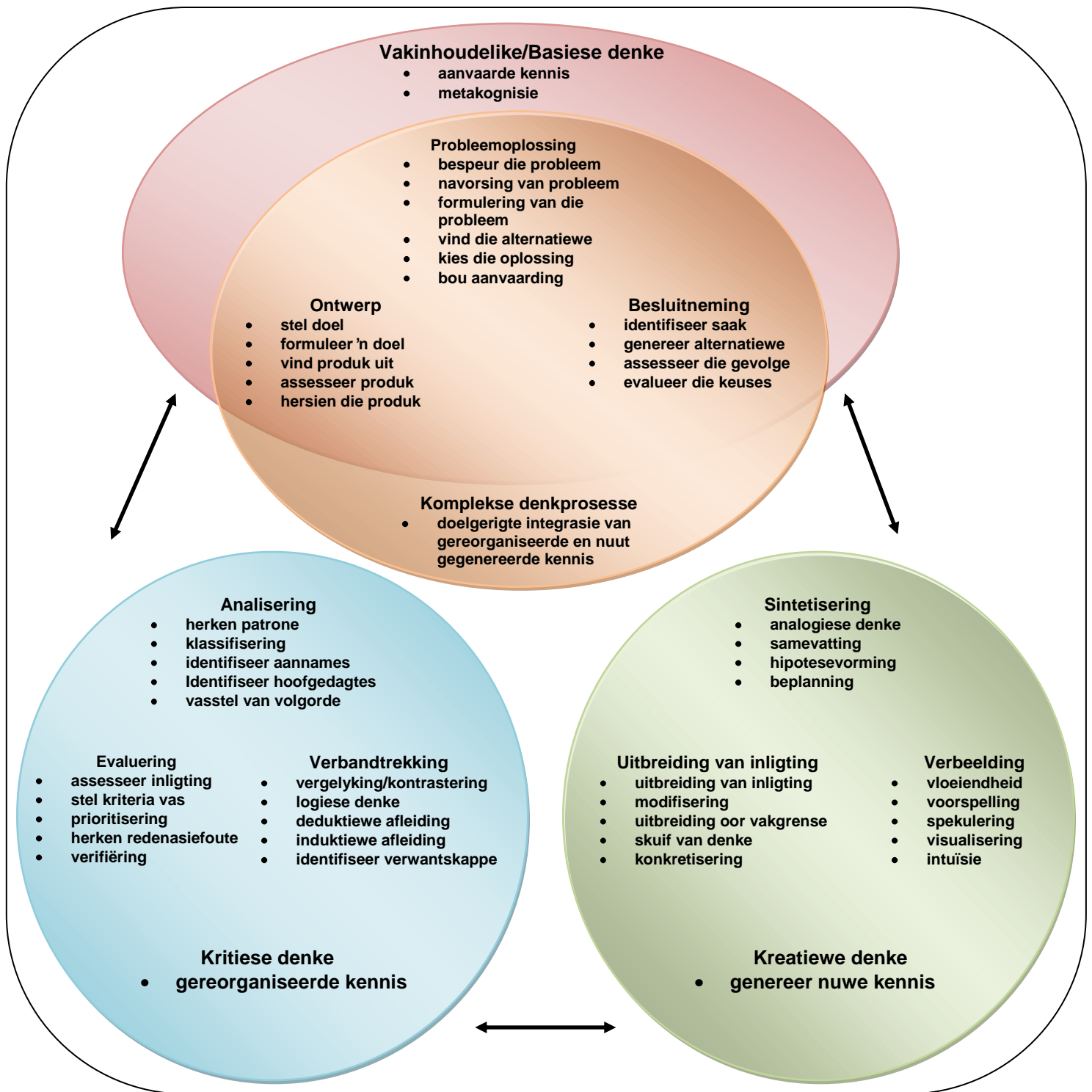
aan die orde van die dag is, genoeg geleentheid gee om hierdie vaardighede uit te leef.

- **Verbeelding** behels die gebruik van intuïsie en vereis dat leerders aksies of voorwerpe moet visualiseer. Vaardighede wat hier ter sprake is sluit in uitdrukking van idees of generering van nuwe idees, voorspelling van gebeurtenisse of aksies op grond van gestelde kondisies, spekulering oor interessante idees, visualisering en intuïsie aangaande idees. Nuwe idees rondom energiebenutting in Suid-Afrika is 'n voorbeeld hiervan.
- **Uitbreiding van inligting** behels die toevoeg van addisionele persoonlike betekenis. Vaardighede wat hier ter sprake is, sluit in uitbreiding van inligting, modifisering en verfyning van idees, uitbreiding van idees na ander kontekste, skuif van denke deur 'n ander standpunt in te neem en die konkretisering van algemene idees deur voorbeelde en gebruike daarvan te gee. In 'n leeromgewing wat voorsiening maak vir koöperatiewe leer, waar leerders idees met mekaar kan deel, kan hierdie aspek ontwikkel word (sien 2.6.4.5.2) (Jonassen 2000:28-30).

Dit is baie belangrik om daarop te wys dat die ontwikkeling van kritiese en kreatiewe denke slegs tot volle potensiaal kan kom indien die leerder die nodige basiese vakkennis het (sien 2.6.3.2). Binne hierdie konteks behels basiese denke die "... skills, attitudes, and dispositions required to learn accepted information – basic academic content, general knowledge, 'common sense', - and to recall this information after it has been learned" (Jonassen 2000:25). Basiese denke beskryf dus leer in die tradisionele sin van die woord en is in voortdurende interaksie met kritiese en kreatiewe denke.

Volgens Jonassen (2000:30) kombineer komplekse denkvaardighede die basiese-, kritiese- en kreatiewe denkvaardighede in 'n groter aksie-georiënteerde proses. Jonassen verwys na laasgenoemde as 'n *Geïntegreerde Denkmodel* (sien Figuur 2.5). Komplekse denkvaardighede het betrekking op probleemoplossing, ontwerp en besluitneming, wat as prosesse, vanweë hul opeenvolgende basiese stappe, onder basiese kennis in Figuur 2.5 resorteer:

- **Probleemoplossing** het betrekking op die sistematiese wyse waarop daar te werk gegaan word om oplossing vir 'n probleem te vind en word deur Leeruitkoms 1 benadruk (sien 2.6.1.4).
- **Ontwerp** het betrekking op die uitvind of produsering van 'n nuwe produk of idee. Dit behels die analisering van 'n behoefte en die beplanning en implementering van 'n nuwe produk. Hierdie aspek van komplekse denkvaardighede trek die verband tussen Wetenskap en Tegnologie in die sin dat basiese, kritiese en kreatiewe denkvaardighede in die Wetenskappe uiteindelik tot die produsering van 'n nuwe produk of idee kan lei. In 2.6.1.6 word die verwantskap tussen Wetenskap en Tegnologie in Leeruitkoms 3 uitgewys.
- **Besluitneming** behels die keuse tussen alternatiewe op 'n rasionale, sistematiese wyse (Jonassen 2000:30-31).



Bron: Jonassen (2000:26)

Figuur 2.5: Geïntegreerde denkmodel

In die NKV word die belangrikheid van basiese denke en gevolglik die opbou van vakkennis vergestalt in dit wat Leeruitkoms 2 in die vooruitsig stel.

2.6.1.5 Leeruitkoms 2 en die implikasie daarvan in kurrikulumimplementering

Leeruitkoms 2 stel dit in die vooruitsig dat die leerder in staat moet wees om wetenskaplike en tegnologiese kennis te verduidelik, te interpreteer en te evalueer en dit in die alledaagse verband te kan toepas (RSA DoE 2003d:13).

Hierdie uitkoms is gerig op kennis van die heelal, die wêreld en die omgewing. Tegnologie, soos verstaan in hierdie uitkoms, sluit in maniere en middele om van die natuurwetenskappe gebruik te maak in diens van en ter uitbreiding en verbetering van die lewenskwaliteit van die mensdom. Onderliggend aan hierdie uitkoms is die idee om kennis op te doen, te verstaan en toe te pas op 'n sosiaal, tegnologies en omgewings verantwoordelike wyse. Die inhoud (feite, begrippe, beginsels, teorieë, modelle en wette) en vaardighede wat in die Natuurwetenskappe bestudeer word, dra daartoe by dat leerders 'n beter begrip ontwikkel van die wêreld waarin hulle hulself bevind asook om fisiese en chemiese fenomene te verduidelik. Die konteks waarin leer plaasvind, is belangrik, aangesien dit die doel van die kennis in perspektief stel. Progressie in hierdie Leeruitkoms word deur toenemende moeilikheidsgraad en die aard van die konteks verseker (RSA DoE 2003d:13).

Omdat Leeruitkoms 2 die konsep van “vakkennis in konteks” voorstaan, is 'n baie relevante vraag wat op hierdie stadium gevra kan word enersyds hoe kennis in Fisiese Wetenskappe opgedoen kan word en andersyds hoe begrip daarvan gevestig kan word. Meer aandag aan hierdie aspek sal in 2.6.4.5 gegee word wanneer die effektiewe onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe ondersoek word.

2.6.1.6 Leeruitkoms 3 en die implikasie daarvan in kurrikulumimplementering

Leeruitkoms 3 stel dit in die vooruitsig dat die leerder in staat sal wees om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak daarvan op die kwaliteit van die sosio- ekonomiese, die omgewing en die ontwikkeling van die mens krities te evalueer (RSA DoE 2003d:14).

Dit is belangrik dat die leerder verstaan hoedat wetenskaplike kennis ontwikkel het. Die moderne wetenskap berus op denkrigtings wat ongeveer 500 jaar gelede in Europa ontstaan het. Wetenskaplike kennis is relatief en is onderhewig aan verandering, soos nuwe feite na vore kom en nuwe vraagstukke aangeraak word. Dreckmeyer *et al.* (1994:17) verwys hierna as “the dynamic nature of science”. Die studie van historiese, omgewings en kulturele perspektiewe ten opsigte van wetenskap onderstreep die feit dat dit oor ’n lang tydperk verander het, afhange, nie net van ondervinding nie, maar ook van sosiale, godsdienstige en politieke faktore. In hierdie verband is dit belangrik om daarop te let dat een van die grondbeginsels van die NKV dit voorop stel dat die inheemse kennisstrukture (IKS) na waarde geag moet word. Dit beteken dat die kennis wat inherent aan Afrika-filosofie en sosiale praktyke is, binne die konteks van wetenskaplike kennis ondersoek, bespreek en geëvalueer moet word (RSA DoE 2007a:9).

Dit is ook noodsaaklik om leerders te help sodat ingeligte keuses gemaak kan word en om hulle toe te rus met begrip vir die verwantskap tussen wetenskap en die alledaagse lewe. Bewustheid van die onderlinge verwantskap tussen wetenskap, die gemeenskap en die omgewing kan lei tot gesonde debatvoering en verantwoordelike besluitneming ten opsigte van sake wat met tegnologiese ontwikkeling, omgewingsbestuur, lewenstylkeuses, ekonomiese, gesondheid asook sosiale en mensontwikkeling te doen het (RSA DoE 2003d:14). Voorgenoemde reflekteer Dreckmeyer *et al.* (1994:18) se siening dat daar nie net op die vakinhoud (Leeruitkoms 2) en die prosesse van wetenskap (Leeruitkoms 1) gefokus moet word nie maar ook op die sosiale aspekte van wetenskap en tegnologie. Hennessey (2006:10) noem dit ’n paradigma skuif “... from science as the disinterested study of the natural world towards science as a cultural activity embedded in a body of social networks”. Die invloed van sosiale kragte op kurrikulumontwikkeling, soos bespreek in 2.2.1, word deur voorgenoemde benadruk en die NKV-beginsel van sosiale geregtigheid word ook aangespreek (sien RSA DoE 2005b:10).

2.6.1.7 Leeruitkomste in diens van kritieke en ontwikkelingsuitkomste

Die kritieke en ontwikkelingsuitkomste vind op die volgende wyse neerslag in die Leeruitkomste van die NKV:

- Leeruitkoms 1 verteenwoordig Kritieke Uitkomste 1 tot 5 deur te fokus op prosesvaardighede, wetenskaplike beredenering, kritiese denke en probleemoplossing, asook die effektiewe werk as individu of saamwerk met ander. Die aktiwiteite ter bereiking van Leeruitkoms 1 reflekteer ook Ontwikkelingsuitkoms 1 (RSA DoE 2003d:15).
- Leeruitkoms 2 verteenwoordig Kritieke Uitkomste 4 en 5 deur te fokus op die opbou, verstaan en toepassing van wetenskaplike kennis. Die aktiwiteite ter bereiking van Leeruitkoms 2 reflekteer ook Ontwikkelingsuitkomste 2 en 4 (RSA DoE 2003d:15).
- Leeruitkoms 3 verteenwoordig Kritieke Uitkomste 1, 3, 4, 6 en 7 waardeur leerders die wêreld as 'n interafhanklike geheel sien deurdat hulle op die verwantskap tussen wetenskap, tegnologie, gemeenskap, etiek en die omgewing fokus. Die aktiwiteite ter bereiking van Leeruitkoms 3 reflekteer ook Ontwikkelingsuitkomste 2 en 3 (RSA DoE 2003d:15).

Die praktiese implikasies van die Kritieke en Ontwikkelingsuitkomste, en gevolglik ook die Leeruitkomste, vir Wetenskap-onderwysers en leerders in die implementering van die NKV is in Bylaag F opgesom.

Volgens die Nasionale Kurrikulumverklaring dra die drie Leeruitkomste en die Assesseringstandaarde daarvan dieselfde gewig. Dit impliseer in die praktyk dat die Leeruitkomste dieselfde prominensie in terme van onderrig en assesseringtyd vereis. Om hierdie rede word daar voorgestel dat die drie Leeruitkomste nie onafhanklik van mekaar, maar eerder op 'n geïntegreerde wyse in die beplanning van leereenhede gereflekteer word (RSA DoE 2003d:15).

Uitkomst en konteks staan in noue verband met mekaar – alhoewel alle leerders dieselfde uitkomst moet bereik, kan daar verskille wees in die wyse waarop uitkomst aan verskillende leerders voorgehou word. Dit hou verband met die konteks waarbinne leer moet plaasvind.

2.6.2 Konteks (situasie-analise)

Jacobs (2004:64) verwys na “konteks” binne kurrikulumontwerp as die toestande, omstandighede, geografiese herkoms en agtergrond van leerders. Ten einde ’n kurrikulum effektief te implementeer, is dit noodsaaklik om te weet wat die konteks is waarbinne kurrikulumontwerp plaasvind (sien 2.2).

Hoewel daar verskeie kontekstuele faktore is wat in ag geneem moet word tydens kurrikulumontwerp en -implementering sal daar in hierdie studie, om redes soos in 2.6.2.1, 2.6.2.2 en 2.6.2.3 bespreek word, hoofsaaklik aandag gegee word aan leerders se taal agtergrond, die generasie waartoe hulle behoort, asook die vereistes wat die samelewing aan hulle stel. Die sosio-ekonomiese agtergrond van leerders sal in hierdie studie slegs figureer wanneer die leerders se belewenis van die IKT-leeromgewing ondersoek word (sien 4.6.3.2).

2.6.2.1 Taal in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe

Die taalaspek van Wetenskap onderrig-en-leer, binne die konteks van hierdie studie, is veral belangrik – enersyds omdat dit deur navorsing uitgewys is (sien 1.2.2.1 en 1.2.2.2) as ’n belangrike komponent in Wetenskap vakprestasie en intervensie in die Suid-Afrikaanse opset en andersyds omdat die konstruktivistiese benadering, gerugsteun deur die gebruik van IKT, soos bespreek in hierdie studie, moontlik ’n positiewe bydrae daartoe kan lewer (sien 3.9.3 en 3.9.10).

Volgens die sosiaal konstruktivistiese perspektief bevind eerstetaal-sprekers hulle in ’n “ander” sosio-kulturele konteks as die “alledaagse” wanneer hulle in die Fisiese

Wetenskappe-klas is omdat die taal, wat 'n sleutel konsep in kultuur is, nou na “Wetenskaptaal” verander – dit kan leer beïnvloed (Duit & Treagust 1998:18; Johnstone 1993:120-121). Wanneer die taal van onderrig-en-leer (TVOL) van leerders nie dieselfde is as hul huistaal nie, is die uitdaging veel groter en moet dit binne klasverband aangespreek word (sien 2.6.2.1.2).

Soos reeds in 1.2.2 uitgewys, is daar 'n besliste verband tussen vakprestasie en taalvaardigheid in die TVOL van die leerder. Leerders sal dus nie maksimaal ten opsigte van vakkennis vorder indien hulle nie in die TVOL onderlê is nie. Lemke (1990:1) gaan so ver as om te sê dat “learning science means learning to *talk* science”. Hy brei verder uit deur te verklaar: “Talking science means observing, describing, comparing, classifying, analysing, discussing, hypothesizing, theorizing, questioning, challenging, arguing, designing experiments, following procedures, judging, evaluating, deciding, concluding, generalizing, reporting ... in and through the language of science”. Om hierdie wetenskaplike prosesse uit te voer, vereis dat leerders nie net alleen die wetenskaplike beginsels en verbandhoudende woordeskat ken nie, maar ook oor die nodige taalvaardigheid beskik om dit te beredeneer (Laplante 1997:65).

Paul (2004:463) verwys hierna as “critical thinking actions” wat nie kan plaasvind sonder goeie taalvermoë nie. Donald, Lazarus en Lolwana (2002:19) en McPeck (1990:34) beweer dat taal, denke en daarom leer ineengewef is en dat taalvermoë noodsaaklik vir die beoefening van kritiese denke is (sien 2.6.1.4.2).

Dit is tradisioneel egter nie die taak van die Fisiese Wetenskappe-onderwyser om leerders 'n taal aan te leer nie. Indien leerders egter nie die TVOL in die Fisiese Wetenskappe-klas kan hanteer nie, kan dit die onderrig daarvan asook prestasie daarin strem. Bransford (2001:135) gaan van die standpunt uit dat “... teachers also respect the language practices of their students because they provide a basis for further learning”.

Vanuit hierdie perspektief, asook die eise wat globalisering in terme van taalvermoë stel, kan daar geredeneer word dat die vakonderwyser wel 'n verantwoordelikheid het ten

opsigte van die bemagtiging van leerders in die TVOL in Fisiese Wetenskappe, ten einde hulle in staat te stel om maksimaal in die vakgebied te presteer. 'n Doelbewuste poging van die kant van die vakonderwyser is dus nodig en dit opsigself vereis 'n definitiewe strategie.

Hoewel hierdie studie nie op die aanleer van 'n tweede taal fokus nie, is dit tog belangrik om perspektiewe rondom die aanleer van 'n tweede taal in vakverband te ondersoek, aangesien dit lig kan werp op die soeke na 'n oplossing vir die hantering van nie-huistaal leerders in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer en uiteindelik die suksesvolle implementering van die NKV. In laasgenoemde verband speel taalvermoë 'n prominente rol in aspekte soos:

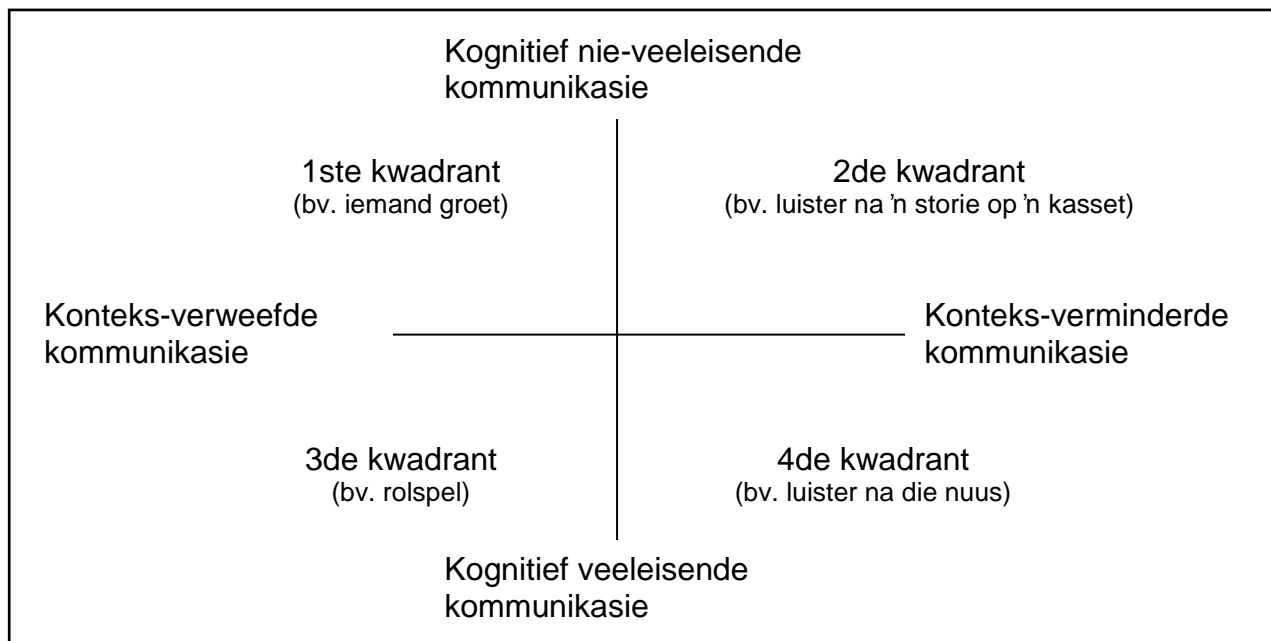
- die vermoë om doeltreffend te kommunikeer volgens die vyfde kritieke uitkoms (sien 2.6.1.3);
- kritiese denke en wetenskaplike beredenering volgens Leeruitkoms 1 (sien 2.6.1.4);
- die vermoë om wetenskaplike en tegnologiese kennis te verduidelik volgens Leeruitkoms 2 (sien 2.6.1.5);
- die proses van assessering en terugvoer waarsonder leer nie kan plaasvind nie (sien 2.6.5).

Navorsing oor die verwantskap tussen taal en denke het tot twee primêre sienswyses aanleiding gegee. Vygotsky, 'n leier op hierdie gebied, het die standpunt dat taal en denke ineengewef is, gehuldig (Bigge & Shermis 2004:126). Piaget daarenteen het beweer dat die oorsprong van die intellektuele funksie geleë is in die kind se interaksies met voorwerpe en nie noodwendig in taal nie. Alhoewel Piaget die standpunt gehuldig het dat taal nie so 'n belangrike rol in die ontwikkeling van logiese en intellektuele denke, soos wat Vygotsky beweer het, gespeel het nie, het hy erken dat taal simptome van onderliggende denke is (sien 2.6.4.3). Soos wat idees geverbaliseer word, word die idees dikwels self meer duidelik. In die soeke na die regte woorde om 'n idee in woorde uit te druk, word die idee duideliker. Taal en denke is dus voortdurend in wisselwerking met mekaar (Jacobson & Bergman 1980:92).

Volgens Creese (2005:146) behels formele onderwys die opbou van begrip deur middel van taal om leerders sodoende in staat te stel om toenemend gesofistikeerde veralgemenings te maak – taal is dus 'n instrument tot interpretasie (Duit & Treagust 1998:33).

Nie-huistaal leerders bevind hulself in 'n situasie waar hulle 'n taal wat hulle besig is om aan te leer, moet gebruik om nuwe vakinhoud onder die knie te kry. Hulle moet dus terselfdertyd 'n nuwe taal sowel as akademiese bevoegdheid aanleer (Creese 2005:147).

Jim Cummins het die proses waardeur 'n tweede taal aangeleer word uitvoerig ondersoek. Hiervolgens vind basiese interpersoonlike kommunikasie vaardighede plaas in 'n konteks-verweefde situasie, wat die leerder in staat stel om betekenis af te lei vanweë leidrade uit die konteks, soos liggaamstaal en die gebruik van nie-verbale gesigsuitdrukkings. Kognitiewe/akademiese taalvaardigheid daarenteen vind dikwels in konteks-verminderde akademiese situasies plaas (Creese 2005:147). Cummins se teorie word skematies in Figuur 2.6 voorgestel.



Bron: Baker (2001:172)

Figuur 2.6: Cummins se kwadrante

Die waarde van bogenoemde lê daarin dat daar enersyds 'n bewustheid moet bestaan omtrent die bydrae van die konteks van die leerinhoud in die leefwêreld van die nie-huistaal spreker en andersyds die uitdaging, betreffende taalvaardigheid, wat gepaard gaan tydens kognitief veeleisende take. Die konsep van Wetenskap-vakinhoud binne konteks, soos bespreek in paragrawe 2.6.1.5 en 2.6.4.5.6 sluit nou by hierdie beginsel aan en wanneer dit toegepas word, bevorder dit dus begrip van vakinhoud sowel as taalontwikkeling.

Die integrering van die onderrig van taal- en vakinhoud is sedert die jare tagtig 'n groeiende fenomeen en volgens Creese (2005:146) is daar toenemend literatuur wat die voordeel hiervan ondersteun. Mohan (soos aangehaal deur Creese 2005:146) argumenteer dat die doel van beide taalonderrig en die aanleer van inhoud in die inhoudgebaseerde klaskamer bereik kan word:

“Language learning in the communicative environment of the *content* classroom furthers the goals of language teaching by offering a context for language. It provides language use in context of communication about important subject matter. Language learning in the *language* classroom can further the goals of content teaching by offering learners help with the language of the thinking process and the structure or shape of content”.

Voorgenoemde verleen 'n verdere dimensie aan die NKV-beginsel van integrasie oor die verskillende vakgebiede – nie net tussen verwante vakke soos Fisiese Wetenskappe en Wiskunde nie, maar ook met die tale (RSA DoE 2003e:3).

Wanneer die integrering van die onderrig van taal- en vakinhoud ter sprake is word daarna as inhoudgebaseerde-taalonderrig verwys.

2.6.2.1.1 Inhoudgebaseerde- taalonderrig

Crandall en Tucker definieer hierdie benadering as “... an approach to language instruction that integrates the presentation of topics or tasks from subject matter classes

(e.g., math, social studies) within the context of teaching a second foreign language” terwyl Curtain en Pesola dit beskryf as “... curriculum concepts being taught through the foreign language ... appropriate to the grade level of the students ...” (Met n.d.:3 van 22). Davies (2003:1) verwys na ’n onderrigmetode wat leer aangaande iets, eerder as leer aangaande taal, beklemtoon.

Wanneer die term “inhoud” in hierdie studie gekoppel word aan inhoudgebaseerde-taalonderrig, sal daar na Fisiese Wetenskappe-vakinhoud verwys word.

Die kontinuum in Figuur 2.7 is deur Met (n.d.:4 van 22) voorgestel om perspektief te gee aangaande die relatiewe rol wat vakinhoud en taal in die onderrigervaring van leerders speel.

INHOUDGEBASEERDE-TAALONDERRIG: ’n KONTINUUM VAN DIE INTEGRASIE VAN INHOUD EN TAAL	
Inhoudgedrewe	Taalgedrewe
Inhoud word in tweede taal onderrig	Inhoud word gebruik om tweede taal aan te leer
Aanleer van inhoud is prioriteit	Aanleer van taal is prioriteit
Aanleer van taal is sekondêr	Aanleer van inhoud is bykomstig
Doelwitte aangaande die inhoud word deur die kurrikulum bepaal	Doelwitte aangaande die taal word deur die tweede-taal kurrikulum bepaal
Doelwitte aangaande die taal word deur die onderwyser bepaal	Evaluering van leerder op grond van geïntegreerde inhoud
Evaluering van leerder op grond van kennis van inhoud	Evaluering van leerder op grond van taalvaardigheid

Bron: Met n.d.:4 van 22

Figuur 2.7: Kontinuum van die integrasie van inhoud en taal

Uit die voorafgaande tabel is dit duidelik dat, afhangesende van die klemverskuiwing, daar meer as een model van inhoudgebaseerde-taalonderrig bestaan. Die klem ten opsigte van die taal of inhoud is nie by al die benaderings dieselfde nie. Almal streef egter daarna om die kunsmatige skeiding wat tussen die taalonderrigklas en die klas waarin vakinhoud onderrig word, uit te skakel. Die beginsel dat daar 'n geleentheid geskep word om die aanleer van vakinhoud sowel as die aanleer van die TVOL is by almal teenwoordig (Davies 2003:1; Met n.d.:7 van 22; Rosenthal 1996:141).

Binne die raamwerk van hierdie modelle is daar verskeie onderrigstrategieë wat beslag kan vind.

2.6.2.1.2 Skep van omgewing waarin tweede-taal ontwikkeling kan plaasvind

Tydens wetenskap aktiwiteite behoort daar doelbewus 'n milieu geskep te word waarin die ontwikkeling van 'n tweede taal (of Wetenskaptaal in die algemeen) kan plaasvind (Laplante 1997:68; Tobin 1998:138-139; Hodson 1998:124; Rosenthal 1996:96; Killen 2000a:xxv). Dit gaan hier oor geleenthede om leerders toe te laat om betekenis te heg aan 'n tweede taal binne vakverband. Dit kan slegs suksesvol nagestreef word indien daar 'n benadering van interaksie en betekenisvolle uitsprake in die klaskamer gevolg word. Hiervolgens word daar daadwerklik geleenthede vir leerders geskep om in die tweede taal te kommunikeer om sodoende seker te maak van betekenis (sien 3.9.3 aangaande leesprogram). Sulke geleenthede sluit in: vraagstelling, gebruik maak van leerders se agtergrondkennis, die gebruik van geleenthede ter verduideliking en uitklaring, om leerders te vra om uit te brei en aan te vul ten opsigte van uitsprake wat gemaak word, en die aanmoediging van leerders om hulle eie uitsprake ten opsigte van betekenis te evalueer. Ander maatstawwe wat klaskamerorganisasie raak, sluit in groepwerk (sien 3.9.8), aanbiedings, gespreksgroepe en debatte (Laplante 1997:70).

Al voorgenoemde kom daarop neer dat daar oor die vakinhoud in 'n tweede taal interaksie plaasvind ten einde betekenis te bevestig.

2.6.2.1.3 Aanleer van nuwe woordeskat

Wanneer die Fisiese Wetenskappe bestudeer word, word nuwe woorde (soos “ekwilibrant”) of bekende woorde (soos “verplasing”), maar in ’n ander verband, benodig om begrippe te definieer, voorwerpe te benoem en te beskryf, of fenomene te verklaar. Wanneer hierdie woorde in tweede-taal verband gebruik word, kan dit vir die leerder ’n probleem word.

Saville-Troike (soos aangehaal deur Laplante 1997:70) stel dit onomwonde dat “vocabulary knowledge in English is the most important aspect of oral English proficiency for academic achievement”. Gesien in die lig van die groot aantal tegniese terme wat in die wetenskappe gebruik word, sal dit onrealisties wees om van leerders te verwag om hierdie terminologie hul eie te maak sonder dat dit formeel onderrig word. Deur leerders egter slegs van ’n lys nuwe woorde aan die begin van ’n leseenhed te voorsien, sonder die verbandhoudende betekenis, is ook nie aan te beveel nie. Dit sal byvoorbeeld moeilik vir leerders wees om die betekenis van woorde soos “magnetiese pole” te verstaan voordat hulle blootgestel is aan “hands-on”-aktiwiteite waar die begrippe ter sprake kom. Dit is slegs na sulke konkrete praktiese ervarings, gevolg deur ’n bespreking, dat wetenskaplike betekenis werklik aan sulke woorde gekoppel word (Laplante 1997:70). Voorgenoemde sluit nou aan by die beginsel dat effektiewe leer ’n aktiewe en konstruktiewe proses is (sien 2.6.4.5.1) wat ook situasie-gebonde is (sien 2.6.4.5.6). Die gebruik van IKT om leer as ’n konstruktiewe proses, met verbandhoudende woordeskat, te ondersteun, kan van groot waarde wees (sien 3.9.1).

Die ideaal is dus om nuwe woordeskat eers te gebruik wanneer dit nodig is ter verduideliking van begrippe of vereis word vir effektiewe kommunikasie. Daarna is dit noodsaaklik om seker te maak dat leerders die woordeskat verstaan en uiteindelik op ’n betekenisvolle wyse in ander kontekste ook kan gebruik.

2.6.2.1.4 Belangrikste komponente vir die aanleer van 'n tweede taal

Creese (2005:149) beskou die belangrikste komponente wat nodig is wanneer 'n tweede taal aangeleer word as:

- leerders wat besef dat dit noodsaaklik is om die taal aan te leer en as sodanig gemotiveerd is;
- onderwysers wat oor die nodige tweede-taal bevoegdheid beskik om leerders reg te help;
- 'n sosiale opset waarbinne leerders met diegene wat die taal magtig is op 'n gereelde basis kan kontak maak.

Die hele taalkwessie in die Suid-Afrikaanse opset moet egter teen die agtergrond gesien word dat die onderwyser wat die tweede-taal vaardighede van die leerders moet uitbou, dikwels self nie daarin onderlê is nie. Om hierdie rede kan van IKT gebruik gemaak word om diesulkes te ondersteun (sien 3.4.1.2 en 3.9.3). Indien daar leerders in die klas is wat wel oor die verlangde taalvaardigheid beskik, kan koöperatiewe leer toegepas word in diens van die “regte” sosiale opset (sien 3.8.1).

2.6.2.1.5 Konstruktivistiese benadering en inhoudgebaseerde taalonderrig

Volgens Kaufman (2004:303-319) het die paradigma van konstruktivisme, wat in die kognitiewe ontwikkelingsteorie van Piaget en die sosio-kulturele teorie van Vygotsky gewortel is, 'n baie groot impak op die ontwikkeling van die pedagogiese in veral die wiskunde en wetenskappe. Daarenteen het dit tot nou toe nie 'n groot invloed op taalpedagogiek gehad nie. Die idee van inhoudgebaseerde taalonderrig skep egter nou meer geleenthede vir die integrering tussen leerareas, wat noodsaaklik is in die implementering van die NKV (sien 2.7.1 en 3.9.10).

Dit is interessant om daarop te let dat wanneer die behoeftes van die nie-huistaal spreker ondersoek word en daar na 'n oplossing gesoek word, staan die integrering van taal, wetenskap en tegnologie deur middel van 'n onderrigstrategie wat op

konstruktivisme gebaseer is, sentraal in die oplossingsbenadering (sien 3.4.1.2 en 3.8.1).

2.6.2.2 Generasie Y-leerders

Binne die verwysingsraamwerk van 'n situasie-analise (sien 2.6.2), ten opsigte van die agtergrond van die leerders wat tydens hierdie studie ter sprake is, sal die behoeftes van die Y- generasie ondersoek moet word "... to close the gap between what the school curriculum offers and what students do at home" (Tell 2000:12).

Leerders wat in die 1990's en 2000's gebore is, staan alombekend as die "millenniumgenerasie", "generasie Y" of selfs die "e-generasie". Hierdie generasie is baie gemaklik met tegnologie, grotendeels omdat hulle deur middel van die internet kan kommunikeer en inligting bekom, asook die feit dat dit 'n meganisme aan hulle bied om aspekte rondom adolessensie, soos oormatige ingetoënheid, verveeldheid en selfontdekking, te kan hanteer (Tell 2000:10). Hulle sien tegnologie nie noodwendig as tegnologie nie – hulle sien mense, vriende en informasie aan die ander kant, eerder as 'n rekenaar skerm (Knight, Knight & Teghe 2006:30). Dit is daarom ook nie vreemd nie dat hulle dikwels in die onderrigssituasie meer op hul gemak is met die tegnologie as met die persoon wat voor in die klas staan. Om hierdie rede maak dr. Anita Maürtin-Cairncross, bestuurder van personeelontwikkeling aan die Universiteit van Wes-Kaapland, die stelling dat "n dosent wat nie hierdie generasie se behoeftes en vermoëns verstaan nie, gaan sukkel om hulle doeltreffend te onderrig" (*Rapport* 30 Maart 2008:III) (sien 2.2.3).

Alhoewel daar altyd in gedagte gehou moet word dat elke individu uniek is, is daar tog gedrag en sienswyses wat eie aan 'n sekere generasie is. Die Y-generasie is geen uitsondering nie en vertoon ook eienskappe wat in die onderrigssituasie in ag geneem moet word:

- Die gebruik van tegnologie is baie natuurlik vir hierdie leerders, hulle is "tegnoslim" en weet dikwels meer van digitale tegnologie as ouers en onderwysers – 'n

klaskamer sonder tegnologie sal nie aan die leerder se behoefte aan verskeidenheid, stimulasie en toegang tot informasie voldoen nie. Leerders kan selfs voel dat die leerproses in so 'n leeromgewing totaal verskillend is van dit wat hulle in hul alledaagse lewe ervaar.

- Hierdie generasie is kritiese denkers, aangesien hulle grootword met instrumente wat vrae, uitdagings, debat, ensovoorts uitlok. Om hierdie rede is hulle oopkop, gretig en deelnemend wanneer onderwerpe, waarvan hulle kennis het, aangeraak word.
- Hulle verkies interaktiewe leeromgewings waarin groepwerk en tegnologie gekombineer word. Die feit dat hulle daarvan hou om met ander saam te werk of ander te help, waarde heg aan prestasie en gemaklik is met diversiteit maak die gebruik van koöperatiewe metodes in die leerproses uiters relevant.
- 'n Sterk sosiale bewustheid maak van hulle inherent “aktiviste” wat glo hulle kan 'n verskil in die samelewing maak. Dit wat hulle in die klaskamer leer moet dus deurgetrek word na die wêreld daarbuite.
- “Multi-tasking” is een van hul sterkpunte – hulle sal televisie kyk, musiek luister en terselfdertyd huiswerk doen. Dit beteken dat hulle stimulasie in die leeromgewing nodig het en dikwels meer gefokus is as wat onderwysers dink.
- Hierdie generasie wil die leerervaring geniet. Kleur, klank en visuele aanbiedings is nodig, anders kan hulle maklik verveeld raak – generasie Y wil graag “vermaak word” tydens die leerproses. Verskeidenheid is dus noodsaaklik tydens onderrig.
- Omdat hierdie generasie in 'n hoogs gestruktureerde (hoofsaaklik weens tegnologie) wêreld opgroei, soek hulle na struktuur in hul leeropset. Hulle wil presies weet wat van hulle verwag word en wanneer dit afgehandel moet wees, gevolglik is terugvoering en leiding vir hulle belangrik (Coates 2007:1,2,6,7 van 7; Kane n.d.:1 van 1; Knight *et al.* 2006:30; *Rapport* 30 Maart 2008:III).

Die navorser is van mening dat 'n onderrig-en-leerproses wat deur konstruktivisme (sien 2.6.4.5) onderspan word, die behoeftes van generasie Y, soos hiervoor uiteengesit, in meer as een opsig aanspreek. Granger, Morbey, Lotherington, Owston en Wideman (2002:483) wys daarop dat onderwysers 'n nuwe dimensie in die beginsel van

lewenslange leer betree wanneer hulle bereid is om hul IKT-kennis en -vaardighede uit te brei deur by die “tegno-slim” kinders te leer (sien 3.10).

Generasie Y-leerders word groot in ’n tydperk waarin globalisering en die eise van die 21ste eeu sentraal in hul toekomsplanne staan.

2.6.2.3 Wêreldwye behoeftes

Ongeag die sosiale stand van hul ouers, bevind die leerders van vandag hulleself in ’n 21ste-eeuse leefwêreld waar globalisering aan die orde van die dag is en die werksplek nuwe eise stel (sien 1.1).

Volgens Pretorius (1998:vi) is hedendaagse ondernemings onder druk van (globale) ekonomiese kompetisie en is baie ondernemings genoodsaak om na sogenaamde “hoë werksverrigting organisasies” oor te skakel. Hiervolgens vereis die hedendaagse werksplek meer vaardighede en inset vanaf personeel. Die grense van bestuur word oorgesteek en daar word van personeel op grondvlak verwag om meer “bestuurs” verantwoordelikhede soos probleemoplossing, die verbetering van operasionele projekte en kwaliteitkontrole ten toon te stel. Bumstead (2002:1 van 2) praat van “hierarchical management structures” wat met “flat organizational systems” vervang moet word. Direkte werkersbetrokkenheid, vaardighedsopleiding en insae in die doelstellings van die betrokke organisasie word aangemoedig. Spanwerk en rotasie is dikwels sleutel elemente van die nuwe model. Gedagtig hieraan is dit vanselfsprekend dat meer denkvaardighede, kommunikasievaardighede en samewerking tussen personeel vereis word as tydens die tradisionele werksopset. Pearlman (2010:1 van 3) sluit leer-, IKT- en lewensvaardighede by die lys van benodigde vaardighede in.

Die realiteit vir die generasie Y-leerder is dus dat hulle uiteindelik die werknemers van die 21ste eeu gaan wees en dat hulle met die oog op die toekoms voorberei moet word – ’n toekoms wat te midde van ’n nuwe internasionale ekonomie, ’n era van ongeken-

tegnologiese vooruitgang asook verandering in die werksplek insluit. Die konteks van hulle leefwêreld sal die volgende kenmerke vertoon:

- snelle kommunikasie betreffende inligting en gebeure tussen verskillende lande;
- internasionalisering van praktyke en dienste insluitende onderwys prosedures en kwalifikasies;
- migrasie van die wêreldbevolking waar mense byvoorbeeld in een land gebore word, onderwys in 'n ander land ontvang en later in verskeie ander lande gaan werk;
- 'n afname in die belangrikheid van die geboorteland, in die opsig dat mense minder gebonde sal voel aan hul geboorteland;
- 'n toename in multikulturele samelewings;
- 'n klemverskuiwing van industriële gemeenskappe na diensgemeenskappe – minder werknemers gaan benodig word in fabrieksaanlegte, aangesien vervaardiging gedoen gaan word deur rekenaars, masjiene en outomatisasie.
- meer vroue in bestuursposte;
- groter klem op individuele regte en individualisme;
- 'n populasie met 'n hoër gemiddelde ouderdom as gevolg van gesofistikeerde mediese praktyke en groter gesondheidsbewustheid;
- 'n doen-dit-self-era;
- 'n behoefte aan entrepreneurskap (Pretorius 1998:vii).

Globalisering sal 21ste-eeuse vakinhoud vooropstel en daarom is dit noodsaaklik dat die opdoen van kennis binne enige onderrigstrategie sal figureer.

2.6.3 Leerinhoud

2.6.3.1 Leerprogramriglyne

'n Leerprogram spesifiseer die omvang van leer en assessering van die drie grade in die VOO-fase. Dit is die plan wat daargestel word om te verseker dat die Leeruitkomste bereik word volgens die assesseringstandaarde van die betrokke graad. Die

leerprogramriglyne stel onderwysers en ander wat leerprogramme ontwikkel in staat om kwaliteit leer, onderrig en assesseringsprogramme te beplan en te ontwikkel (RSA DoE 2003d:7).

Soos genoem in 2.5.1 is die eerste sleutelbeginsel in die implementering van UGO en kurrikulumontwikkeling in hierdie verband 'n duidelike fokus op betekenisvolle uitkomst. Die Leerprogram dokument stel dit duidelik dat die kritieke en ontwikkelingsuitkomst van die Suid-Afrikaanse Kwalifikasiewet (1995) die grondslag vorm van onderwys in Suid-Afrika en dat dit gereflekteer moet word in die onderrigmetodes en metodologie van Wetenskap-onderwysers, sowel as die aktiwiteite en ervarings waaraan leerders blootgestel word. Hiervolgens moet beide onderwysers en leerders bewus wees van en op die kritieke uitkomst fokus deur middel van Wetenskap onderrig-en-leer (RSA DoE 2005b:19).

Tydens die ontwerp van 'n leerprogram moet die vakinhoud en konteks (sien 2.6.2) waarbinne dit onderrig moet word in ag geneem word (RSA DoE 2007a:17).

2.6.3.2 Vakinhoud

Volgens Kognitiewe Sielkundiges is dit nie moontlik om leerders se kognitiewe vermoëns tot hoër vlakke te verbeter deur slegs prosesse soos “lees”, “skryf” en “kritiese denke” te ontwikkel nie. Om hierdie prosesse maksimaal te benut is hoër vlakke van vakkennis, waarbinne die prosesse kan opereer, nodig (Sticht n.d.:2 van 7). Die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum ondersteun die toepassing van die NKV beginsel wat daarop ingestel is om hoër vlakke van kennis en vaardighede by alle leerders te ontwikkel (RSA DoE 2005b:9).

Die Fisiese Wetenskappe-Vakinhoud-dokument het dit ten doel om die vlak en diepte van aanbieding van die inhoud uit te spel (RSA DoE 2006:3). Leeruitkoms 2 word hierin uitvoerig aangespreek. In hierdie dokument word die temas van die betrokke kennisareas, soos wat dit in die NKV vervat is, in terme van goed gedefinieerde

“uitkomst” uiteengesit. Daar word duidelik uitgespel waartoe die Fisiese Wetenskapleerders in staat moet wees ten opsigte van vakinhoud.

In Tabel 2.5 is ’n vergelykende uiteensetting gemaak van die wyse waarop riglyne ten opsigte van vakkennis in die HNKV van die AOO-fase, die NKV van die VOO-fase, asook die Fisiese Wetenskapleerders-Vakinhoud-dokument uiteengesit is. Hieruit wil dit voorkom asof daar in die VOO-fase duideliker en uitvoeriger riglyne ten opsigte van vakkennis in Fisiese Wetenskappe uitgespel word as in die AOO-fase.

Tabel 2.5: Vergelyking van uiteensetting van AOO- en VOO-Wetenskap vakinhoud

AOO HNKV	VOO NKV Fisiese Wetenskappe	Vakinhoud van die Fisiese Wetenskappe-dokument
Basiese kennis en begrippe	Basiese kennis en begrippe	
Kennisarea: Materie en materiale	Kennisarea: Chemiese verandering Tema: Energie en chemiese verandering	Leerders moet in staat wees om die volgende te doen:
<ul style="list-style-type: none"> • Baie energieveranderinge benodig energie om aan die gang te kom; baie chemiese reaksies stel energie vry terwyl dit plaasvind. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieveranderinge in reaksies gekoppel aan bindingsenergieveranderinge. • Eksotermiese en endotermiese reaksies. • Aktiveringsenergie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verduidelik die konsep entalpie en die verwantskap daarvan met warmte van ’n reaksie. • Definieer eksotermiese en endotermiese reaksies. • Identifiseer dat die breek van ’n binding energie benodig (endotermies) en dat die vorming van ’n binding energie vrystel (eksotermies). • Stel dit dat $\Delta H > 0$ vir endotermiese reaksies. • Stel dit dat $\Delta H < 0$ vir eksotermiese reaksies. • Definieer aktiveringsenergie.

AOO HNKV	VOO NKV Fisiese Wetenskappe	Vakinhoud van die Fisiese Wetenskappe-dokument
Basiese kennis en begrippe	Basiese kennis en begrippe	
Kennisarea: Materie en materiale	Kennisarea: Chemiese verandering Tema: Energie en chemiese verandering	Leerders moet in staat wees om die volgende te doen:
		<ul style="list-style-type: none"> • Verduidelik 'n reaksieproses in terme van energieverandering en koppel hierdie verandering aan die breking van 'n binding en die vorming van die "geaktiveerde kompleks".

Bron: Saamgestel deur die navorser (van Breda 2011) volgens inligting uit verskeie bronne (RSA DoE 2002b:74; RSA DoE 2006:75-76)

Die navorser is van mening dat voorgenoemde, naamlik die vae riglyne rondom Wetenskap-vakkennis in die AOO-fase (en nie dié van die VOO-fase nie) juis een van die vernaamste redes is waarom die hele debat rondom die terugkeer na vakkennis en handboeke ontstaan het en tot die ondersoek, in 2009, na die hersiening van die implementering van die kurrikulum gelei het (sien 1.2.1). Om hierdie rede is dit ook die mening van die navorser dat die "sillabus" vir Fisiese Wetenskappe in die VOO-fase vanaf 2012 in wese nie van die bestaande gaan verskil nie. Daar sal eerder 'n verskraling van vakinhoud wees ten einde in-diepte leer te bevorder indien die aanbevelings van die navorsingsverslag van Umalusi, die raad vir gehalteversekering in algemene onderwys en opleiding, ter harte geneem word (sien Umalusi 2009:45; *Volksblad* 6 Mei 2010:45). Voorafgaande vermoede is reeds grootliks bevestig met die verskyning van die konsep "CAPS-dokument" aan die einde van 2010.

Aan die een kant kan daar geredeneer word dat die verwagting van hoë vlakke van kennis en vaardighede deur uitvoerige riglyne rondom vakkennis nagestreef word, maar aan die ander kant kan die argument ontstaan dat die elemente van 'n meer tradisionele UGO-model ten koste van die transformasie-model beklemtoon word. Spady (2008:2)

waarsku juis dat inhoud-gebonde doelwitte en kurrikulum-gebaseerde uitkomste tot 'n Kurrikulumgebaseerde Onderwys of “KGO-sindroom” kan lei (sien 2.4.1).

Die les uit voorafgaande vir die Fisiese Wetenskappe-onderwyser is juis om perspektief te behou rakende die “transformasie” aspek binne die fasilitering van vakinhoud. In die praktyk beteken transformasie “... a future-focused, outside-the-box, life-role approach to outcomes, curriculum, instruction and the contexts where learning and performance should take place” (Spady 2008b:3).

Die Fisiese Wetenskappe-onderwyser sal dus daarteen moet waak om nie die vakinhoud ten koste van transformasie-beginsels en tot voordeel van KGO voorop te stel nie. Dit word uiteraard duidelik in die kurrikulumdokumentasie gestel dat kennisareas juis geselekteer is as toepaslike vakinhoud ter bereiking van die Leeruitkomste (RSA DoE 1997:11).

'n Onderrigstrategie wat enersyds ingestel is op effektiewe onderrig-en-leer en andersyds die beginsels van transformasie onderskryf, is dus noodsaaklik. Gesien in die lig van die uitsprake van Spady rondom die Suid-Afrikaanse UGO-model asook die hersiening van die kurrikulumimplementering (sien 1.2.1) wat heel moontlik meer na die tradisionele model sal terugkeer, stel die navorser voor dat daar voortaan eerder sal verwys word na die “Suid-Afrikaanse” UGO-model, sonder om dit te tipeer.

2.6.4 Effektiewe wetenskap onderrig-en-leer binne die Suid-Afrikaanse UGO-model

Om die NKV suksesvol te implementeer, is dit noodsaaklik om die onderrigstrategieë wat daarmee kan vereenselwig word te bestudeer en uiteindelik ook daardeur vas te stel hoe IKT die suksesvolle toepassing daarvan kan ondersteun.

2.6.4.1 Onderrigstrategieë

Dit is veral die nuwe idees rondom die fasilitering van leer (sien 2.6.4.4) wat 'n groot invloed op effektiewe onderrig-en-leer kan hê (sien Carr, Barker, Bell, Biddulph, Jones, Kirkwood, Pearson & Symington 1994:149; Collins, Hammond & Wellington 1997:14; RSA DoE 2004b:16). Volgens Bransford (2001:6) wil navorsing dit hê dat die nuwe benaderings dit vir die meerderheid van leerders moontlik kan maak om 'n deurgronde kennis van die vakinhoud van vakke soos Fisiese Wetenskappe op te doen. Daar word van die veronderstelling uitgegaan dat baie mense wat op skool gesukkel het, beter kon vaar as die nuutste idees rondom effektiewe leer geïmplementeer is. Diesulkes wat goed in die tradisionele onderrig-en-leer-situasie gevaar het, kon heel moontlik kennis, vaardighede en gesindhede jeens vakke ontwikkel het wat hul prestasies beduidend kon verbeter het.

In aansluiting met voorgenoemde het die studie van onderrig in die algemeen dit volgens Bransford (2001:6) dit ook ten doel om een of meer van die volgende uitkomstte te bewerkstellig:

- Toename in die effektiwiteit van onderrig. Dit veronderstel dat leerders beter sal vaar as die gevolg van die spesifieke onderrig. 'n Toename in die akkuraatheid ten opsigte van die herroep van inligting, beter onthou vermoë, asook beter toepassing van kennis en vaardighede in soortgelyke of nuwe situasies, is alles aanduidings van effektiewe onderrig.
- Toename in die doeltreffendheid van onderrig. Die fokus hier is op effektiewe tydsbenutting. Toenemende doeltreffendheid beteken dus dat dieselfde hoeveelheid leer in 'n korter tydperiode plaasvind. Dit kan andersyds bereik word deur beter en vinniger metodes van onderrig en andersyds deurdat die wyse waarop leerders vaardighede en kennis aanleer minder tyd in beslag neem.

Die navorser is van mening dat die beginsel van doeltreffendheid en gepaardgaande siening van effektiewe tydsbenutting veral gekwalifiseer moet word wanneer die leerdergesentreerde aard van die UGO-benadering ter sprake

kom, aangesien dit oënskynlik meer tyd in beslag neem as die tradisionele (sien 2.6.4.5.5 aangaande in-diepte-leer). Daar kan egter geredeneer word dat indien leerders blootgestel word aan effektiewe onderrig wat moontlik aanvanklik meer tyd in beslag neem maar op die langtermyn dividende toon ten opsigte van begrip en geheue, dit uiteindelik die tyd wat aan remediëring spandeer moet word, inkort en dus neerkom op doeltreffende tydbenutting.

- Toename in die mate wat onderrig aanklank vind by leerders. Dit het te doen met hoe die aanslag van die betrokke onderrigstrategie tot die onderwyser en leerder spreek. Hierdie aanslag kan 'n groot rol in die leerders se houding jeens die leerervaring speel en 'n motiverende faktor wees. Die behoeftes van generasie Y wat in 2.6.2.2 bespreek word, is 'n sprekende voorbeeld hiervan. Die gebruik van IKT as deel van die onderrigstrategie wanneer generasie Y ter sprake is, is hier van toepassing (Bigge & Shermis 2004:4-6; Newby, Stepich, Lehman & Russell 1996:9-10).

Volgens Killen (2000b:x) toon navorsing 'n magdom voorstelle rakende die wyses waarop onderwysers leerders kan help om hulle kennis en vaardighede te ontwikkel. Die slotsom is egter elke keer dat geen enkele onderrigstrategie te alle tye vir alle leerders effektief is nie (sien Johansson & Gärdenfors 2005:3; Newby, Stepich, Lehman, & Russell 1996:209). Die rede hiervoor is dat onderrig-en-leer komplekse prosesse is wat deur verskillende faktore beïnvloed word. Hierdie faktore sluit die vermoë, houding en leerstyle van die leerders, die kennis en vermoëns van die onderwyser asook die konteks waarbinne leer plaasvind, in.

Leerteorieë vorm die grondslag van die verskillende onderrigstrategieë. Hoewel daar verskeie leerteorieë bestaan, kan die vernaamste tendense of temas rakende die wyse waarop leer gekonseptualiseer word, aan die hand van "... the two leading twentieth-century learning theories ...", naamlik die S-R (stimulus-respons)-teorieë van die behavioristiese benadering en die interaksie-teorieë van die kognitiewe benadering, ondersoek word (Bigge & Shermis 2004:10-11; Newby *et al.* 1996: 28; Pretorius 1982:73; Van Tonder 2000:41).

2.6.4.2 Behavioristiese benadering

Die behavioristiese leerteorie is ontwikkel in die 1920's en 1930's deur sielkundiges soos Skinner, Pavlov en Thorndike. Hoewel oënskynlik oudmodies, word onderwyspraktyk steeds sterk daardeur beïnvloed.

Die behavioristiese leerteorie beklemtoon verandering in gedrag as die belangrikste uitkoms van die leerproses. Hiervolgens is leer iets wat mense doen in reaksie op 'n eksterne stimulus. Skinner het van die standpunt uitgegaan dat leer as die versterking van 'n behoefte, soos om te presteer, gesien kan word. Hy het verder ook klem gelê op die verband tussen behoefte en beloning. Hy was ook oortuig dat, om optimum leer te verseker, elke stap in die leerproses gepaard moes gaan met of die gevolg moes wees van onmiddellike positiewe versterking. Hierdie beginsel is dan ook in Skinner se sogenaamde onderwysmasjiene en ander selfleer-toestelle gebruik (Pretorius 1982:79).

Wanneer dit by wetenskap onderrig kom, het behaviorisme neerslag gevind in wat Linn (1998:267) 'n "explanation framework" noem. In lesings, handboeke, films en individuele onderrig word klem gelê op die verduideliking van wetenskaplike konsepte en van leerders is verwag om wetenskap op grond van hierdie inligting te verstaan en hul eie te maak. Johansson en Gärdenfors (2005:4-5) gaan so ver om te sê dat behaviorisme "... is betrayed as representing learning without understanding, teacher centered lectures with scant opportunities for curiosity and individuality, passive students, reductionistic, and conforming, that is, everything one wants to avoid in the modern school".

Wanneer dit by die gebruik van tegnologie in die onderrigsituasie kom kan die behaviorisme-grondslag ook waargeneem word. In 3.4.1.1. word daar na *dril-en-oefen-programmatuur* verwys wat daarop neerkom dat daar deurgaans aan die leerders terugvoering (wat meestal positief en motiverend van aard is) aangaande hul antwoorde op die vrae wat deur die programmatuur gestel is, gegee (sien Johansson & Gärdenfors 2005:6).

Alhoewel die behavioristiese leerteorie steeds baie invloedryk is, is die idee dat leer slegs as 'n reaksie op 'n eksterne stimulus plaasvind, verkeerd bewys. Aktiwiteite soos die herkenning en sortering van voorwerpe, die opberging van inligting in die geheue asook die wyse waarop kinders taalpatrone (grammatika) aanleer, is onder andere aspekte wat nie deur die behavioristiese leerteorie verklaar kan word nie. Verder laat voorgenoemde teorie nie veel ruimte vir die individualiteit en vrye wil van verskillende mense nie (Muijs & Reynolds 2006:15).

Die gedagte dat mense nie net 'n passiewe wesen is wat op response reageer nie, maar interaktief met hul leefwêreld omgaan, het nuwe gedagterigtings oor die wyse waarop leer plaasvind, laat ontstaan (Bigge & Shermis 2004:44).

Net soos Skinner het ander sielkundiges soos Piaget en Vygotsky 'n groot invloed gehad op die insigte oor leer vandag, veral rondom die wyse waarop kennis opgebou word asook begrip tydens die leerproses.

2.6.4.3 Kognitiewe benadering

Volgens Piaget, 'n vroeë pionier van konstruktivisme, is die kognitiewe ontwikkeling by die kind veel meer as slegs die oordra van kennis – dit is ook die resultaat van die aktiewe opbou van kennis op grond van dit wat uit sekere lewenservaringe geleer is (Duit & Treagust 1998:8).

Piaget het ook voorgestel dat kinders eerder leer deur doen as deur slegs waar te neem – vandaar die “hands-on framework” in wetenskap-onderrig (Linn 1998:270). Hiervolgens word wetenskap-aktiwiteite, eksperimente en wetenskaplike ondersoeke aangewend om wetenskap- en probleemoplossings-vaardighede uit te bou.

Volgens Piaget verander die denke van kinders kwalitatief, soos wat hulle ouer word, en op grond hiervan het hy verskillende stadia waarin leer plaasvind, geklassifiseer (Magadla 1996:83).

Piaget se teorie het egter verskeie leemtes getoon, veral omdat die verskillende leerstadia van leerders te rigied gestel is (Johansson & Gärdenfors 2005:3). So het 'n aantal studies getoon dat kinders konkreet operasionele denke op 'n veel vroeër ouderdom as wat Piaget voorstel, kan ontwikkel en dat hulle op hoër vlakke as wat Piaget voorstel, kan dink. Hy het verder die individuele verskille tussen kinders betreffende die wyse waarop hulle ontwikkel, onderskat asook die verskille weens kulturele en sosiale agtergrond nie verreken nie. Deurdat leer grootliks toegeskryf is aan die ontwikkelingsfase van die kind, is daar nie veel aandag gegee aan die wyse waarop kinders by mekaar kan leer nie (Muijs & Reynolds 2006:15-17). Laasgenoemde aspek is egter deur Vygotsky beredeneer en op die voorgrond geplaas.

'n Wesenlike verskil tussen Piaget en Vygotsky was dat Vygotsky nie gedink het dat die opgroeiproses as sodanig tot gevorderde denkvaardighede by kinders kan lei nie. Hoewel hy die rol van die opgroeiproses erken het, het Vygotsky geglo dat dit die interaksie tussen kinders, deur middel van taal, was wat die sterkste invloed gehad het op die vlakke van konseptuele begrip wat hulle kon bereik (Barba 1998:96; Hodson 1998:86; Muijs & Reynolds 2006:17).

Vygotsky het geglo dat persone van mekaar kan leer, van dié met dieselfde ouderdom sowel as van dié met 'n groter ouderdom en ontwikkelingsvlak. Een van die maniere waarop sulke leer plaasvind is deur *opeenstapeling* in die *sone van naaste ontwikkeling* (*zone of proximal development*). Laasgenoemde konsep, wat dan ook as een van Vygotsky se belangrikste bydraes tot leerteorieë beskou word, verwys na die gaping tussen dit wat persone op hul eie kan doen en dit wat persone kan doen met die hulp van iemand met meer kennis of vaardighede as die persone self. Dit is hier waar die rol van die onderwyser, volwassene of portuurgroep na vore kom in die leerproses van 'n kind, deurdat diesulkes kinders kan help om hulle kennis na 'n hoër vlak te neem deur intervensie in die sone van naaste ontwikkeling (Hodson 1998:87; Muijs & Reynolds 2006:18).

Voorgenoemde siening van leer wat as gevolg van sosiale interaksie plaasvind, het 'n groot invloed op die sogenaamde konstruktivistiese teorieë wat daarop gevolg het, asook klaskamerpraktyk gehad. Vygotsky se idees rondom die leerproses van leerders in die sone van naaste ontwikkeling was instrumenteel in die ontwikkeling van leerprogramme wat op samewerking geskoei was (Muijs & Reynolds 2006:18). In hierdie studie sal die uitbouing en toepassing van die beginsel van samewerking in 'n IKT-gebaseerde onderrig-en-leerstrategie 'n baie prominente rol speel (sien 3.8).

2.6.4.4 Konstruktivistiese leer

Wanneer die term “konstruktivisme” gebruik word om kognitiewe modelle van leer te beskryf, kan dit gedefinieer word as “an approach to learning in which learners are provided the opportunity to construct their own sense of what is being learned by building internal connections or relationships among the ideas and facts being taught” (Borich & Tombari, soos aangehaal deur Killen 2000a:xviii). Hierdie benadering van *kognitiewe konstruktivisme* fokus op die kognitiewe prosesse wat tydens leer gebruik word. Dit beklemtoon dat leerders self aktief kennis konstrueer deurdat hulle hul eie weergawes van die leerinhoud wat geleer moet word, vorm, 'n seleksie maak van inligting wat hulle as relevant beskou en dit dan interpreteer teen die agtergrond van bestaande kennis en behoeftes (Conway 1997:3 van 12; Killen 2000a:xviii).

Die konstruktivistiese benadering wat aansluiting vind by Vygotsky se teorieë rondom kognitiewe ontwikkeling staan bekend as *sosiale konstruktivisme*. Hiervolgens is leer “a social process whereby students acquire knowledge through interaction with their environment instead of merely relying on the teacher’s lectures” (Powers-Collins, soos aangehaal deur Killen 2000a:xviii).

Paine (2005:52) verwys na konstruktivisme as 'n “fundamental principle on which OBE is based” terwyl Du Toit (2010a:3) daarop wys dat sosiale konstruktivisme die filosofiese krag is wat kurrikulumontwikkeling in Suid-Afrika beïnvloed (sien 2.2.4). Dit is dus

noodsaaklik om vas te stel hoe dit in die NKV neerslag vind ten einde effektiewe onderrig-en-leer te verseker.

2.6.4.5 Konstruktivisme, effektiewe onderrig-en-leer en die NKV

Die feit dat leerders volgens die konstruktivistiese benadering eintlik self hul kennis moet konstrueer, in teenstelling met die blote absorpsie van kennis wat deur die onderwyser verskaf word, het verskeie implikasies in die benadering tot onderrig-en-leer. Wanneer hierdie implikasies teen die agtergrond van die eienskappe van effektiewe leer beskou word, bied dit 'n goeie raamwerk waarbinne die NKV geïnterpreteer kan word.

Navorsing in die veld van onderwys- of onderrigsielkunde, sowel as navorsingsbydraes uit die nie-skool omgewing, soos ondersoeke in korporatiewe en nywerheidsverband, het daartoe aanleiding gegee dat 'n reeks eienskappe van effektiewe en betekenisvolle leerprosesse geïdentifiseer is. Hierdie eienskappe kan in 'n definisie van leer opgesom word, naamlik dit is 'n konstruktiewe, kumulatiewe, self-regulerende, doelwitgeoriënteerde, situasie-gebonde, medewerkende en individueel verskillende proses in die vorming van betekenis en die opbou van kennis (De Corte & Weinert 1996:37).

Voorgenoemde definisie sluit nou aan by die beginsels waarop konstruktivisme berus en kan in samehang daarmee bespreek word.

2.6.4.5.1 Leer is 'n aktiewe en konstruktiewe proses

Leerders bou hul kennis aktief op vanaf interaksie met die onmiddellike omgewing. Dit beteken dat leerders aktief besig moet wees met kognitiewe prosessering tydens die leerproses. Leer gaan daaroor om leerders te help om hul eie betekenis aan inhoud te gee, eerder as om “die regte antwoord te kry” sonder enige begrip (De Corte & Weinert 1996:37; Hodson 1993:32; Mayer 1996b:3 van 9; Muijs & Reynolds 2006:62; Murphy

1997:16 van 23). Fensham (1994:22) ondersteun die gebruik van die term “minds-on” om die aktiewe aanwending van die verstand tydens die leerproses te benadruk.

Deur die bestaan van *veelvuldige realiteite of perspektiewe* uit te wys, kan daar ook wegbeweeg word van die idee dat daar altyd slegs een korrekte antwoord is en leerders kan tot meer deurdagte en dieper denke aangespoor word (Johansson & Gärdenfors 2005:16; Killen 2000b:xix; Muijs & Reynolds 2006:66).

Leer is, volgens konstruktivisme, ’n soeke na betekenis. Leerders moet aktief na die betekenis van die leerinhoud soek. Om leerders in staat te stel om dit te kan doen, moet onderwysers leeraktiwiteite rondom groter idees en ondersoeke saamstel (Mayer 1996b:4 van 9).

Ontdekkings- en probleemoplossings-aktiwiteite ten einde hoër-orde-denke en begrip te ontwikkel, vorm sleutel-komponente van ’n konstruktivistiese leerprogram. Leerders sal dikwels na data of inligting soek wat die antwoord op vrae of kan verskaf of kan help met die oplossing van ’n probleem (DeBoer 1991:207; Muijs & Reynolds 2006:62,65; Murphy 1997:16-17 van 23). Daar kan ook wisselwerking tussen leerders en die omgewing wees deurdat leerders die omgewing manipuleer en dan die effek daarvan waarneem en hul eie interpretasie daaraan heg (Jonassen 2000:11; Omrod 1995:442). Die “hands-on”-gedagte word hierdeur onderstreep (Reynolds & Barba 1996:179).

In die NKV word die beginsel dat leer ’n aktiewe en konstruktiewe proses is, ondersteun deurdat wetenskaplike ondersoeke en probleemoplossings-vaardighede benadruk word (RSA DoE 2006:3). Volgens die dokument sal die ontwikkeling van hierdie prosesse en vaardighede leerders in staat stel om probleme op te los, krities te dink, besluite te neem, antwoorde te vind en hul nuuskierigheid te bevredig.

2.6.4.5.2 Leer is koöperatief

Die opbou van kennis is nie net individueel van aard nie, dit vind ook in 'n sosiale konteks, deur middel van interaksie met portuurgroepe, onderwysers, ouers, ensovoorts plaas (De Corte & Weinert 1996:38; Tobin 1998:138; Watts 1994:52).

Tydens *opeenstapeling (scaffolding)* word leerders ondersteun in die uitvoering van take wat hulle nog nie op hul eie kan doen nie, met die ondersteuning wat geleidelik verminder word soos wat leerders meer bemagtig word. Hierdie ondersteuning kan van die kant van die onderwyser in die vorm van vrae, voorgestelde take, beskikbare bronne, uitdagings en klaskameraktiwiteite kom. Mede-leerders kan egter ook 'n rol in opeenstapeling speel. Om hierdie rede is dit goed om 'n leersituasie in 'n sosiale konteks, wat groepwerk en bespreking toelaat, te ontwerp. Daar word na hierdie element van konstruktivisme verwys as *medewerking* en impliseer noodwendig dat die leerders die nodige sosiale en kommunikasievaardighede moet bemeester (Hodson 1998:98-99; Jonassen 2000:12; Johansson & Gärdenfors 2005:16; Muijs & Reynolds 2006:63-65; Murphy 1997:17 van 23).

Die koöperatiewe aard van leer kan as 'n prioriteit in die NKV gesien word aangesien een van die Kritieke Uitkomstes dit veronderstel dat leerders “doeltreffend met ander lede van 'n span, groep, organisasie en gemeenskap” moet saamwerk (sien 2.6.1.3). In die dokument word die assessering van groepwerk pertinent voorgestel om onder andere vas te stel of leerders saamwerk, mekaar help en werk verdeel (RSA DoE 2006: 58).

2.6.4.5.3 Leer is individueel verskillend

Vanweë die feit dat kennis individueel sowel as gesamentlik deur leerders opgebou word, is dit noodsaaklik dat die onderwyser 'n deeglike kennis het van die ontwikkeling van die kind asook leerteorieë, sodat daar met groter akkuraatheid vasgestel kan word watter leer kan plaasvind (Muijs & Reynolds 2006:63).

Leer vind *individueel verskillend* plaas as gevolg van die diversiteit in faktore wat leer affekteer, soos benadering tot leer, leerpotensiaal, voorafkennis, kognitiewe styl, motivering, belangstelling, leerstrategie, selfbeeld, taalvermoë, ensovoorts. Dit beteken dat daar ook gefokus moet word op individuele leerders se *sone van naaste ontwikkeling* (De Corte & Weinert 1996:39; Murphy 1997:16 van 23; Rosenthal 1996:80).

Een van die beginsels waarop die NKV berus is “inklusiwiteit”. Dit veronderstel en gee erkenning aan die feit dat verskillende leerders verskillende behoeftes het en dat leerders slegs tot hulle volle potensiaal kan ontwikkel as daar aandag aan hierdie behoeftes gegee word (RSA DoE 2006:4). Daar word van onderwysers verwag om voorsiening te maak vir diversiteit deur onder andere spesifiek aandag te gee aan verskillende leerstyle van individue (RSA DoE 2007b:15).

2.6.4.5.4 Leer is kumulatief

Leer is kumulatief en moet altyd binne ’n bepaalde konteks plaasvind. Nuwe feite word nie net abstrak aangeleer nie, maar moet verband hou met wat leerders reeds weet. Leer word dus gebou op *voorafkennis*. Dit beteken dat leer die beste sal plaasvind as nuwe vakinhoud eksplisiet gekoppel word aan dit wat die leerder reeds weet. Die uitdaging vir die onderwyser lê daarin om presies uit te vind watter kennis die betrokke leerders reeds onder die knie het. Dit is ook belangrik dat die onderwyser daarvan bewus is dat wanbegrippe wat in voorafkennis mag voorkom ’n negatiewe invloed op kumulatiewe leer kan hê (Chinn & Brewer 1998:104; De Corte & Weinert 1996:37; Muijs & Reynolds 2006:62; Jonassen 2000:11; Murphy 1997:16 van 23; Roblyer, Edwards & Havriluk 1997:68; Toh 1991:90; Wellington 2003:15).

Die kumulatiewe aard van effektiewe leer word vergestalt in die beginsel van progressie in die NKV. Hiervolgens is die assesseringstandaarde vir elke leeruitkoms volgens verskillende vlakke van kompleksiteit en diepte ontwikkel om voorsiening te maak vir die

progressie van leerders wat vorder van die begin tot aan die einde van 'n graad asook tussen graad en graad (RSA DoE 2006:3).

2.6.4.5.5 Leer is self-regulerend

In-diepte leer beteken dat kennis deeglik opgebou moet word, deurdat leermateriaal deeglik en van tyd tot tyd weer ondersoek moet word en daar nie vinnig van onderwerp tot onderwerp, soos by die direkte benadering beweeg sal word nie. Ten einde begrip te kweek, moet leerders die geleentheid kry om 'n geheelbeeld te kry en nie net dele nie (Muijs & Reynolds 2006:63).

In aansluiting hiermee word die idee van *refleksie* in die konstruktivistiese metode beklemtoon. Leerders behoort hul oplossings te vergelyk met dié van kundiges of mede leerders. Dit is een van die sleutelmomente in die leerproses. Dit gee leerders die geleentheid om na te dink oor hul eie probleemoplossingstrategie en of dit effektief was. Laasgenoemde word “metakognisie” genoem, reflektoring op eie leer (Gunstone 1994:134; Muijs & Reynolds 2006:63-64; Murphy 1997:16 van 23). In laasgenoemde verband word daar na leer as *self-regulerend* verwys. Leerders wat self verantwoordelikheid neem vir die monitering van eie leer behoort meer effektief te wees in die gebruik van dit wat hulle geleer het in onbekende situasies of probleme (De Corte & Weinert 1996:38; Johansson & Gärdenfors 2005:16; Watts 1994:52).

Voorgenoemde sluit nou aan by die uiters belangrike beginsel van assessering en terugvoering tydens effektiewe leer wat meer volledig in 2.6.5 bespreek word.

In die NKV word daar uitdruklik verwys na die noue verwantskap tussen leer en assessering in die kurrikulum. Daar word erkenning gegee aan die feit dat assessering enersyds die nodige inligting aan leerders verskaf aangaande hul eie progressie en andersyds die leerders in staat stel om verantwoordelikheid te neem en besluite te maak aangaande hul eie leer (RSA DoE 2006:55).

2.6.4.5.6 Leer is situasie-gebonde

Leer is *situasie-gebonde* in die opsig dat dit plaasvind binne die konteks van die individu self, die vennote in die leeromgewing en die beskikbare hulpbronne. Leer behoort dus gesetel te wees binne 'n lewensgetroue sosiale en fisiese konteks om leerders toe te laat om realistiese situasies te ervaar en te ontdek (Hodson 1998:114; Jonassen 2000:11; Johansson & Gärdenfors 2005:16). Dit sal tot outentieke leer en beter begrip lei. Om hierdie rede ondersteun konstruktiviste die gebruik van primêre data, lewensgetroue materiaal en situasies asook 'n "hands-on"-benadering in onderrig, eerder as handboeke (De Corte & Weinert 1996:38; Muijs & Reynolds 2006:63; Murphy 1997:16 van 23; Watts 1994:52).

Die konsep van "vakkennis in konteks" (sien 2.6.1.5) wat deur die NKV onderskryf word berus op die beginsel dat leer situasie-gebonde is, soos hierbo uiteengesit.

2.6.4.5.7 Leer is doelmatig

Dit word algemeen aanvaar dat effektiewe en betekenisvolle leer deur 'n uitdruklike bewustheid van en oriëntasie ten opsigte van gestelde doelwitte gefasiliteer word. Hoewel die self-regulerende en konstruktiewe aard van leer veronderstel dat leerders op hul produktiefste sal wees indien hulle hul eie doelwitte bepaal, kan onderwysers, handboeke of rekenaarprogramme ook doelwitte uiteensit wat suksesvolle en produktiewe leer aanwakker, mits leerders dit hul eie maak (De Corte & Weinert 1996:38; Murphy 1997:16 van 23).

Die doelmatigheid van UGO in die algemeen en die NKV in die besonder is vanselfsprekend, veral as in ag geneem word dat 'n duidelike fokus een van die sleutelbeginsels vir UGO-kurrikulumontwerp is (sien 2.5.1).

Uit voorafgaande is dit duidelik dat die beginsels van effektiewe onderrig-en-leer, die perspektiewe rondom konstruktivisme asook die UGO-beginsels in die NKV in lyn met

mekaar en ineengewef is en dus op verskeie maniere in die onderrigsituasie beslag kan kry (sien 2.7.1).

Wanneer dit by die bepaling van 'n spesifieke onderrigstrategie kom, kan die riglyne aangaande die rol van die onderwyser, soos uiteengesit deur die Tegniese Komitee vir die Hersiening van Norme en Standaarde vir Onderwysers, en opgesom deur Jones, Palinscar, Ogle en Carr (soos aangehaal deur Killen 2000b:xii) as vertrekpunt dien:

“The focus is on the student. When planning, teachers first set outcomes and then design instructional activities to match students’ prior knowledge, motivation, and level of interest. They evaluate available materials and choose presentation strategies to link where students are with where the content is expected to take them. Throughout the process, teachers need to modify their plans continuously on the basis of feedback, striving for balance between giving students the guidance they need and the independence they desire”.

Dit is dus noodsaaklik om eers vas te stel wat die uitkomst is wat leerders moet bereik, voordat 'n onderrigstrategie gekies word. Leer is 'n proses waardeur nuwe inligting bekom en vermoëns ontwikkel word. 'n Onderrigstrategie wat leerders in staat sal stel om die inligting, wat in lyn is met die uitkomst wat hulle moet bereik, te oordink, te verstaan en te onthou, moet dus gekies word. Dit sal noodwendig ook beteken dat die behoeftes van die leerders, die konteks waarbinne leer plaasvind en die spesifieke vakinhoud in ag geneem word (Killen 2000b:xiii-xiv). (Sien 3.7)

Watter onderrigstrategie ook al gebruik word, sal vereis dat assessering die nodige inligting verskaf aangaande die geslaagdheid van die onderrig-en-leer-proses wat uiteindelik die bereiking van leeruitkomst nastreef.

2.6.5 Assessering en terugvoering

Volgens die behavioristiese, sowel as die kognitiewe (konstruktivistiese) benadering tot leer word terugvoering as 'n sentrale meganisme in leer beskou, soveel so dat leer nie daarsonder kan plaasvind nie (Mayer 1996a:397). Die waarde van assessering lê daarin dat dit 'n geleentheid skep vir terugvoering ten opsigte van dit wat geleer is (sien 2.6.4.5.5). Mayer (1996a:396) definieer terugvoering as informasie omtrent die korrektheid, toepaslikheid of akkuraatheid van die leerder se aksies.

Die twee hoof-vorme van assessering is formatief en summatief. Terwyl summatiewe assessering daarop gerig is om te meet wat leerders aan die einde van 'n reeks leeraktiwiteite geleer het, het formatiewe assessering dit ten doel om as terugvoering ter verbetering van onderrig-en-leer te dien (Bransford 2001:140; Muijs & Reynolds 2006:231; Irons 2008:16; Fairbrother 1993:238). Laasgenoemde gedagte, naamlik dat formatiewe assessering en terugvoering leer verbeter, word volgens Irons (2008:17) deur verskeie studies bevestig en hyself beskryf dit as "very powerful and potentially constructive learning tools" (Irons 2008:7).

In die UGO-benadering word daar baie klem geplaas op die prosesse ter bereiking van uitkomst, derhalwe speel formatiewe assessering 'n meer prominente rol hier as by tradisionele benaderings.

Geleentheid vir terugvoering behoort dus deurlopend deur die onderwyser geskep te word, vandaar die begrip Deurlopende Assessering (DASS) in die NKV (RSA DoE 2003d:57). Deurdat addisionele geleenthede, waartydens formatiewe assessering kan plaasvind, geskep word, verhoog die kans op effektiewe leer en dit vestig ook waardering vir hersieningsgeleenthede by leerders. In die riglyne vir assessering in Fisiese Wetenskappe (RSA DoE 2007a:7) word dit duidelik gestel dat die fokus van assessering formatief van aard moet wees: "This means that daily assessment should be used to give feedback to learners as to their strengths and weaknesses and help

them develop a strategy to improve their learning. It should also be used to help the teacher teach more effectively and develop a better learning programme”.

In aansluiting hiermee en gesien in die lig dat terugvoering instrumenteel in die leerproses is (sien 2.6.5), maak Bransford (2001:140) die uitspraak dat effektiewe onderwysers:

- deurlopend besig is om leerders se leer te moniteer. Dit gebeur tydens groepwerk sowel as tydens individuele aksies. Assessering van leerders se vermoë om dit waarmee hulle besig is te koppel aan ander afdelings in die kurrikulum of hul eie lewens is hier belangrik. Terugvoering hieromtrent kan op 'n formele of informele wyse deur die onderwyser aan die leerder gekommunikeer word;
- daarop ingestel is om leerders toe te rus met vaardighede om hulself te assesseer. Hulle leer nie net om hul eie werk te assesseer nie, maar ook dié van hul portuurgroep, sodat almal uiteindelik meer effektief leer. Selfassessering vorm ook die grondslag vir refleksie tydens metakognisie en is uiteindelik 'n belangrike komponent van self-regulerende leer (sien 2.6.4.5.5).

Assessering kan slegs sinvol toegepas word indien spesifieke kriteria bestaan waarteen daar gemeet kan word. In die NKV verteenwoordig die Assesseringstandaarde die kriteria wat beskryf wat die leerder behoort te weet en veronderstel is om te demonstreer ten einde Leeruitkomste te bereik (RSA DoE 2003d:7).

Assessering is een van die belangrikste, maar terselfdertyd ook een van die aanvegbaarste aktiwiteite waarby onderwysers betrokke is, enersyds vanweë die tydrowende aard daarvan en andersyds vanweë die feit dat terugvoer so spoedig moontlik moet plaasvind ten einde effektief te wees (Irons 2008:45).

Die uitdaging in die klaskamer bly dus optimum terugvoering ter wille van effektiewe leer. Die aanwending van IKT in die assesseringsproses bied 'n geleentheid aan onderwysers om hierdie uitdaging aan te spreek. Nuwe tegnologie maak dit moontlik om

vinnige terugvoer ten opsigte van spesifieke aksies te gee en dan kan die leerder dienoooreenkomstig reageer (sien 3.4.3.2 en 3.7.7).

2.7 LEEROMGEWING IN DIENS VAN DIE IMPLEMENTERING VAN DIE NKV

Volgens Bransford (2001:131) behoort die veranderende onderwysbehoefte van die 21ste eeu (sien 2.6.2.2 en 1.1) asook nuwe insigte rondom onderrigstrategieë in ag geneem te word in die ontwerp van 'n leeromgewing.

2.7.1 Implementeringsbeginsels van die NKV vir Fisiese Wetenskappe

In hierdie hoofstuk van die studie is daar juis aandag gegee aan die beginsels wat die NKV onderskryf deur dit binne die konteks van UGO, konstruktivisme asook effektiewe leerbeginsels te ondersoek. Deur die vernaamste beginsels van elkeen van hierdie komponente met mekaar te vergelyk is daar 'n aantal kernbeginsels geïdentifiseer wat kenmerkend van feitlik al die komponente is. 'n Uiteensetting hiervan word in Tabel 2.6 aangetref.

Tabel 2.6: Implementeringsbeginsels van die NKV vir Fisiese Wetenskappe

Implementerings-beginsel	Beskrywing	Relevansie ten opsigte van UGO (Aldridge & Fraser 2003:5; RSA DoE 1997:12; Seopa, Laugksch,)	Relevansie ten opsigte van die NKV vir Fisiese Wetenskappe (Uit literatuurstudie)	Relevansie ten opsigte van effektiewe leer (De Corte & Weinert 1996:36-38)	Relevansie ten opsigte van konstruktiewisme (Murphy 1997:16-17)
	Die mate waartoe ...	UGO veronderstel die volgende ten opsigte van leerders:	Bo en behalwe die UGO-beginsels veronderstel die NKV ook die volgende ten opsigte van leerders:	Effektiewe leer berus op die beginsel dat ...	'n Konstruktivistiese benadering beklemtoon ...
A. Konstrueer van kennis	leerders in staat gestel word om kennis aktief op te bou en kritiese denke te beoefen.	die ontwikkeling van onafhanklike en kritiese denke, asook die vermoë om te redeneer, te kommunikeer en te beoordeel.	Sosiale transformasie deurdat leerders ontwikkel in burgers wat wetenskaplike kwelpunte op 'n verantwoordelike wyse krities kan bespreek.	leer konstruktief van aard is, met ander woorde opgebou word.	Die konstrueer van kennis word beklemtoon en nie net blote reproduksie nie.
B. Gelykeberegting	leerders as gelykes, sowel as regverdig deur die fasiliteerder behandel is.	alle leerders behoort dieselfde behandel te word. Uitnemendheid is .alle leerders beskore, nie net enkele nie	Fisiese Wetenskappe behoort 'n bydrae te lewer tot menseregte, inklusiwiteit en sosio-ekonomiese geregtigheid.	-----	-----
C. Differensiasie	die fasiliteerder voorsiening maak vir verskillende leerders op grond van vermoë, leertempo en belangstelling .	alle leerders kan leer en suksesvol wees maar nie noodwendig teen dieselfde tempo nie.	Sukses-georiënteerde karakter stel leerders in staat om volgens eie vermoëns te presteer.	dit verskillend by individue plaasvind en dus individueel van aard is.	Die konstrueer van kennis vind plaas in individuele konteks, sowel as deur sosiale interaksie, samewerking en ondervinding.
D. Ondersoekende benadering	die vaardighede en prosesse van die ondersoekende benadering beklemtoon word.	Onderrig moet leerdergesentreerd wees. Leerders moet self doen terwyl die onderwyser as fasiliteerder optree.	Hoë vlakke van kennis sowel as vaardighede word in die vooruitsig gestel deur die ontwikkeling van wetenskaplike ondersoek en probleemoplossings-vaardighede.	-----	die gebruik van ondersoekende benaderings ten einde leerders aan te moedig om kennis onafhanklik na te jaag.
E. Voorafkennis	daar aandag gegee word aan die voorafkennis van leerders.	Met die bereiking van die verlangde uitkomst word die basis gelê vir verdere suksesvolle leer.	Progressie impliseer dat bestaande kennis stelselmatig verdiep en uitgebrei word.	leer kumulatief is	dat leerders se voorafkennis 'n bepalende rol speel in die konstrueer van nuwe kennis.
F. Betrokkenheid	leerders belangstelling toon en aan die leerproses deelneem.	leerders behoort aktief deel te neem aan die leerproses.	-----	Leer is 'n aktiewe proses wat deelname van leerders vereis.	-----

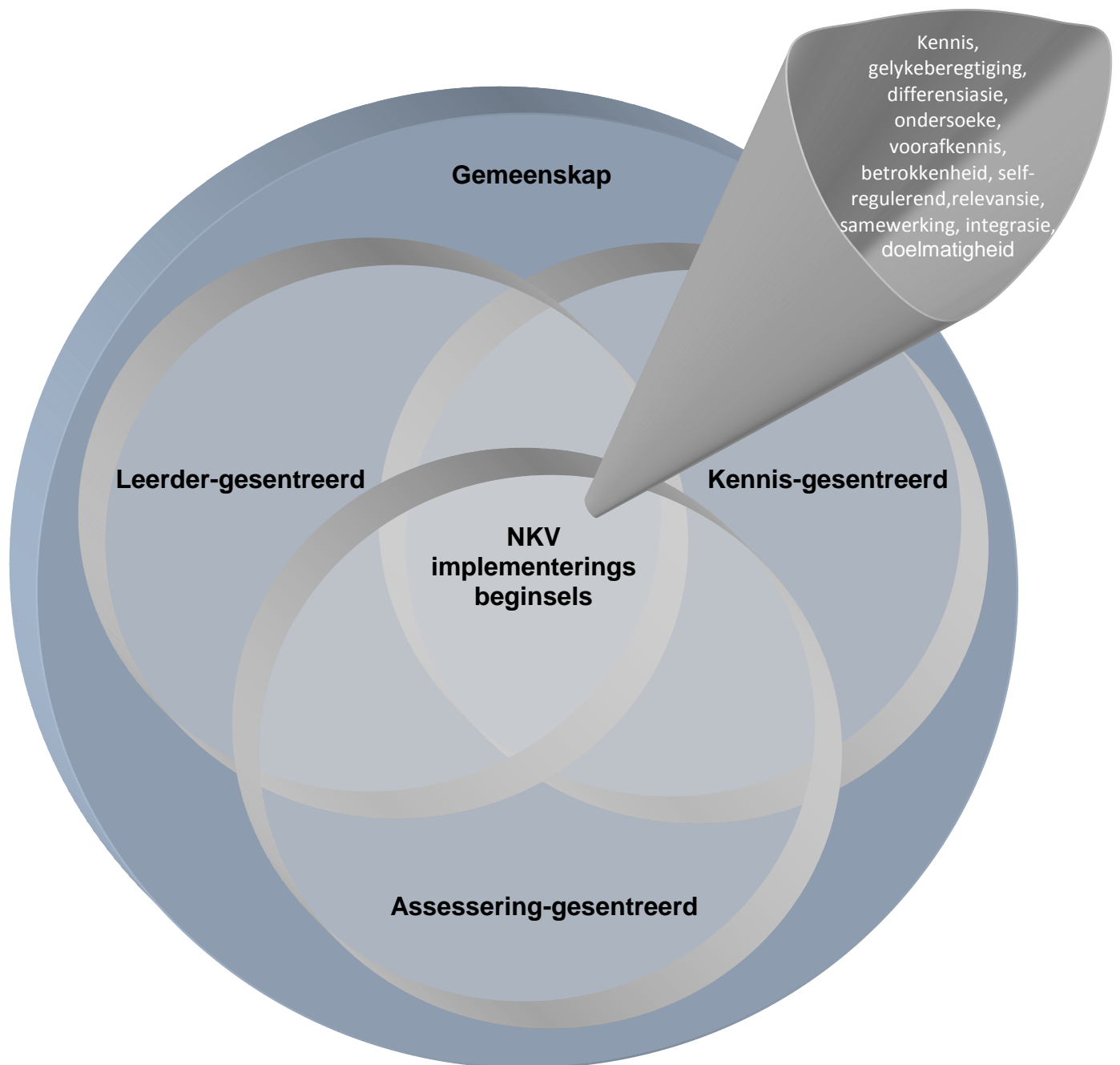
Implementerings- beginsel	Beskrywing	Relevansie ten opsigte van UGO (Aldridge & Fraser 2003:5; RSA DoE 1997:12; Seopa, Laugksch,)	Relevansie ten opsigte van die NKV vir Fisiese Wetenskappe (Uit literatuurstudie)	Relevansie ten opsigte van effektiewe leer (De Corte & Weinert 1996:36-38)	Relevansie ten opsigte van konstruktiewise (Murphy 1997:16-17)
	Die mate waartoe ...	UGO veronderstel die volgende ten opsigte van leerders:	Bo en behalwe die UGO-beginsels veronderstel die NKV ook die volgende ten opsigte van leerders:	Effektiewe leer berus op die beginsel dat ...	'n Konstruktivistiese benadering beklemtoon ...
G. Persoonlike relevansie	leerders die wetenskap in die klaskamer in verband bring met die werklikheid buite die klaskamer.	betekenisvolle leer is slegs moontlik as dit in verband met die leerder se alledaagse ervaring gebring word.	-----	dit aan die situasie gebonde is vanweë die sosiale konteks waarbinne dit plaasvind.	die gebruik van primêre databronne om die outentieke (geloofwaardige) en komplekse werklikheid voor te stel
H. Samewerking	leerders met mekaar saamgewerk het eerder as om teen mekaar te kompeteer.	leerders behoort eerder saam te werk as om teen mekaar te kompeteer . UGO word gekenmerk aan koöperatiewe leer.	-----	berus op samewerking vanweë die sosiale konteks waarbinne dit plaasvind.	koöperatiewe leer ten einde leerders aan alternatiewe standpunte bloot te stel.
I. Verantwoordelik vir eie leer	leerders hulself beskou het as in beheer van hul eie leerproses.	verantwoordelikheid vir leerprestasie berus by die leerder self.	-----	Hoe meer self-regulerend die leerder, hoe beter sal nie-bekende situasies benader word.	leerders speel 'n sentrale rol in die beheer en bemiddeling van hul eie leer.
J. Integrasie	leerders Fisiese Wetenskappe in verband met ander vakke en die leefwêreld daarbuite ervaar.	UGO is ingestel op integrering dwarsoor die kurrikulum en vakke.	Integrasie van die verskillende leeruitkomste in Fisiese Wetenskappe self asook met ander vakke word vereis.	-----	interafhanklikheid en interdisiplinêre leer ten einde die kompleksiteit van kennis in die leefwêreld daarbuite te illustreer.
K. Doelmatigheid	leerders bewus is van die uitkomste wat hulle moet bereik.	Uitkomste definieer UGO. Gebaseer op suksesvolle voorafbepaalde prestasiegerigte uitkomste.	-----	Doelmatig is.	dat doelwitte deur die leerders in samewerking met die fasiliteerder en die stelsel vasgestel moet word.

Bron: Saamgestel deur die navorser (van Breda 2011) volgens inligting uit verskeie bronne, soos aangedui.

Hierdie “implementeringsbeginsels” van die NKV vir Fisiese Wetenskappe, wat begrond is deur kognitiewe leerteorieë, kan as volg opgesom word en sal as maatstaf kan dien vir die suksesvolle implementering van die NKV (sien 3.9):

- Kennis word deur leerders opgedoen deurdat hulle in staat gestel word om kennis aktief te konstrueer en kritiese denke te beoefen.
- Gelykeberegting vind neerslag deurdat leerders as gelykes sowel as regverdig deur die fasiliteerder behandel word.
- Differensiasie vind plaas deurdat die fasiliteerder voorsiening maak vir verskillende leerders op grond van vermoë, leertempo en belangstelling;
- Die ondersoekende benadering word vooropgestel deurdat die vaardighede en prosesse van die wetenskaplike metode beklemtoon word.
- Die kumulatiewe aard van leer word erken en daarom word daar ag geslaan op die belangrikheid van voorafkennis van leerders.
- Leerdergesentreerde onderrig vind plaas deurdat leerders aktief aan die leerproses deelneem.
- Persoonlike relevansie vind neerslag wanneer die wetenskap in die klaskamer in verband gebring word met die werklikheid buite die klaskamer.
- Samewerking onder leerders bestaan deurdat hulle eerder met mekaar saamwerk as teen mekaar kompeteer.
- Leerders is verantwoordelik vir hul eie leer deurdat hulle in beheer van hul eie leerproses is.
- Integrasie van Fisiese Wetenskappe met ander vakke en die wêreld daarbuite vind plaas.
- Doelmatigheid tydens die leerproses vind neerslag in die bewustheid van uitkomste wat bereik moet word.

Hierdie beginsels sal slegs neerslag kan vind indien dit binne die raamwerk van 'n leeromgewing, wat ondersteunend daaraan is, toegepas word. Die geïntegreerde model van Bransford (2001:134) voldoen volgens die navorser aan hierdie vereiste. Die aangepaste model, soos voorgestel in Figuur 2.8, bestaan uit **vier geïntegreerde leeromgewings met die implementeringsbeginsels sentraal** daaraan:



Bron: Aangepas deur die navorser uit Bransford 2001:134

Figuur 2.8: Leeromgewing-model vir die NKV-implementeringsbeginsels

2.7.2 Leerdergesentreerde omgewing

Die begrip “leerdergesentreerd” verwys na ’n leeromgewing waarin daar op die kennis, vaardighede, houdings en menings van leerders ag geslaan word (Bransford 2001:133). Die taal en kultuur van die leerders (sien 2.6.2 en 2.6.2.1.2), hul vorige ondervinding en voorafkennis (sien 2.6.4.5.4), geleentheid vir gesprek (sien 2.6.4.4), asook hul behoeftes in terme van hul generasie (sien 2.6.2.2) is prominent in sodanige omgewing.

2.7.3 Kennisgesentreerde omgewing

In ’n kennisgesentreerde leeromgewing word die vermoë tot kritiese denke en probleemoplossing nagestreef, terwyl die bydrae van goed gestruktureerde vakkennis, daartoe erken word (sien 2.6.1.4.2 en 2.6.3.2). In aansluiting hiermee is effektiewe leeromgewings, wat gerig is op dieper leer, gewoonlik onderlê deur ’n konstruktivistiese en/of ondersoekende benadering wat “die doen van wetenskap” nie ondergeskik aan feitekennis stel nie (Bransford 2001:136,137; Graesser, Person, Lu, Jeon & McDaniel 2005:145).

2.7.4 Assesseringgesentreerde omgewing

Die sleutelbeginsel in ’n assesseringgesentreerde leeromgewing is dat daar deur middel van assessering ’n geleentheid vir terugvoering en hersiening geskep moet word (sien 2.6.5). Irons (2008:32) argumenteer dat daar selfs oorweeg moet word om summatiewe assessering af te skaal ten einde meer geleenthede te skep vir formatiewe assessering om die waarde van terugvoering in die leerproses ten volle te benut.

2.7.5 Gemeenskapgesentreerde omgewing

Die begrip “gemeenskap” kan in ’n gemeenskapgesentreerde leeromgewing die klaskamer as gemeenskap, skool as gemeenskap asook die gemeenskap buite skoolverband insluit. Omdat leerders van mekaar leer (sien 2.6.4.4) is die mate waartoe

die leeromgewing gemeenskapgesentreerd is, belangrik vir die leerproses. Dit is ook noodsaaklik dat leerders weet hoedat dit wat hulle in die skool leer, neerslag vind in die gemeenskap (Bransford 2001:147). Vakkennis in konteks hou direk verband hiermee (sien 2.6.1.5 en 2.6.4.5.6 oor situasie-gebonde leer). Die vaardighede wat in die 21ste-eeuse samelewing belangrik is, behoort dus ook in die klaskamer gereflekteer te word (sien 1.1).

Voorgenoemde perspektiewe van die geïntegreerde model van Bransford moet nie as afsonderlik van mekaar beskou word nie. Hierdie komponente oorvleuel en die een beïnvloed die ander. Wat wel belangrik is, is dat die komponente gesamentlik 'n integrale deel van die onderrig-en-leer situasie, binne sowel as buite die skool, vorm.

2.8 SAMEVATTING

Die NKV vir Fisiese Wetenskappe is die beleidsdokument wat sentraal in die onderrig van Fisiese Wetenskappe in Suid-Afrika staan. Om die suksesvolle implementering daarvan te verseker, is dit nodig om perspektief rondom die beginsels wat dit onderskryf te kry. In hierdie hoofstuk is die NKV, binne die raamwerk van die kragte wat daarop inspeel, ondersoek en 'n stel implementeringsbeginsels, wat as riglyn vir suksesvolle kurrikulumimplementering kan dien, is geïdentifiseer.

Verskeie kragte speel 'n rol wanneer 'n kurrikulum ontwikkel word en die invloed daarvan behoort in kurrikulumimplementering te reflekteer. **Sosiale kragte**, wat veral met die samelewing en kultuur te doen het, sluit aspekte soos die invloed van tegnologie (sien Hoofstuk 3), inheemse kennisstrukture, die sosiale konteks van die nie-huistaal leerders, asook die invloed van die politieke gemeenskap in. Die wyse waarop **kennis** en die toepassing daarvan in die kurrikulum neerslag vind, beïnvloed ook die ontwikkeling van 'n kurrikulum. Die **psigologiese** kragte wat 'n rol in kurrikulumontwikkeling speel is byvoorbeeld die groei en ontwikkelingsproses van leerders, asook die tydvak waarin hulle grootword, wat onder andere aspekte van die generasie Y-leerders insluit. Die leerproses van leerders, wat leerbeginsels en leerteorieë insluit, is ook hier ter sprake.

Die krag wat 'n groot invloed op kurrikulumontwikkeling in Suid-Afrika gehad het, is **filosofie**, en by name sosiale konstruktivisme. Om die invloed van laasgenoemde op kurrikulumontwikkeling in die Suid-Afrikaanse konteks te verstaan, is dit baie relevant om onlangse perspektiewe betreffende kurrikulumontwerp uit te lig.

Die **transmissie-**, **transaksie-** en **transformasie-**perspektiewe vind neerslag in die verskillende soorte UGO-modelle wat onderskei word. Die **tradisionele UGO-model** se uitkomst word as onderrigdoelwitte gedefinieer met die bestaande kurrikulum as basis – vandaar die term “Kurrikulumgebaseerde Onderwys” (KGO). Die **oorgangs-UGO-model** beweeg weg van die bestaande kurrikulum en handboeke en leerstofinhoud, terwyl die **transformasie UGO-model** nie net wegbeweeg van die bestaande kurrikulum nie, maar ook van bestaande strukture van die alledaagse skool. Alhoewel laasgenoemde die model is waarop daar aanvanklik binne die Suid-Afrikaanse konteks besluit is, is dit debatteerbaar of dit ooit werklik in hierdie vorm in die praktyk beslag sal vind (sien 2.4.3 en 2.6.3.2). Ten spyte van laasgenoemde het die wegbeweeg van die tradisionele- na 'n leerdergesentreerde benadering die weg gebaan vir kurrikulumontwikkeling binne die UGO-onderwysmodel.

Hiervolgens is die sleutelvereistes van die UGO-model die ontwikkeling van duidelike leeruitkomst, waarom die hele stelsel se komponente gebou en gefokus moet word, asook die daarstel van toestande en geleenthede binne die stelsel sodat leerders die uitkomst kan bereik. Dit beteken dat daar 'n **duidelike fokus** op betekenisvolle uitkomst moet wees sodat **terugwaartse ontwerp** prosesse kan rig op die bereiking van die uitkomst. **Hoë verwagtinge** word van alle leerders gekoester en gepaardgaande daarmee moet **uitgebreide geleenthede** vir alle leerders geskep word om die uitkomst te bereik.

Tyler se aangepaste “doelwitmodel” is gebruik om die NKV in terme van UGO-kurrikulumontwerp te ondersoek. Hierdie model bestaan uit **verskillende komponente** naamlik **uitkomst, leerinhoud, onderrigstrategie, assessering en konteks**.

Uitkomst is duidelike leerresultate en 'n goed gedefinieerde uitkoms bevat 'n “demonstrasie werkwoord” wat duidelik omskryf wat die leerder aan die einde van die leerproses moet kan demonstreer. Uitkomst kan geklassifiseer word volgens kennis (kognitiewe domein), vaardighede (psigomotoriese domein) of waardes (affektiewe domein). Die **kritieke en ontwikkelingsuitkomst** is 'n lys van uitkomst wat uit die Grondwet van Suid-Afrika voortspruit en in die Suid-Afrikaanse Kwalifikasiewet vervat is. Met die behoeftes van die land in gedagte, beskryf hierdie uitkomst die soort burger wat die onderwys- en opleidingstelsel behoort te lewer. Die **leeruitkomst** van die NKV vir Fisiese Wetenskappe omskryf nie net die resultate wat in hierdie vakgebied nagestreef word nie maar staan ook in direkte verband met die **kritieke en ontwikkelingsuitkomst**.

Leeruitkoms 1 wat praktiese wetenskaplike ondersoeke en probleemoplossings vaardighede voorop stel vind veral beslag in die “Wetenskaplike metode” en “Kritiese denke”. In Leeruitkoms 2 word die opbou en toepas van wetenskaplike vakkennis beklemtoon, terwyl Leeruitkoms 3 die aard van wetenskap en die verwantskap daarvan met tegnologie, die gemeenskap en die omgewing uitlig.

In kurrikulumontwerp is die **konteks** waarbinne leer plaasvind belangrik. Hierdie kontekstuele faktore kan die kondisies, omstandighede, geografiese herkoms asook agtergrond van leerders insluit.

Wanneer die **TVOL van leerders** van hul huistaal verskil, kan dit Wetenskapvakprestasie beïnvloed en daarom is dit nodig om aandag aan hierdie aspek in kurrikulumontwikkeling te gee. 'n Geïntegreerde benadering soos 'n **inhoudgebaseerde-taalonderrig**-model, wat (Fisiese Wetenskappe-) inhoud gedrewe is, word voorgestel. In sodanige model word die Fisiese Wetenskap vakinhoud beklemtoon terwyl daar aandag aan taalaspekte gegee word. Dit behels onder andere om vir leerders geleentheid te skep om in die TVOL te kommunikeer en nuwe begrippe en konsepte aan te leer deur middel van “hands-on”-aktiwiteite waar begrippe ter sprake kom. Voorgenoemde word

veral in 'n konstruktivistiese leeromgewing geakkommodeer waar kognitiewe ontwikkeling en sosio-kulturele aspekte beklemtoon word.

Nog 'n kontekstuele faktor wat in ag geneem moet word tydens kurrikulumontwikkeling is die feit dat die leerders in die Wetenskap-klaskamer tans tot die **Y generasie** behoort. Dit beteken dat hulle sekere behoeftes en eienskappe vertoon wat eie aan hul generasie is en waarop daar tydens die leerproses ag geslaan behoort te word. Hul vaardigheid met digitale tegnologie, hul behoefte aan interaksie en saamwerk asook hul soeke na betekenis en struktuur in die leerervaring is maar net enkele faktore wat in ag geneem moet word.

Wat betref **leerinhoud** is dit die **leerprogramriglyne** wat die omvang van leer en assessering van Fisiese Wetenskappe in die drie grade in die VOO-fase spesifiseer. Die vlak en diepte van vakinhoud word uitvoerig deur die Fisiese Wetenskappe-**vakinhoud-dokument** uitgespel. Die belangrikheid van vakkennis word hierdeur bevestig en die gedagte dat daar binne die Suid-Afrikaanse UGO-model na vakkennis en handboeke terugkeer moet word, word hierdeur ondersteun. Laasgenoemde het heel moontlik die grondslag vir 'n nuwe tydvak rondom die beskouing van UGO in Suid-Afrika gelê.

Die twee leidende 20ste-eeuse leerteorieë, wat die grondslag van moderne onderrigstrategieë vorm, is die behaviorisme (S-R kondisionering) en die interaksie teorieë van die kognitiewe benadering. Terwyl eersgenoemde benadering 'n passiewe aard vertoon en leer as 'n verandering in waarneembare gedrag beskryf, word laasgenoemde benadering gekenmerk deur interaksie tussen persone en hul omgewing, met die ontwikkeling en konstruering van begrip wat sentraal staan – vandaar konstruktivisme.

Wanneer konstruktivisme, wat met die NKV vereenselwig kan word, in samehang met effektiewe onderrig-en-leerbeginsels ondersoek word, is dit duidelik dat **effektiewe leer 'n aktiewe en konstruktiewe proses is, koöperatief is, individueel verskillend is,**

kumulatief is en op voorafkennis gebou word, self-regulerend is met assessering en terugvoering wat sentraal hierin staan, situasie-gebonde is asook doelmatig is.

Assessering is 'n belangrike komponent in die kurrikulum, aangesien dit 'n geleentheid vir terugvoering, wat onontbeerlik in die leerproses is, skep. Terwyl **summatiewe assessering** grootliks daarop gerig is om te meet wat leerders geleer het, is die fokus by **formatiewe assessering** om terugvoering ter verbetering van leer te gee. Die NKV-beginsel van deurlopende assessering (DAS) leun swaar op formatiewe assessering.

Die beginsels van effektiewe onderrig-en-leer, die perspektiewe rondom konstruktivisme asook die UGO-beginsels in die NKV is in lyn met mekaar en ineengeweeft – saam vorm dit 'n koherente stel implementeringsbeginsels (sien 2.7.1 en Figuur 2.8). Hierdie beginsels kan slegs neerslag vind in 'n leeromgewing wat ondersteunend daaraan is. 'n Geïntegreerde model van leeromgewings wat 'n **leerdersgesentreerde-, kennisgesentreerde- en assesseringgesentreerde aard** vertoon, word voorgestel.

In die volgende hoofstuk sal daar aandag gegee word aan die wyse waarop IKT (Informasie Kommunikasie Tegnologie) aangewend kan word in die klaskamer om 'n milieu te skep waarin die bereiking van die implementeringsbeginsels van die NKV vir Fisiese Wetenskappe moontlik gemaak word.

HOOFSTUK 3

E-ONDERWYS IN DIE ONDERRIG-EN-LEER VAN FISIESE WETENSKAPPE

3.1 INLEIDING

Tot dusver in hierdie studie is daar hoofsaaklik op aspekte gefokus waaraan die suksesvolle implementering van die huidige kurrikulum in Suid-Afrika in die algemeen en die NKV vir Fisiese Wetenskappe in die besonder gemeet kan word. Daar is binne die raamwerk van kurrikulumdokumente, UGO, konstruktivisme en die beginsels van effektiewe onderrig-en-leer vasgestel waaraan daar aandag gegee moet word tydens die suksesvolle implementering van die NKV (sien 2.7). Terwyl die klem in die vorige hoofstuk op “wat gedoen moet word” was, sal daar in hierdie hoofstuk meer aandag gegee word aan “hoe dit gedoen moet word” deurdat die aanwending van IKT in die onderrigsituasie, ter bereiking van die implementeringsdoel, ondersoek sal word.

Voorgenoemde sal gedoen word in samehang met die Witskrif oor e-Onderwys, die kurrikulumdokument wat die transformasie van onderrig-en-leer deur middel van IKT in die vooruitsig stel en wat dit ten doel het dat elke Suid-Afrikaanse leerder “... in the general and further education and training bands will be ICT capable (that is, use ICT’s confidently and creatively to help develop the skills and knowledge they need to achieve personal goals and to be full participants in the global community) by 2013” (RSA DoE 2004b:17).

Ten einde die nodige perspektief te verkry rondom die gebruik van IKT-toepassings in die onderrig-en-leer situasie, asook die wyse waarop dit in belang van die implementeringsbeginsels aangewend kan word, sal daar nou voortgegaan word om

die opvoedkundige perspektiewe rondom die ontwikkeling van e-Onderwys, aan die hand van die volgende vloeiagram, te ondersoek:

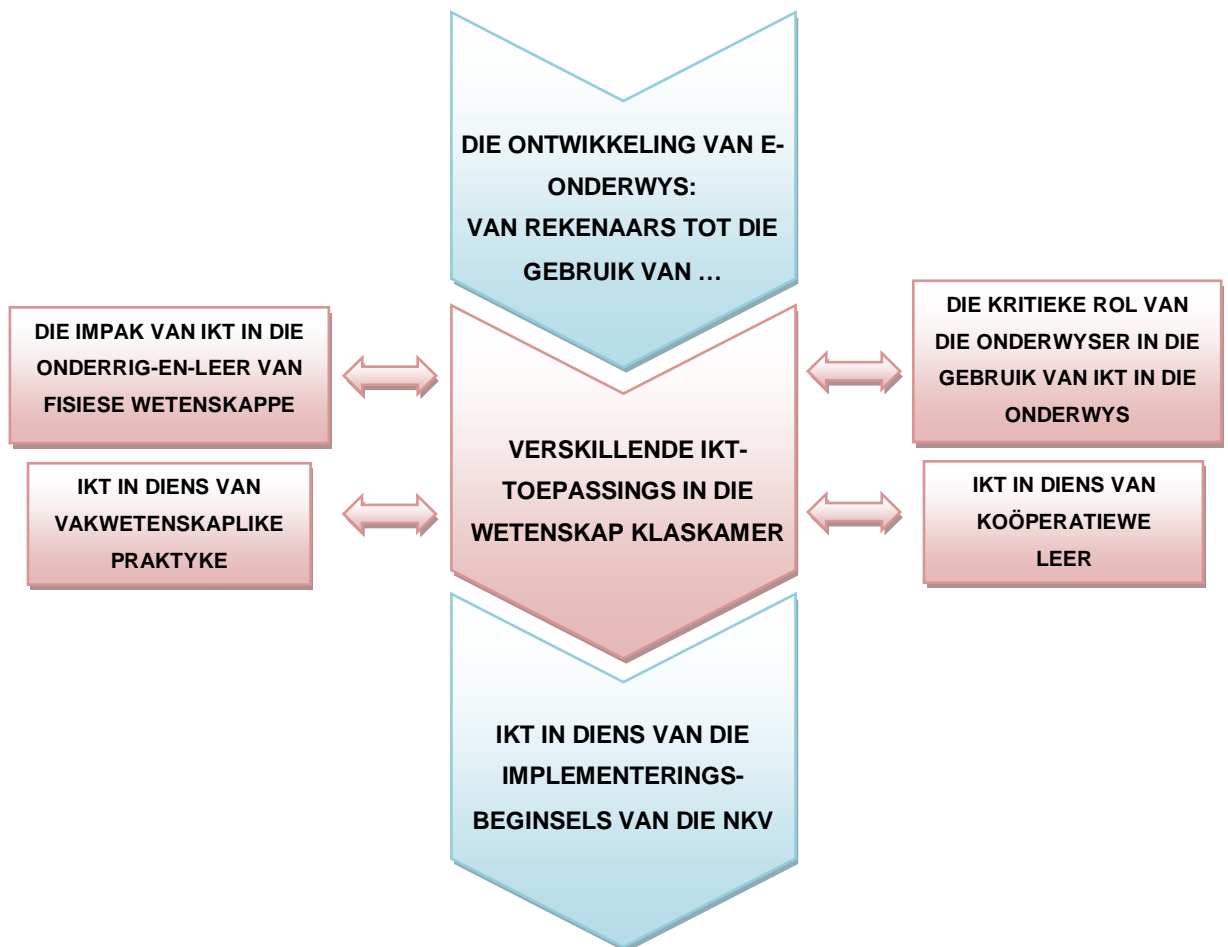


Diagram 3.1: Vloeiagram van die ontwikkeling van e-Onderwys

3.2 OPVOEDKUNDIGE PERSPEKTIEWE RONDON DIE ONTWIKKELING VAN E-ONDERWYS IN DIE KLASKAMER

Die ontwikkeling van inligting-tegnologie (IT) in die onderwys kan hoofsaaklik in drie fases ingedeel word. Tydens die eerste fase is rekenaars aanvanklik aan skole, as 'n soort hulpmiddel soos die oorhoofse projektor, bandmasjien en filmprojektor, bekendgestel. Dit is gesien as 'n *toevoeging* tot die onderwys en daarom as sodanig bestudeer. Rekenaarprogrammering was aan die orde van die dag (Scaife & Wellington 1993:20).

Met verloop van tyd is daar egter besef dat dit vir die meerderheid van leerders geen nut het om die werking van die rekenaar te leer, of om te weet hoe om 'n rekenaar program te skryf nie. Dit het daartoe gelei dat daar wegbeweeg is van die idee dat die vermoë om 'n rekenaar te gebruik, gesetel is in die vermoë om 'n rekenaar program te skryf en meer aandag is toe gegee aan die vermoë om 'n rekenaar te gebruik. Die rekenaar is erken as 'n *instrument tot leer* en gevolglik het kommersiële sagteware tot die mark toegetree en die idee van "Integrated Learning Systems (ILS)" is gevestig (Kulik 2003:16). Die meeste van hierdie programmatuur was egter op oefen-en-dril gebaseer, het nie die nodige opvoedkundige grondslag gehad nie en was meestal onderwyser-gesentreerd. Gevolglik het dit heelwat negatiewe reaksie uitgelok. Chandler (soos aangehaal deur Collins, Hammond & Wellington 1997:13) was van mening dat die "mikrorekenaar" dit moontlik gemaak het vir onderwyspraktyk "to take a giant step backwards into the nineteenth century". Sy kritiek, wat volgens die navorser ook as waarskuwing vir die 21ste-eeuse onderwyser moet dien, moet binne die breër konteks van die veranderende denke rondom leer op daardie stadium beoordeel word – tradisioneel het die behavioristiese benadering van Skinner die gedagte van 'n onderwyser-gesentreerde model ondersteun, maar Piaget en ander, wat die klem op "ontdekking" laat val het, asook die werke van onder andere Vygotsky, wat op die sosiale konteks waarbinne leer plaasvind, gefokus het, het meer leerdergesentreerde strategieë, voorop gestel (sien 2.6.4.2 en 2.6.4.3).

Hoewel die siening van Vygotsky (sien 2.6.4.3) reeds beskryf is, is dit belangrik om binne die konteks van die ontwikkeling van die gebruik van tegnologie in die onderwys daarop te wys dat "Throughout Vygotsky's formulation of a sociocultural approach to cognition is the claim that higher mental functioning and human action in general are mediated by tools (or "technical tools") and signs (or "psychological tools")" (Lim 2002:413). Vanuit hierdie perspektief word die leerproses nie net meer in terme van die individu in isolasie met sy denke bestudeer nie maar val die klem eerder op individuele leer deur middel van 'n verskeidenheid van (tegnologiese) hulpmiddele en mense wat individue ondersteun om doelgerigte aktiwiteite binne 'n bepaalde sosiokulturele milieu uit te voer.

Saam met die perspektiewe van leer wat verskuif het van die behavioristiese, waarop die eenvoudige individuele oefen-en-dril-roetines geskoei was, na 'n meer koöperatiewe leersituasie het die tweede fase in die ontwikkeling van IT in die onderwys aangebreek. Dit het meegebring dat daar andersoortig na die rekenaar as opvoedkundige hulpmiddel gekyk is en programmatuur met geen vakinhoud soos databasisse, woordverwerking en sigblaaie tot programmatuur met beperkte vakinhoud soos "Insight" in Wetenskap en "Logo" in Wiskunde, is ontwikkel.

Die fokus in die tweede fase van die ontwikkeling van IT in die onderwys het dus al hoe meer op emansipatoriese sagteware geval. Collins *et al.* (1997:17) het in hierdie verband die stelling gemaak dat "It's not what you use it's the way you use it ... the interactionist approach".

Voorgenoemde het die derde fase van die ontwikkeling van IT in die onderwys, wat op die oomblik ontvou, ingelui. Dit word beskryf as 'n fase waarin IT die inhoud en die doel van onderwys opsigself begin beïnvloed asook die manier waarop onderrig plaasvind (sien 1.3 aangaande die invloed van tegnologie op onderrig-en-leer). Die koms van elektroniese datavasleggingstelsels (sien 3.4.3.1) is 'n voorbeeld hiervan deurdat dit ondersoek, wat voorheen baie moeilik was om prakties uit te voer, baie haalbaar maak. Scaife en Wellington (1993:20) stel dit in die vooruitsig dat kragtige rekenaar- en inligtingstelsels in die toekoms tot kragtige nuwe idees rondom die aanwending van IT in die onderwys sal lei. Dit word alreeds bevestig as daar na die aanwending van die Persoonlike Respons Sisteem (sien 3.4.3.2), die massa sms-stelsel (sien 3.4.3.5) asook die tabletrekenaar (sien 3.4.3.3) gekyk word.

Met voorgenoemde ontwikkelingsfases in gedagte, klassifiseer Kemmis, Atkin en Wright (in Collins, Hammond & Wellington 1997:15-16) die gebruik van IT in die klaskamer in terme van 'n onderrig-, onthullende-, voorspellende- of emansipatoriese model.

3.2.1 Onderrigmodel

Die onderrigmodel het dit ten doel om leerders gegewe vakinhoud aan te leer of om 'n vaardigheid in te oefen. Dit behels dat leertake in reekse of sub-take opgedeel

word, elkeen met eiesoortige voorvereistes en doelwitte. Hierdie sub-take word dan op so 'n wyse gestruktureer en georden dat dit uiteindelik 'n geheel vorm. Rekenaarondersteunde onderrig van hierdie aard staan ook bekend as “vaardigheid-en-dril” of “dril-en-oefen” en dril-en-oefen-programmatuur (sien 3.4.1.1) word hoofsaaklik hier aangewend (Collins *et al.* 1997:16; Woerner, Rivers & Vockell 1991:102-103).

3.2.2 Onthullende model

Die tweede soort IT behels die begeleiding van 'n leerder deur middel van 'n ontdekkingsproses. Die vakinhoudelike en onderliggende teorie word stelselmatig aan die leerder blootgelê, soos wat die leerder die program gebruik. In teenstelling met die benadering van die onderrigmodel, waar die rekenaar die inhoud aan die leerder aanbied en die vordering van die leerder bepaal, dien die rekenaar in die onthullende model as 'n tussenganger tussen die leerder en 'n “verskuilde program”. Hedendaagse simulasiëprogramme (sien 3.4.1.3) is voorbeelde waarin hierdie model beslag kry (Collins *et al.* 1997:16; Woerner, Rivers & Vockell 1991:105-106).

3.2.3 Voorspellende model

Hierdie benadering behels dat die leerder toenemende beheer oor die rekenaar het deurdat eie idees en hipoteses gemanipuleer en getoets kan word. Modelling is 'n voorbeeld hiervan (sien 3.4.1.4).

Tydens modellering ontwikkel die leerder self 'n model met behulp van die rekenaar en kan dan gaan kyk in hoe 'n mate dit die werklikheid weerspieël (Collins *et al.* 1997: 16; Woerner, Rivers & Vockell 1991:106).

3.2.4 Emansipatoriese model

'n Kenmerk van hierdie benadering is dat die rekenaar gebruik word vir die afhandeling van tydrowende praktyke, sodat daar meer tyd gespandeer kan word aan dit wat ondersoek word. So kan die rekenaar gebruik word om data in te samel,

te tabelleer, berekeninge te doen, statistieke uit te werk en selfs grafieke te trek (Collins *et al.* 1997:16-17; Woerner, Rivers & Vockell 1991:103).

Wanneer die vier modelle in Tabel 3.1 opgesom word, is dit duidelik hoe die fokus van beheer vanaf die rekenaar na die leerder verskuif.

Tabel 3.1: Modelle rondom die gebruik van rekenaars in die klaskamer

Onderrig	Onthullend (Simulasie)	Voorspellend (Modellering)	Emansipatories
Dril-en-oefen. Geprogrammeerde leer byvoorbeeld vrae en antwoorde in spesifieke volgorde. Leerder word deur rekenaar gelei.	<i>Werklike situasies:</i> Probeer bestaande model. Verander eksterne faktore. Ontdek die aard van 'n model byvoorbeeld genavigeerde ontdekking. <i>Denkbeeldige situasies:</i> Speletjies wat avontuur, logika en vaardighede vereis. Opvoedkundige speletjies.	Maak-en-toets-model van die werklikheid. Toets idees en hipotesestelling. Maak gevolgtrekkings en ontdek patrone byvoorbeeld van 'n stel data.	Rekenaar gebruik om tydwende praktyke soos berekeninge, teken van grafieke, data vaslegging, statistiese analise, onttrekking van data, ensovoortd te doen.
REKENAAR IN BEHEER Vakgesentreerd. Inhoudgebaseerd. Rekenaar-programmering-leerder.	←	→	LEERDER IN BEHEER Leerdergesentreerd. Sonder vakinhoud. Leerder-programmering-rekenaar.

Bron: Scaife & Wellington (1993:26)

Uit voorafgaande is dit duidelik dat die aanwending van rekenaar-tegnologie in onderrig-en-leer deur die jare verskeie veranderinge ondergaan het, hoofsaaklik

weens die ontwikkeling van rekenaartegnologie en nuwe perspektiewe rondom die leerproses. Vanweë die veranderende situasie het die omvang van begrippe soos byvoorbeeld “rekenaargesteuende onderrig” drasties verander. Dit impliseer dat navorsing, ondersoek en uitsprake op verskillende ontwikkelingsstadia, baie versigtig geïnterpreteer moet word aan die hand van die konteks waarbinne dit plaasgevind het. Muijs en Reynolds (2006:14) onderstreep hierdie feit deur juis daarop te wys dat kritici van studies wat bevind het dat IKT geen effek op leerderprestasie het, moontlik nie in ag geneem het wat IKT presies behels en hoe dit aangewend kan word nie.

Uit voorgenoemde is dit dus duidelik dat 'n studie oor IKT in die onderwysituasie dit noodsaak dat daar eerstens aan die betekenis daarvan en tweedens aan die wyse waarop dit aangewend kan word aandag gegee word. Om hierdie rede sal daar nou voortgegaan word om IKT binne die verwysingsraamwerk van die Witskrif oor e-Onderwys te definieer en te ondersoek.

3.3 E-ONDERWYS BINNE DIE SUID-AFRIKAANSE KONTEKS

e-Onderwys in die Suid-Afrikaanse konteks is 'n omvattende konsep. In die Witskrif oor e-Onderwys (RSA DoE 2004b:14) word die omvang van die begrip uiteengesit as die gebruik van Inligtings- en Kommunikasietegnologie (IKT) ten einde die bereiking van nasionale onderwysdoelwitte te versnel. e-Onderwys wil leerders en onderwysers in kontak bring met beter informasie en idees asook met mekaar, deur middel van effektiewe kombinasies van pedagogiek en tegnologie, in diens van onderwyservorming, wat in die geval van hierdie studie deur die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe verteenwoordig word. In hierdie studie sal die klem by die gebruik van IKT eerder in diens van die metodiek komponent as op onderwysbestuur komponent wees, alhoewel dit in sommige gevalle nou verweef is.

Die term “blended learning” word ook gebruik wanneer daar verwys word na modelle wat tradisionele klaskamerpraktyke met dié van IKT kombineer (Tinio 2008:2; Vanides 2008). Voorgenoemde, naamlik die aanwending van IKT binne die klaskamer, in diens van en ondersteunend aan meer effektiewe onderwysmetodiek

is miskien die enkele faktor wat “e-Onderwys” en tradisionele “e-leer” van mekaar onderskei, aangesien laasgenoemde ’n element van “afstandsonderrig” of “aanlyn-onderrig” wat ’n gevoel van isolasie kan skep, impliseer (Jacobs, Gibson, Labuschagne, Macmillan, Noomé, Stoffberg & Wassermann 2007:105; Tinio 2008:1).

Die navorser is van mening dat hierdie kenmerkende eienskappe van e-leer, naamlik “oor ’n afstand” en “nie-sosiale leeromgewing” in ’n mate teenoor die e-Onderwys gedagte van “binne die klaskamer” en “sosiale leeromgewing” staan, en gevolglik sal laasgenoemde term voorkeur in hierdie studie geniet. Om hierdie rede, asook die feit dat die meeste leerders (en onderwysers) in die Suid-Afrikaanse onderwys opset nie internet by die huis het nie, sal daar nie baie aandag aan die bydrae van Virtuele Leeromgewings (VL’s), wat eie aan e-leer is, gegee word nie (sien 3.4.4.3).

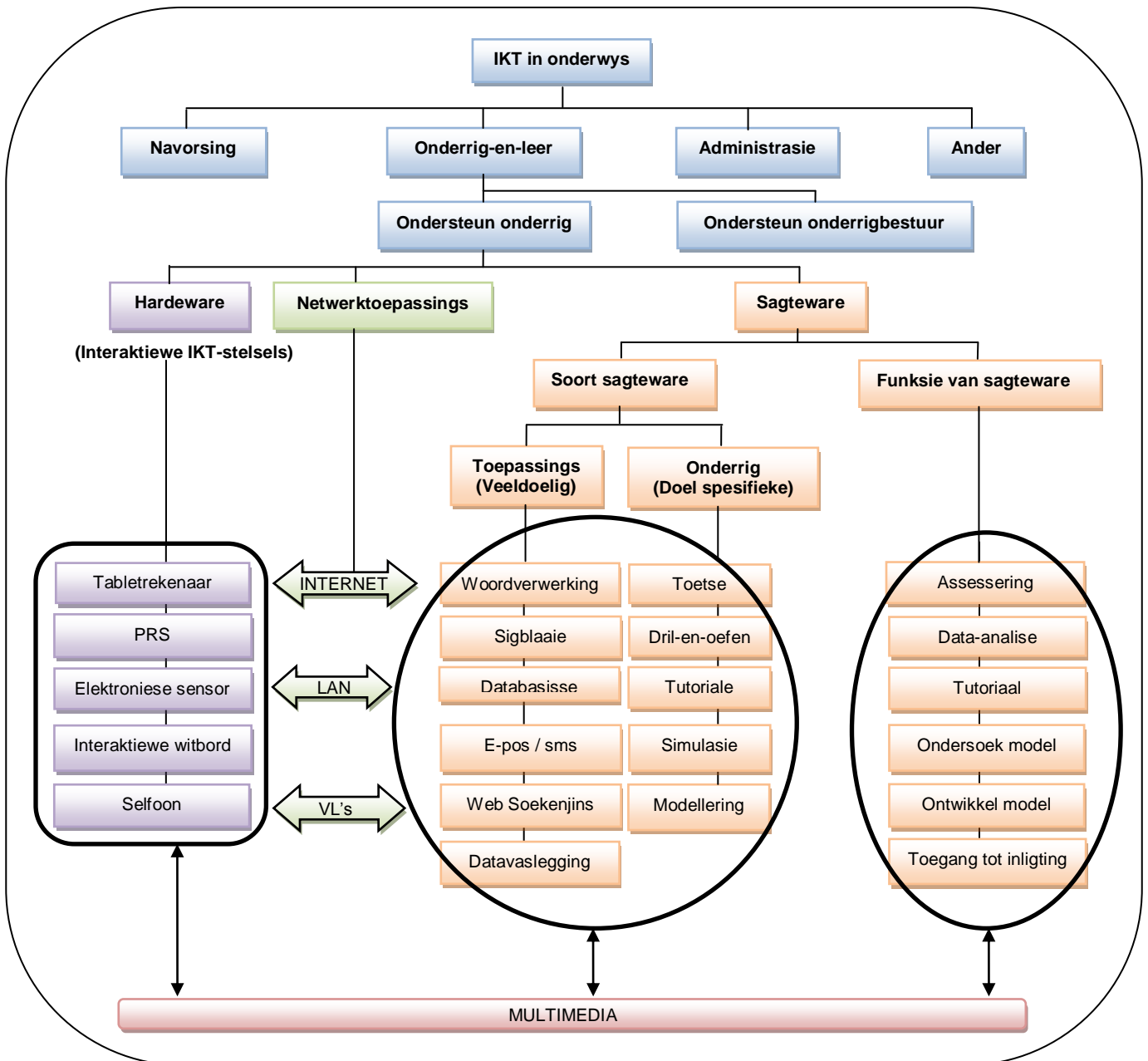
Omrede IKT sentraal in die e-Onderwysgebaseerde benadering staan is dit belangrik om die toepassingswaarde daarvan in die Wetenskap-klaskamer in perspektief te plaas.

3.4 IKT-TOEPASSINGS IN DIE WETENSKAP-KLASKAMER

Vanweë die uitgebreide aard en omvang, asook die snelle ontwikkeling van hedendaagse digitale tegnologie, kan die voordele daarvan op vele fasette in ’n 21ste-eeuse Wetenskap-leeromgewing van toepassing gemaak word. Volgens Mostert (2000:34) kan die bydrae van IKT in die onderwys hoofsaaklik gekategoriseer word volgens die rol wat dit respektiewelik in navorsing, administrasie en onderrig-en-leer speel. Aangesien hierdie studie op onderrig-en-leer fokus, sal daar hoofsaaklik op die aanwending van IKT in hierdie konteks gefokus word.

Ten einde ingeligte besluite te neem aangaande die aanwending van IKT in die onderrig-en-leer situasie sal dit dus nodig wees dat die Wetenskap-onderwyser ingelig is (en ingelig bly) rondom die beskikbare IKT en die moontlike toepassing daarvan in die klaskamer (sien 3.5 en 3.7.1). Daar sal dus nou voortgegaan word om verskillende IKT-toepassings aan die hand van die uiteensetting in Figuur 3.1 te

bespreek. Hiervolgens word die soort sagteware wat onderrig-en-leer ondersteun as onderrigprogrammatuur of toepassingsagteware geklassifiseer:



Bron: Aangepas deur die navorser uit Mostert (2000:34)

Figuur 3.1: IKT-toepassings in die Wetenskap klaskamer

3.4.1 Onderrigprogrammatuur (instruksie)

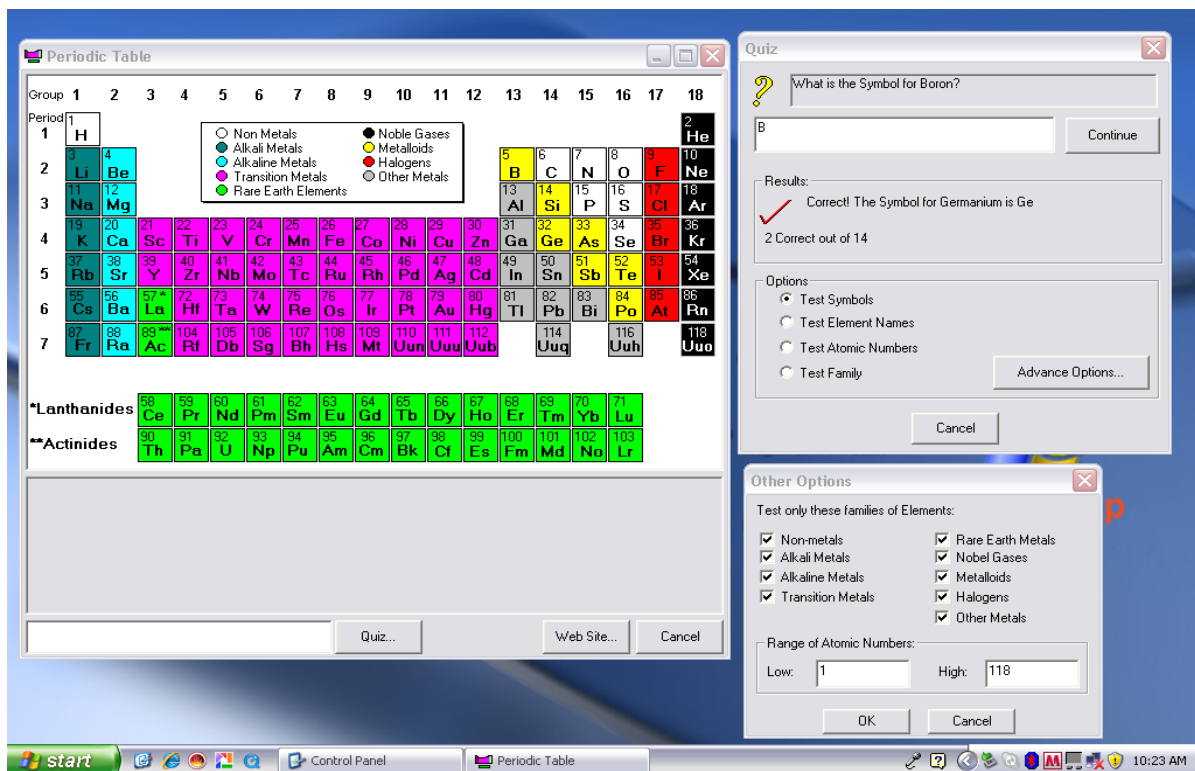
Volgens Mostert (2000:34) kan sagteware beskou word as onderrigprogrammatuur wanneer dit doelspesifiek (vakgerig) aangewend word. Scaife en Wellington (1993:20) verwys hierna as programmatuur wat op die vakinhoudelike konsentreer

en waarvan die beheer in baie gevalle eerder in die spesifieke sagteware as by die leerder gesetel is. 'n Vraag-en-antwoord-benadering is dikwels kenmerkend van sodanige onderrigprogrammatuur met die dril-en-oefen asook tutoriaalprogrammatuur wat as twee variasies daarvan onderskei kan word.

3.4.1.1 Dril-en-oefen-programmatuur

Hierdie programmatuur word geassosieer met herhaling, leerwerk, drilwerk, hersiening en geprogrammeerde leer. Sagteware wat gewoonlik uit baie gestruktureerde programmatuur bestaan, neem die leerder deur 'n roetine wat op die oefen en repetisie van die leer van vaardighede of vakinhoud ingestel is. Daar word deurgaans aan die leerders terugvoering (wat meestal positief en motiverend van aard is) aangaande hul antwoorde, op die vrae wat deur die programmatuur gestel is, gegee (sien Newby, Stepich, Lehman & Russell 1996:56).

In Figuur 3.2 is 'n voorbeeld van dril-en-oefen-programmatuur oor die periodieke tabel. Leerders word vrae aangaande die periodieke tabel gevra en hulle kry onmiddellike terugvoer op hul antwoorde. Die onderwerpe en strekking van die vrae kan vooraf gemanipuleer word.



Figuur 3.2: Dril-en-oefen-programmatuur oor die periodieke tabel

Hierdie soort programmatuur is gewoonlik eenvoudig om te hanteer, en die moeilikheidsgraad van die oefening kan na behoefte aangepas word, wat dit uiters geskik vir individuele leer maak (sien 2.6.4.5.3). Leerders kan teen hul eie tempo vorder, voel nie bedreig deur die teenwoordigheid van 'n onderwyser nie en kan, indien die programmatuur dit toelaat, hul eie roete deur die program volg. Laasgenoemde kan baie motiverend van aard wees. Die gebruik van dril-en-oefen-programme kan daartoe lei dat sekere basiese vaardighede en kennis vasgelê word en as grondslag kan dien wanneer hoër-orde-werk gedoen word (Bitter & Pierson 2002:146; Scaife & Wellington 1993:38) (sien 2.6.1.4.2).

Dril-en-oefen-programme kan egter ook bydra tot 'n onpersoonlike leeromgewing of selfs lei tot die frustrasie van leerders, wat reeds die nodige kennis of vaardighede opgedoen (Bitter & Pierson 2002:147; Newby, Stepich, Lehman & Russell 1996:57; Woerner, Rivers & Vockell 1991:33). Die strukturering van 'n effektiewe leeromgewing berus dus by die onderwyser (sien 3.7.1) ten einde hierdie toepassing in die regte konteks, met antwoorde vir inoefening en nie noodwendig vir leer, in die klaskamer aan te wend nie.

Die algemene kritiek wat teen die dril-en-oefen-gebruik van die rekenaar in die klaskamer geopper word, is dat die rekenaar eerder vir meer hoër-orde denkaktiwiteite aangewend kan word. Dit bly egter die prerogatief van die onderwyser om die rekenaar in die klaskamer tot voordeel van die behoefte op daardie stadium aan te wend en die dril-en-oefen-programmatuur het definitief 'n rol om te vervul (Scaife & Wellington 1993:39).

Daar is reeds in 3.2 aandag gegee aan die invloed van nuwe denke aangaande die leerproses op die dril-en-oefen-benadering. 'n Meer gesofistikeerde weergawe van onderrigprogrammatuur, met die fokus op die onderrigfunksie wat die onderwyser moet vervul, vergestalt in die tutoriaal weergawe.

3.4.1.2 Tutoriaal-programmatuur

Tutoriaal-programmatuur het dit ten doel om andersyds nuwe vakinhoud aan leerders bekend te stel en om andersyds assessering van leer te doen. Dit is ook gegrond op

die interaksie tussen leerder en rekenaar, maar verskil van die drill-en-oefen-programmatuur deurdat dit met 'n groter aantal opsies op 'n leerder se respons reageer en die leerder op toepaslike roetes deur die program begelei. Die voordele hieraan verbonde is dat individuele leerders aan remediërende of gevorderde aksies blootgestel word na gelang van individuele behoeftes. Programme wat aan voorgenoemde vereiste voldoen, is skaars en sal heel moontlik met die ontwikkeling van kunsmatige intelligensie van rekenaars meer stukrag kry (Newby, Stepich, Lehman & Russell 1996:57).

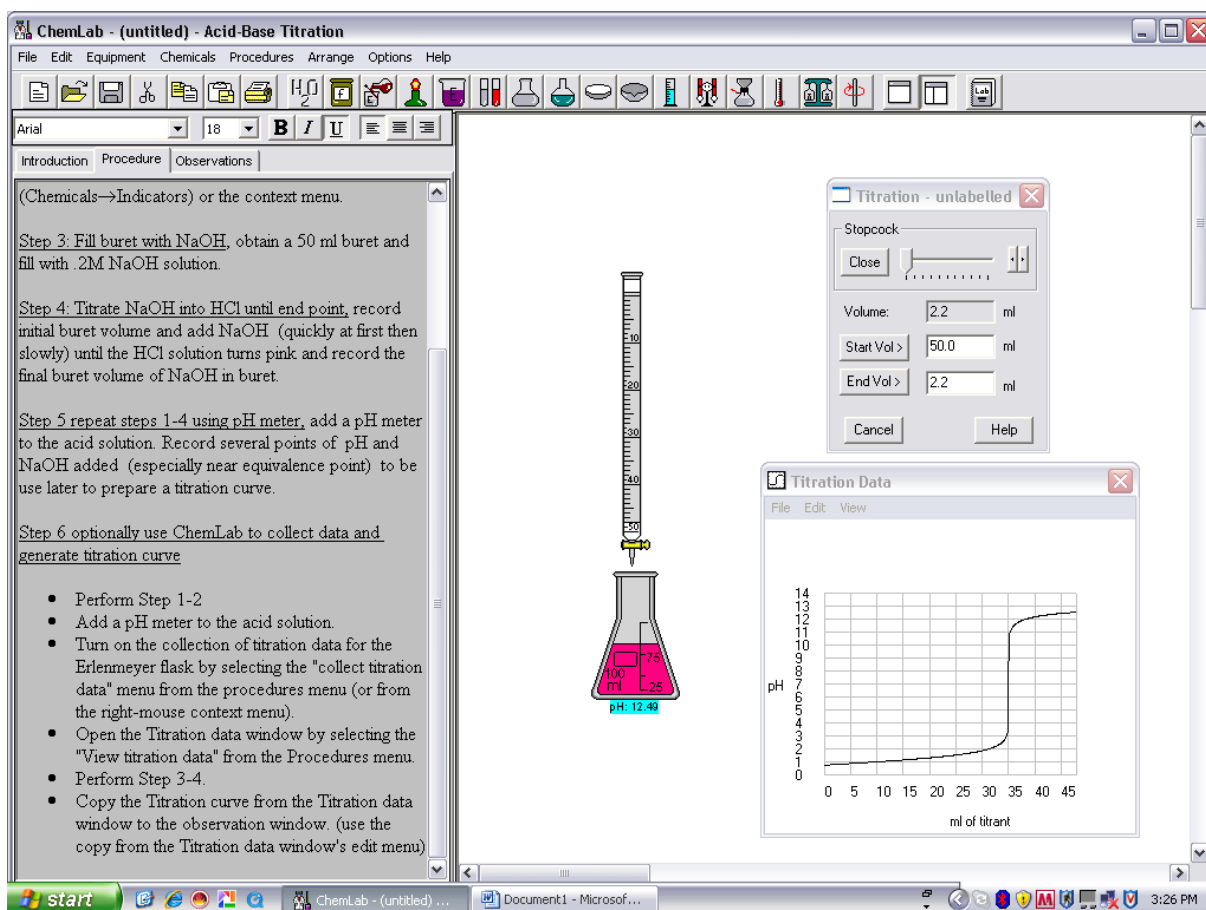
Leesprogramme soos *CAMI*® en *Readers are Leaders*®, wat onder hierdie kategorie val, kan van baie waarde wees indien onderwysers van die redigeringsfunksie van hierdie programmatuur gebruik maak. Dit beteken dat die inhoud van die leesprogram aangepas kan word na behoefte van die onderwyser. Die implikasie hiervan is dat die program enersyds as groot hulp kan wees in lees- en taalvaardighede (nie-huistaal) van leerders en andersyds binne die konteks van inhoudgebaseerde- taalonderrig figureer indien die inhoud van die leesprogram na wetenskap vakinhoud geredigeer word (sien 2.6.2.1.1).

Ander programmatuur wat ook op die vakinhoudelike konsentreer en as onderrig programmatuur beskou kan word, sluit in rekenaarsimulasies en modelleringspakette.

3.4.1.3 Rekenaarsimulasies in Wetenskap-onderrig

Tydens simulasies word die werklikheid (asook modelle of teorieë) as 't ware op die rekenaar nageboots. 'n Tipiese voorbeeld hiervan in die Fisiese Wetenskappe is 'n suur-basis titrasie.

In Figuur 3.3 is 'n afbeelding van 'n rekenaarsimulasie van 'n suur-basis titrasie. Die programmatuur stel leerders in staat om die verskillende apparaat en chemikalieë te kies, die eksperimentele opstelling te maak, die eksperiment uit te voer en te manipuleer, asook om data te bekom.



Figuur 3.3: Rekenaarsimulasie van 'n suur-basis titrasie

Hoewel sekere informasie ingevoer kan word, byvoorbeeld die hoeveelheid suur of basis, sorg 'n vooraf geprogrammeerde rekenaarprogram dat die ingevoerde data volgens 'n sekere model geprosesseer word om 'n uitset te lewer (Gilbert & Boulter 1998:61).

Die rede vir die gebruik van simulasies in die Wetenskap-klaskamer is gewoonlik pragmaties van aard:

- Dit is buigsam en goedkoop, omdat dit kosteloos herhaal kan word en geen laboratorium-apparatuur benodig word nie.
- Dit is meer haalbaar in die geval waar werklike prosesse te gevaarlik, te stadig (kristalvorming), te vinnig (botsings), te klein (sub-atommiese veranderinge), te omvangryk (industriële prosesse) is om in die klas te doen.
- Entiteite wat nie regtig bestaan nie soos ideale gasse, wrywinglose oppervlaktes en perfek elastiese voorwerpe asook modelle soos die kinetiese

gas-teorie, of die golfmodel van lig kan voorgestel word (Bradsher 2003:75; Conway 1997:9 van 12; Scaife & Wellington 1993:45; Woerner, Rivers & Vockell 1991:37).

Studies het aangetoon dat rekenaarsimulasies:

- net so effektief as werklike, praktiese laboratorium-aktiwiteite is wanneer wetenskaplike konsepte aan leerders verduidelik word;
- leerders se prestasievlakke verbeter;
- leerders se probleemoplossingsvaardighede verbeter;
- interaksie in die portuurgroep bevorder (Lunetta 1998:259-260; Michael 2001:31).

Dit is egter die mening van die navorser dat 'n simulاسie, alhoewel net so effektief as die werklike, nie daartoe bydra dat die vaardighede wat in die uitvoering van werklike laboratoriumaktiwiteite vereis word, ingeoefen word nie. Om hierdie rede en afhange van die uitkoms wat bereik wil word, moet die onderwyser baie mooi besin of dit regtig beter is om eerder die simulاسie as die werklike aktiwiteit te gebruik (sien 3.7.1). Die gebruik van albei in tandem is heel moontlik die beste opsie (sien 3.7.6). Conway (1997:9 van 12) sluit hierby aan deur simulاسies as aanvullend tot werklike laboratoriumaktiwiteite aan te beveel. Só kan dit vooraf gebruik word om leerders voor te berei vir die oorspronklike eksperiment, of as opvolgaktiwiteit, met variasies op die oorspronklike.

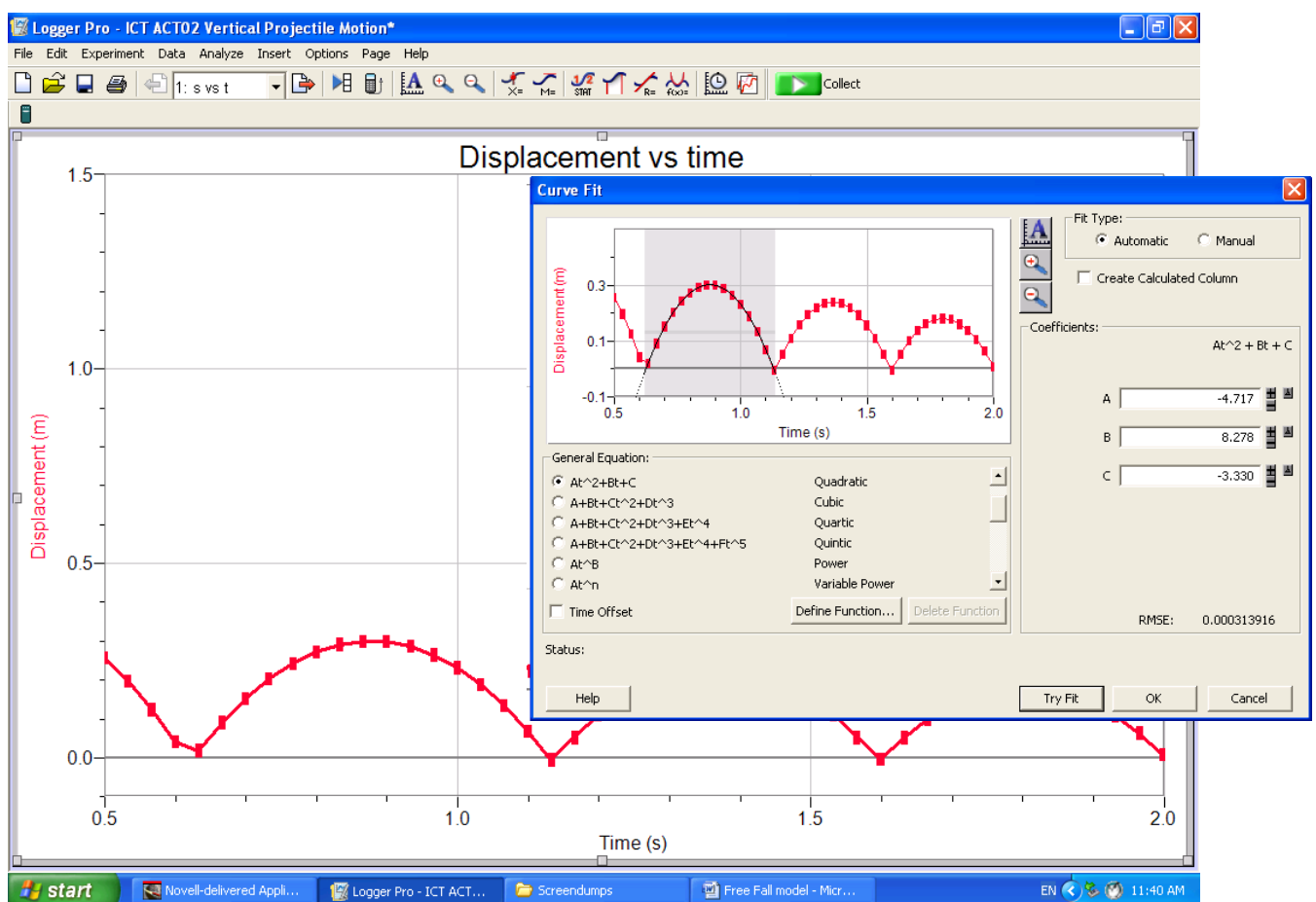
Daar is 'n noue verwantskap tussen 'n simulاسie en modellering in die sin dat albei die werklikheid op een of ander wyse voorstel. Gilbert en Boulter (1998:61) beskryf simulاسies as ondersoekend- en modelle as beskrywend van aard.

3.4.1.4 Modelling in Wetenskap-onderrig

Tydens modellering word 'n werklike situاسie beskryf in terme van 'n wiskundige uitdrukking. Modellering is van toepassing op enige sisteem, gebeurtenis of proses wat in terme van wiskundige, algebraïese of statistiese gegewens uitgedruk kan word (Medley 1982:1; Scaife & Wellington 1993:52). So byvoorbeeld kan die pad

van 'n voorwerp in vryval deur middel van 'n algebraïese vergelyking beskryf word (Bitter & Pierson 2002:239).

Anders as tydens 'n simulاسie, maak modellering sagteware dit moontlik om veranderlikes te spesifiseer en om die verwantskap tussen die veranderlikes te ondersoek. In Figuur 3.4 word een van die funksies van datavaslegging sagteware gebruik om die koëffisiënte van 'n kwadratiese vergelyking te manipuleer ten einde aan te toon dat elke hop (vryval beweging) van 'n hoppende bal deur 'n kwadratiese vergelyking, in hierdie geval $y = -4,717x^2 + 8,278x - 3,330$, beskryf word.



Figuur 3.4: Modelleringsagteware word gebruik om die beweging van 'n vryvallende voorwerp wiskundig voor te stel

By modellering lê die inisiatief by die leerder en nie by die programmeerder, soos in die geval van simulاسies, nie (Gilbert & Boulter 1998:62).

Uit voorafgaande is dit duidelik dat modellering 'n uitstekende geleentheid vir vakintegrasie tussen Fisiese Wetenskappe en Wiskunde bied (sien 3.9.10).

Sigblaai (sien 3.4.2.2) is 'n voorbeeld van sagteware wat al hoe meer in modelleringsaktiwiteite aangewend word.

3.4.2 Toepassingsagteware

Toepassingsagteware verwys na sagteware wat geklassifiseer word volgens die spesifieke taak wat dit kan verrig (Jacobs, Gibson, Labuschagne, Macmillan, Noomé, Stoffberg, & Wassermann 2006:63). In onderwysverband omskryf Mostert (2000:34) dit as sagteware wat veeldoelig en nie vak-spesifiek is nie. Woordverwerking en databasisse val in hierdie kategorie.

3.4.2.1 Woordverwerking in Wetenskap-onderrig

Woordverwerking is veral geskik om teks op die rekenaar in te tik, te stoor, op te roep en te manipuleer (Jacobs, Gibson, Labuschagne, Macmillan, Noomé, Stoffberg & Wassermann 2006:63). Die gebruik van woordverwerkingsagteware in die Wetenskap-klaskamer hou verskeie voordele in en wel om die volgende redes:

- Leerders kry die geleentheid om die konsep-gedagtes wat hulle neerskryf maklik te verander en te verfyn. Vir sommige is dit makliker om met 'n opdrag te begin indien gedagtes dadelik neergeskryf kan word. Die feit dat dit later geredigeer kan word, is ideaal. Hierdie praktyk gee ook aan onderwysers die geleentheid om konsepte na te gaan en aanbevelings te maak, wat dan maklik tot die oorspronklike toegevoeg kan word om sodoende 'n beter produk (wat heel moontlik meer wetenskaplik is) te lewer.
- Die gebruik van 'n rekenaar in plaas van pen en papier is veral voordelig tydens koöperatiewe pogings. Eerstens kan al die groeplede op die rekenaarskerm sien en insette lewer. Tweedens kan groeplede se bydrae in die finale poging geïnkorporeer word deurdat elkeen afsonderlik hul bydrae deur middel van die gemeenskaplike sleutelbord insleutel of hul afsonderlike bydraes elektronies byvoeg. Sodoende word die idee van gesamentlike leer

versterk. Die tabletrekenaar se “digitale pen en papier” kan egter teenstand vir die sleutelbord-gedagte bring (sien 3.4.3.3).

- Deur woordverwerking of tafelpublikasie te gebruik, word ’n soveel beter produk deur die leerder geskep. Dit opsigself kan ’n positiewe invloed op die hele proses hê (Wellington 2003:208).

Woordverwerking word dikwels in voorleggings, in kombinasie met ander kommunikasieprogrammatuur, soos byvoorbeeld Powerpoint® gebruik. Tydens die samestelling van sodanige voorleggings moet leerders noodwendig van denkvaardighede soos organisering, interpretering asook die sintese van inligting, woorde en beelde gebruik maak. Op hierdie wyse word hoër orde denke gestimuleer (Bradsher 2003:75; Zhao, Pugh, Sheldon & Byers 2005:7 van 60) (sien 2.6.1.4.2).

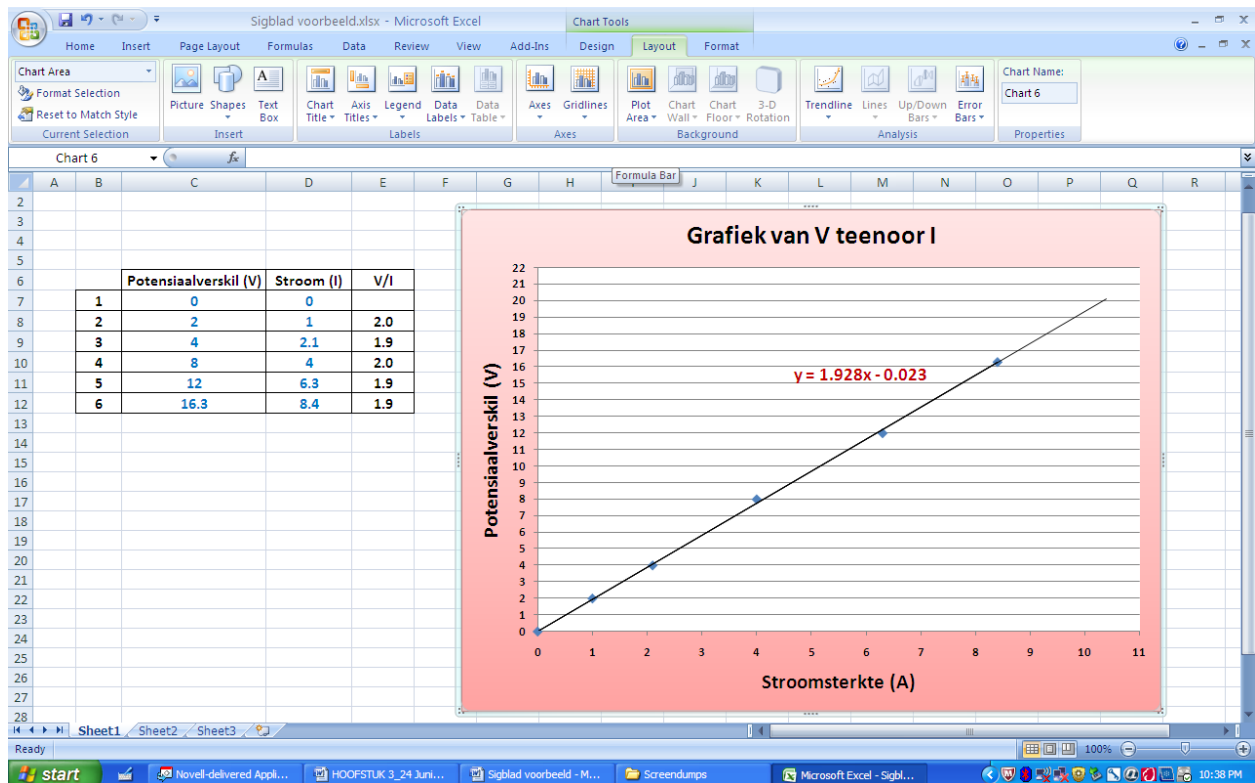
Omdat dit nie binne die raamwerk van hierdie studie val nie, sal daar nie aandag gegee word aan die debat rondom die kwessie van handgeskrewe teenoor die gebruik van die rekenaar-sleutelbord nie, veral ook nie omdat die gebruik van die tabletrekenaar albei opsies moontlik maak (sien 3.4.3.3).

3.4.2.2 Sigblaai in Wetenskap-onderrig

’n Sigblad is ’n rekenaarprogram wat inligting in die vorm van ’n tabel, wat uit rye en kolomme bestaan, hanteer. Data kan deur die leerder ingevoer, verander of aan mekaar gekoppel word deur middel van wiskundige bewerkings. Die manipulasie van data is die onderskeidende kenmerk van ’n sigblad (Bitter & Pierson 2002:51). Sigblaai kan ook gebruik word om bestaande data te sorteer of in die vorm van ’n wiskundige model voor te stel (sien 3.4.1.4). Hoewel databasisse (sien 3.4.2.3) oor kragtiger sorteer-en-soek-funksies beskik, is die gebruik van sigblaai heelwat eenvoudiger (Wellington 2003:210).

Data wat tydens ’n eksperiment ingesamel word, kan ter wille van die interpretasie daarvan op so ’n wyse gemanipuleer word dat dit makliker gekommunikeer kan word. Deur byvoorbeeld verskillende lesings van stroomsterkte (I) teenoor potensiaalverskil (V) tydens ’n eksperiment oor Ohmiese geleiers te neem, kan die

sigblad gebruik word om die verhouding $\frac{V}{I}$ wiskundig uit te werk en 'n ooreenstemmende grafiek, wat die verband aantoon, te teken (sien Figuur 3.5). Op hierdie wyse is die wet van Ohm ondersoek en deur een van die sigbladfunksies te gebruik, is die vergelyking van die reguitlyngrafiek vasgestel op $y = 1,928x - 0,023$. Aangesien laasgenoemde die verwantskap tussen die veranderlikes aantoon, dien dit ook as 'n voorbeeld van die gebruik van sigblaie in modellering (sien 3.4.1.4).



Figuur 3.5: Die gebruik van 'n sigblad om ingesamelde data te tabelleer, te verwerk en as 'n grafiek voor te stel

Die voordele verbode aan die gebruik van sigblaie in Wetenskap spreek vanself uit die voorgenoemde. Nie net skakel dit die praktyk van tydrovende herhalende berekeninge uit nie, maar dit lei ook tot meer akkurate resultate – alles praktyke wat die proses van modellering en die maak van voorspellings ondersteun (Wellington 2003:212).

3.4.2.3 Databasisse

Bitter en Pierson (2002:55) verwys na 'n databasis as 'n georganiseerde versameling van informasie met die voordeel daarvan eensyds die beskikbaarheid van die data

en andersyds die feit dat die data op verskillende maniere aangebied kan word na gelang van die behoefte. Die waarde van databasisse vir onderwys in die algemeen en Wetenskap-onderrig in die besonder lê juis daarin dat goed georganiseerde data gebruik kan word om patrone en tendense uit te wys asook om 'n hipotese of voorspelling te ondersoek.

Databasisse word gebruik om inligting oor 'n onderwerp in 'n *leër* te stoor, wat dan in verskillende *rekords* onderverdeel word. Elke rekord kan uitvoerige inligting bevat wat in *velde* gestoor word. Hierdie praktyk maak die onttrekking van data deur die rekenaar moontlik (Wellington 2003:214).

Weens die aard van databasisse, naamlik die opberg van baie inligting oor spesifieke onderwerpe, kan dit veral in die Lewenswetenskappe goed byval vind. Die hantering van veral data oor plante, diere, ensovoorts word op skoolvlak vergemaklik deur die gebruik van 'n databasis. In die Fisiese Wetenskappe is die neiging om eerder sigblaai te gebruik vanweë die kragtige data-berekening-fasiliteite.

3.4.3 Interaktiewe IKT stelsels

Daar bestaan verskeie IKT-toepassings waar sagteware met doelspesifieke hardeware gekombineer word. Omdat hierdie kombinasies gewoonlik 'n sterk interaktiewe aard vertoon, ondersteun dit effektiese onderrig-en-leer (sien 2.6.4.5.1) en kan dit gevolglik tot die skep van 'n effektiewe leeromgewing bydra. In hierdie studie sal daar na sodanige toepassings as "interaktiewe IKT-stelsels" verwys word.

3.4.3.1 Datavaslegging

Tydens datavaslegging word data, wat met behulp van elektroniese sensors ingesamel word, deur die rekenaar gestoor en verwerk om later byvoorbeeld as grafieke voor te stel. Die basiese komponente van 'n datavasleggingstelsel bestaan uit sensors, 'n koppelvlak en 'n rekenaarstelsel (Wellington, 2003:212) (sien Figuur 3.6).



Figuur 3.6: Die komponente van 'n datavasleggingstelsel

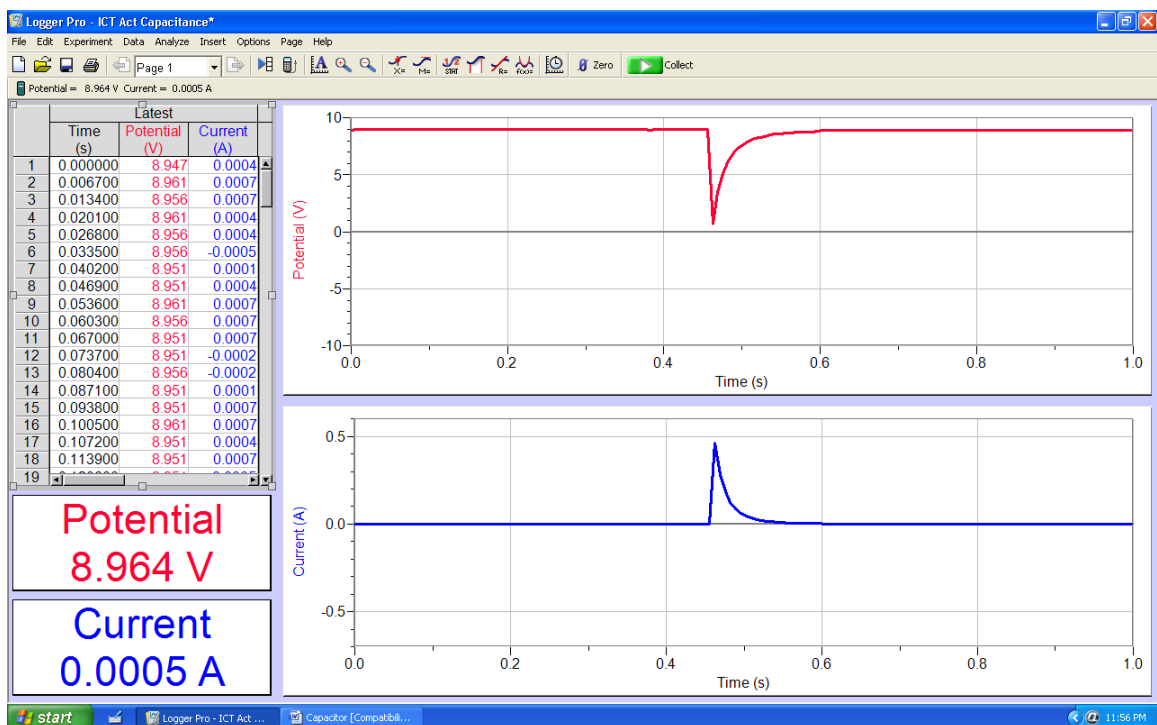
In moderne datavaslegging programmatuur, soos byvoorbeeld die Logger Pro®-program, kan sensors hulself identifiseer, die tempo waarteen datavaslegging plaasvind outomaties optimaliseer en die koppelvlak tussen die sensors en die rekenaar kan die data vanaf die sensors in 'n aanvaarbare formaat aan die rekenaar deurgee. Die praktiese implikasie hiervan is dat die onderwyser nie nodig het om aandag aan hierdie aspekte te gee nie, en direk met die outentieke gebruik van die stelsel kan voortgaan. Praktiese voorbeelde van sensors wat in die Wetenskap-klas gebruik kan word, is:

- temperatuur-sensors om die temperatuurverandering tydens die faseverandering van ys te bestudeer;
- 'n beweging-sensor om die invloed van 'n toenemende krag op die versnelling van 'n voorwerp te ondersoek;
- sensors om die verband tussen potensiaalverskil en stroomsterkte (weerstand) vas te stel;
- fotohek-sensor om die gravitasieversnelling van 'n vryvallende voorwerp te ondersoek;
- pH-sensor om tydens 'n suur/basis reaksie data in te samel om 'n titrasie-kurwe te trek;

- 'n magneetveld-sensor wat die sterkte van die magneetveld van elektromagneet met betrekking tot die aantal windinge daarvan kan monitor (BouJaoude 2005:24; Reynolds & Barba 1996:56-57; Vernier 2006:18-56; Wellington 2003:213).

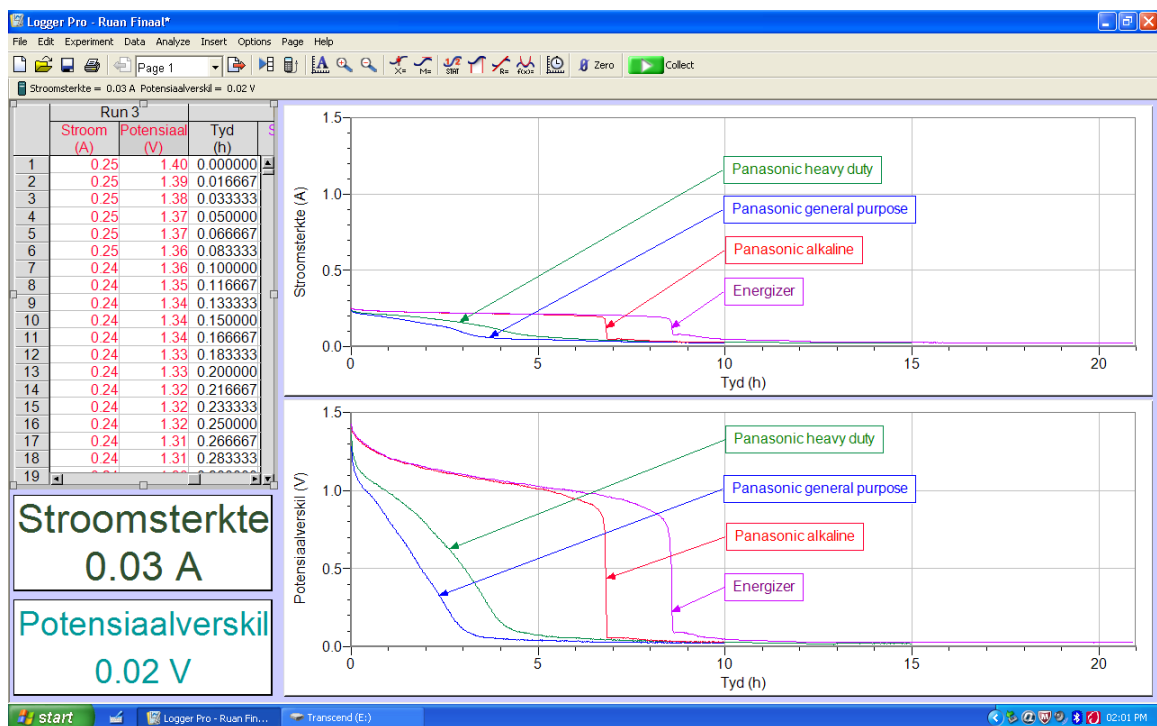
'n Datavasleggingstelsel kan met groot vrug tydens ondersoek in die Fisiese Wetenskappe-klas aangewend word, veral omdat dit verskeie voordele bo tradisionele werksywes het. Die voordele verbonde aan datavaslegging kan as volg opgesom word:

- Spoed en data kapasiteit: die afneem en vaslegging van letterlik honderde data lesings vind teen 'n breukdeel van die tyd, waarin 'n leerder dit sou doen, plaas. In baie gevalle is dit nie menslik moontlik om soveel lesings in so 'n beperkte tyd af te neem nie. Die spoed waarteen data ingesamel word, maak dit ook moontlik om die eksperiment te herhaal na behoefte, aangesien dit nie baie tyd opneem nie. In Figuur 3.7 word die resultate van die laaiproses van 'n kapasitor voorgestel – meer as 200 lesings is in een sekonde deur die sensors (elektroniese volt- en ammeter) afgeneem en die laaiproses word oor 'n tydperk van 0.1 sekondes voorgestel.



Figuur 3.7: Die resultate van die laaiproses van 'n kapasitor tydens datavaslegging

- Akkuraatheid: die rekenaar maak dit moontlik om 'n groot aantal lesings in 'n beperkte tyd baie akkuraat af te neem. Dit speel 'n groot rol wanneer wetenskaplike afleidings op grond van die resultate gemaak moet word.
- Uithouvermoë: die rekenaar kan aanhou om data vas te lê teen 'n voorafbepaalde tempo en tydinterval. Dit is nie altyd prakties haalbaar vir leerders nie. In Figuur 3.8 is die resultate van 'n ondersoek oor die “lewensduurte” van vier selle – die rekenaar is geprogrammeer om volt- en ammeterlesings elke minuut oor 'n tydperk van 10 ure te neem, dus 600 lesings.



Figuur 3.8: Die resultate van 'n ondersoek aangaande die “lewensduurte” van vier selle tydens datavaslegging

- Manipulasie: alhoewel data op 'n spesifieke wyse ingesamel word, kan die rekenaar data manipuleer om dit na gelang van die gebruiker se behoefte te kommunikeer.
- Betekenis: data kan soos wat dit ingesamel word dadelik op die skerm vertoon word (byvoorbeeld as 'n grafiek) en dus die datavoorstelling koppel aan die werklikheid, wat betekenisvolle leer moontlik maak (Barba 1998:284-285; Wellington 2003:213).

Voorgenoemde voordele toon duidelik dat deur die gebruik van die stelsel daar wegbeweeg kan word van roetine prosesse soos die afneem van data, die verwerking en die grafiese voorstelling daarvan. Meer aandag kan dus aan die analisering en interpretasie van die data geskenk word om sodoende kritiese denke aan te wakker (sien 2.6.1.4.2).

3.4.3.2 Persoonlike Respons Sisteem (PRS)

PRS-tegnologie (onder andere ook bekend as 'n Klaskamer Respons Sisteem, Student Respons Sisteem, Gehoor Respons Sisteem of “Kliekers”) bestaan uit 'n kombinasie van 'n sender-meganisme (soos die afstandsbeheer van 'n televisiestel – sien Figuur 3.9) en 'n ontvangstoestel (soos 'n infrarooi sensor) wat respons-data, deur middel van interaktiewe sagteware, aan 'n rekenaar kan verskaf (Bruff 2009:1 van10; Irons 2008:95).

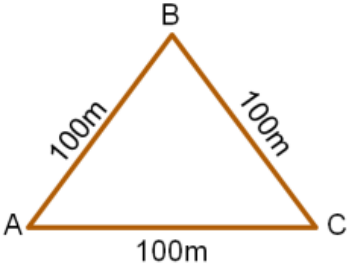
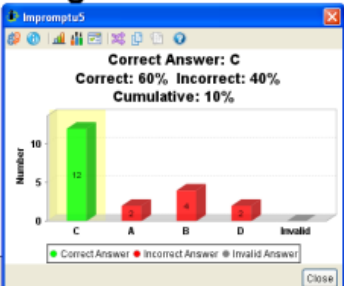



Figuur 3.9: Die afstandsbeheer meganisme van die PRS-tegnologie

Deur 'n vraag te stel, kan die elektroniese respons van individuele leerders of dié van 'n groep leerders onmiddellik deur die rekenaar verwerk word om terugvoering in die vorm van grafieke, rapporte, ensovoorts weer te gee – 'n onmiddellike terugvoerfunksie wat ter ondersteuning van effektiewe onderrig-en-leer aangewend kan word (sien Figuur 3.10).

VRAAG 6
 'n Student loop van A na B, en dan na C. Die student se verplasing relatief tot A is ...

A. 100m na links
 B. 300m
 C. 100m na regs
 D. 200m

VELAY	AI	Participation	[PowerPoint] Who understands	Question 5	Not Active		
EETGE	AR BOTHA	HM BOTHA	J BRUMER	NJD BURGER	AP COETZEE	FAM FORRESTER	LJJ FOURIE
E RETORIUS	LJ SCHOEMAN	WR STEENKAMP	AJ VAN DER WALT	R VAN HEERDEN	IM VENTER	D ZEELE	P KAPTEIN

CPS IR

Figuur 3.10: PRS-technologie maak onmiddellike terugvoer op die elektroniese respons van leerders moontlik

Die gebruik van PRS-technologie hou die volgende voordele in:

- Dit bevorder aktiewe en leerdergesentreerde deelname deurdat 'n respons van elke individuele leerder verwag word (sien 2.6.4.5.1).
- Onmiddellike terugvoer aangaande die leerders se begrip en/of kennis van 'n onderwerp kan die onderwyser in staat stel om te beoordeel of daaropvolgende onderrig vir remediëring of progressie voorsiening moet maak (sien 2.6.4.5.4).
- Onmiddellike terugvoer aan leerders ondersteun die idee van refleksie en metakognisie in effektiewe leer (sien 2.6.4.5.5 en 2.6.5 aangaande formatiewe assessering).
- Dit ondersteun die ontwikkeling van kritiese denke deurdat dit 'n doelbewuste geleentheid skep om indringende vrae te stel en elke leerder tot die denkproses te verbind (sien 2.6.1.4.2) (Bruff 2009:5, 6 van 10; University of Colorado Science Education Initiative and UBC'-s Carl Wieman Science Education Initiative n.d.:15).

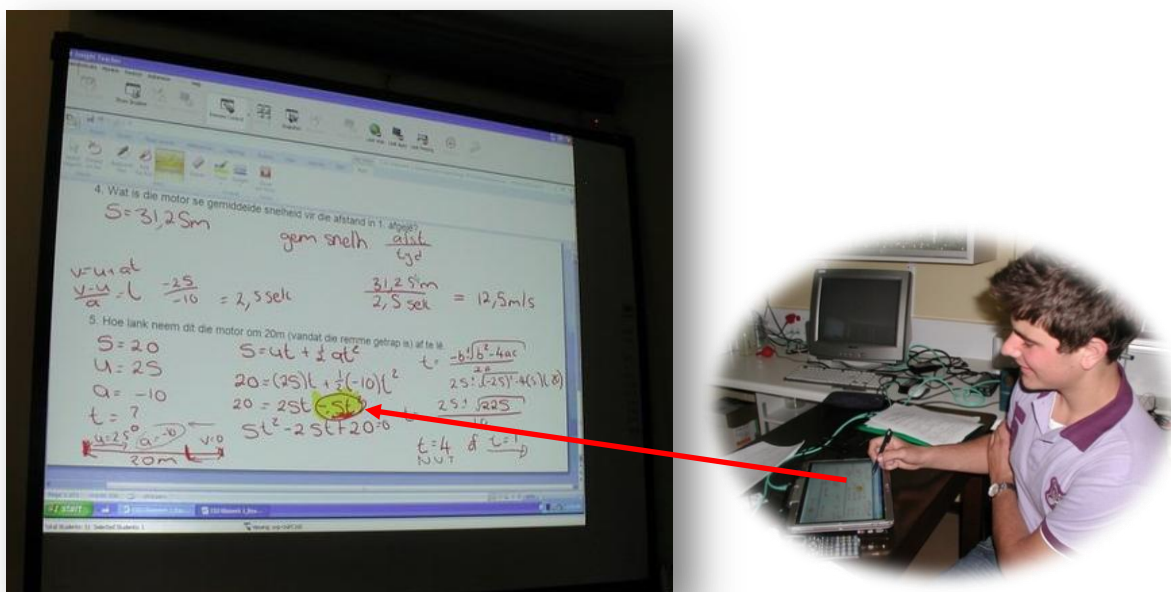
Buiten die kognitiewe voordele wat die gebruik van die PRS vir die leerder inhou kan dit ook bydra tot 'n leeromgewing wat die affektiewe domein positief beïnvloed. Bruff (2009:6 van 10) sê die gebruik van die PRS "... creates a safe space for shy and unsure students to participate in class", terwyl die University of Colorado Science Education Initiative and UBC'-s Carl Wieman Science Education Initiative (n.d.:2) verklaar dat "... students overwhelmingly support their (PRS) use and say it helps their learning".

3.4.3.3 Tabletrekenaar en digitale skryfvermoë

'n Tabletrekenaar is 'n skootrekenaar met 'n skerm waarop "geskryf" kan word. Deur van 'n spesiale pen met "digitale ink" gebruik te maak, kan daar op die skerm geskryf en geteken word, net soos met pen op papier. Die dokument kan dan soos enige ander rekenaar-dokument gebruik word (Jacobs, Gibson, Labuschagne, Macmillan, Noomé, Stoffberg & Wassermann 2006:95; Mock, Hammond & Van Mantgem 2008:9).

Die navorser is van mening dat die digitale skryfvermoë van die tabletrekenaar, in kombinasie met netwerk-toepassings (sien 3.4.4.2), 'n unieke geleentheid vir refleksie en terugvoering skep deurdat die poging van enige groep of individu geprojekteer en bespreek kan word. Só kan die Wetenskap-onderwyser byvoorbeeld wanneer leerders met probleemoplossing besig is,

- 'n poging van enige individu wat 'n denkfout bevat projekteer en met die leerders bespreek of
- verskillende strategieë om dieselfde probleem op te los, projekteer of
- 'n leerder se oplossingstrategie projekteer en die betrokke leerder vra om dit stap vir stap te verduidelik vir almal om te volg – in Figuur 3.11 is 'n leerder in die klassituasie besig om aan die res van die klas te verduidelik hoe 'n bewegingsvergelyking by 'n spesifieke vraag toegepas is.



Figuur 3.11: 'n Leerder maak gebruik van die digitale skryfvermoë van 'n tabletrekenaar om 'n werksopdrag uit te voer

Nie net word aktiewe deelname deur voorgenoemde verseker nie maar leerders kry ook die geleentheid om hul eie oplossingstrategieë met dié van ander te vergelyk (sien 2.6.4.5.5 aangaande “metakognisie”).

Volgens Irons (2008:92) behoort leerders se persepsies oor en vaardighede in die gebruik van IKT tydens formatiewe assessering en terugvoering in ag geneem te word en aangesien leerders gemaklik is met 'n “pen en papier”-benadering maak dit die gebruik van die tabletrekenaar soveel te meer relevant.

Dit is interessant om daarop te let dat navorsingsresultate aandui dat daar 'n positiewe verband bestaan tussen leerders se persepsie van Wetenskap-klaskamers waarin skootrekenaars gebruik word en hul gesindheid jeens en kognitiewe prestasie in Wetenskap (Fisher & Stolarchuk 1989:1, 9). In hierdie opsig speel die tabletrekenaar 'n belangrike rol in die skep van 'n kennisgesentreerde leeromgewing (sien 2.7.3).

3.4.3.4 Interaktiewe witbord

Interaksie is belangrik tydens effektiewe onderrig-en-leer (sien 2.6.4.5.2). 'n Interaktiewe witbord is 'n aanraak-sensitiewe bord wat onderwysers en leerders in staat stel om interaksie te hê met aktiwiteite wat deur middel van 'n data-projektor, wat aan 'n rekenaar gekoppel is, op die skerm geprojekteer word (Muijs & Reynolds 2006:226).

Die gebruik van die interaktiewe witbord het 'n hele aantal voordele bo die gebruik van die tradisionele swartbord en ander projeksie-metodes – dit is juis in die verskille waar die waarde van die interaktiewe witbord lê:

- Die feit dat dit wat op die witbord gedoen word gestoor kan word, beteken dat leermateriaal op enige tydstip weer opgeroep en hersien kan word (sien in-diepte leer in 2.6.4.5.5). Die feit dat vooraf leer op hierdie wyse bevestig kan word, dra nie net by tot leerders se selfvertroue in dit wat hulle reeds weet nie maar skep ook 'n geleentheid om seker te maak dat leerders die nodige agtergrond het voordat daar met nuwe werk aangegaan word (sien kumulatiewe aard van leer in 2.6.4.5.4). (Knight, Pennant & Piggott 2005:14-15; Mock, Hammond & Van Mantgem 2008:24).
- Wanneer die insette van die onderwyser of leerder(s) geprojekteer en bespreek word of wanneer kantaantekeninge, wenke, notas ens. gemaak word, kan 'n waardevolle bydrae tot refleksie en formatiewe assessering gedoen word (sien 2.6.5). (Irons 2008:96).
- Die aanraak-skerm maak dit moontlik dat leerders op 'n interaktiewe wyse by 'n les betrek kan word (Muijs & Reynolds 2006:226). Op hierdie wyse word die skep van 'n leerdergesentreerde leeromgewing ondersteun (sien 2.7.2).
- Volgens Mock, Hammond en Van Mantgem (2008:24) word leerders met verskillende leerstyle asook dié met gehoor- en gesigsgebreke deur die gebruik van die interaktiewe witbord geakkommodeer (sien 2.6.4.5.3).

Die waarde van die gebruik van die elektroniese witbord is in voorafgaande gesetel en die navorser is van mening dat onderwysers maklik in die strik kan trap om die witbord bloot as 'n “alternatiewe swartbord” of “projeksieskerm” te gebruik. In

aansluiting hiermee waarsku Muijs en Reynolds (2006:226) dat die voordele van die gebruik van die witbord, soos in die geval van ander IKT, afhanklik is van die wyse waarop dit aangewend word.

3.4.3.5 Selfoon en massa sms-stelsel

Kommunikasie met 'n groot aantal leerders is moontlik deur selfoon teksboodskappe deur middel van rekenaarsagteware baie vinnig te versprei. In kombinasie met die PRS beteken dit dat toetsuitslae byvoorbeeld onmiddellik nadat die toets afgeneem is, nagesien en die uitslag aan leerders gestuur kan word. Onmiddellike terugvoering het 'n positiewe invloed op gesindheid en gevolglik prestasie (sien 2.6.5).

In hierdie studie sal die gebruik van die selfoon in die klaskamer nie beklemtoon word nie om die eenvoudige rede dat daar enersyds nie aangeneem kan word dat elke leerder elke dag 'n selfoon klas toe sal bring nie en tweedens omdat tegniese probleme (met selfone) van individuele leerders die gebruik en gevolglik die aanwendingsmoontlikheid daarvan in die klaskamer kan strem.

3.4.4 Netwerkt toepassings

Netwerkt toepassings maak dit moontlik dat verskillende IKT-komponente met mekaar kan kommunikeer – gevolglik kan hardeware, sagteware en data gedeel word. (Jacobs, Gibson, Labuschagne, Macmillan, Noomé, Stoffberg & Wassermann 2007:49-50). Om hierdie rede hou netwerkt toepassings soos die internet, lokale areanetwerke en virtuele leeromgewings verskeie voordele vir die onderrig en leersituasie in.

3.4.4.1 Internet

Die gebruik van die internet as bron van inligting, het baie potensiaal in die onderrig van Wetenskap, veral omdat daar 'n positiewe korrelasie tussen prestasie en die toegang tot informasie is (BouJaoude 2005:26). So kan dit 'n dinamiese instrument wees om byvoorbeeld satelliet-data aangaande weerpatrone, dokumentasie aangaande vorige ruimtereise, vakinhoud, ensovoorts aan enige leerder op enige

plek en enige tyd te bring. Daar kan geleer word uit ondervindinge en kommunikasie wat nooit binne die geïsoleerde klaskamer verband moontlik was nie (Barba 1998:287-289; BouJaoude 2005:26). Selfs die proses waardeur daar gegaan moet word om akkurate inligting op die internet te bekom, ondersteun kritiese denke en hoër-orde-vaardighede, deurdat groot hoeveelhede inligting geëvalueer en geanaliseer moet word – in teenstelling met blindelinge aanvaarding van inligting in voorgeskrewe handboeke (Bradsher 2003:70).

Bitter en Pierson (2002:161) wys egter daarop dat die onderrigprogramme van die internet nooit die vaardighede en aanvoeling van onderwysers of selfs tradisionele onderrigstrategieë kan vervang nie (sien 3.7.6). Dit moet eerder as 'n ryk ondersteuningsbron gesien word. Om hierdie rede is dit nodig dat onderwysers die gebruik van die internet deeglik sal beplan, voordat dit in die leersituasie aangewend word (sien 3.7.1).

Die gebruik van die internet kan ook problematies vir die leerder wees, eensyds vanweë die groot hoeveelhede informasie oor 'n onderwerp en andersyds omdat nie alle informasie sonder meer as akkuraat, gekontroleer en gesaghebbend aanvaar kan word nie (BouJaoude 2005:26; Wellington 2003:216-217). Deeglike beplanning deur die onderwyser is weereens belangrik (sien 3.7.1).

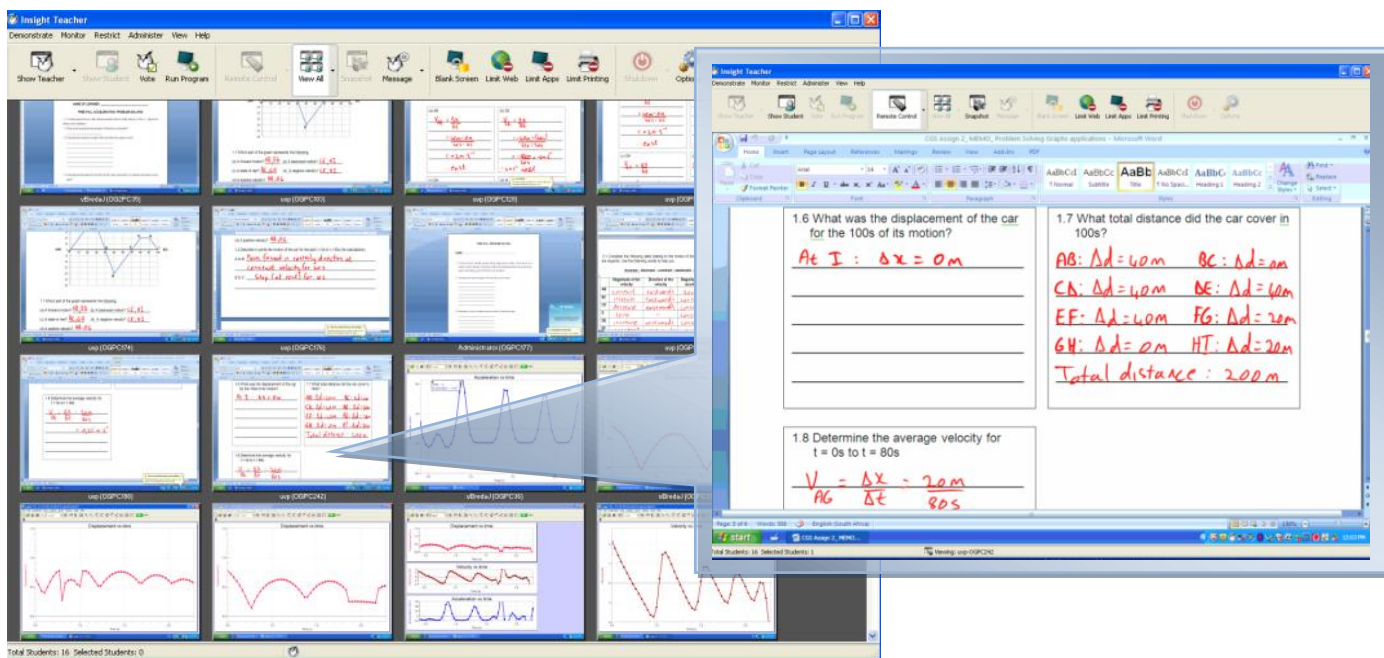
Aangesien die internet in Suid-Afrika nie buite klasverband aan alle leerders (en onderwysers) beskikbaar is nie, is dit die navorser se mening dat dit soveel te meer belangrik is dat leerders binne klasverband daaraan blootgestel moet word. Die feit dat almal nie buite klasverband toegang tot die internet het nie, beperk die gebruik daarvan tot 'n mate (sien 3.4.4.3) en is ook een van die redes waarom die fokus van e-Onderwys in hierdie studie op dit wat binne die klaskamer gebeur, val (sien 3.3 oor e-Onderwys gedefinieer vir studie).

3.4.4.2 Lokale areanetwerk (LAN)

'n Lokale areanetwerk (LAN) is 'n netwerk wat rekenaars en toestelle (drukkers ensovoorts) in 'n beperkte omgewing soos 'n skool, gebou of klaskamer konnekteer

(Jacobs, Gibson, Labuschagne, Macmillan, Noomé, Stoffberg & Wassermann 2007:52).

Deur sagteware soos “Insight”-programmatuur te gebruik is dit moontlik om elke afsonderlike rekenaar in die lokaal vanaf ’n bediener-rekenaar te monitor en selfs te beheer. Indien die bediener-rekenaar aan ’n data-projektor gekoppel is, is dit dus vir die onderwyser moontlik om dit wat op enige rekenaar in die lokaal gebeur te selekteer en te projekteer sodat almal dit kan sien (sien Figuur 3.12).



Figuur 3.12: ’n Lokale Aarenetwerk in kombinasie met netwerkprogrammatuur maak verskillende leerdere se werk toeganklik vir refleksie

In kombinasie met ander IKT-toepassings, soos datavaslegging of die tabletrekenaar, word daar dus ’n kragtige meganisme vir onder andere refleksie en terugvoering geskep wat uiters geskik in die konstruktivistiese benadering is (sien 2.6.5).

3.4.4.3 Virtuele Leeromgewings (VL’s)

’n Virtuele Leeromgewing is ’n sagteware-sisteem wat ontwerp is om onderrig-en-leer te ondersteun. Dit is gewoonlik internet-gebaseerd en maak voorsiening vir assessering (veral outomatiese nasien van byvoorbeeld veelkeusevrae),

kommunikasie, op- en aflaaï van inligting, instuur van leerders se werk, opdragte ensovoorts. Voorbeelde hiervan is Blackboard, Moodle en WebCT (Irons 2008:93).

VL's skep veral 'n geleentheid vir kommunikasie en dialoog tussen onderwyser en tussen leerders onderling. Die volgende slaggate in die gebruik van VL's kompliseer egter die gebruikswaarde daarvan:

- Alle leerders moet toegang tot die tegnologie hê en dit gemaklik kan gebruik.
- Onderwysers moet die toepaslike tegniese en pedagogiese vaardighede hê om leer via VL's te fasiliteer.
- Die VL moet stabiel en robuus wees en ten alle tye toeganklik vir die leerders as gebruikers wees om materiaal op en af te laai (Irons 2008:93).

Net soos met die gebruik van die internet kan die potensiaal van VL's in Suid-Afrika nie ten volle benut word nie, aangesien almal nie internet by die huis het nie (sien 3.4.4.1). Die navorser is van mening dat hierdie situasie die gebruik van VL's selfs meer negatief beïnvloed aangesien VL's juis daarop gemik is om veral buite klasverband interaksie te bewerkstellig.

3.4.5 Multimedia in Wetenskap-onderrig

'n Eenvoudige definisie van "multimedia" (op CD-ROM of via die internet) behoort ten minste drie van die volgende elemente te bevat:

- spraak of ander klank;
- tekeninge of diagramme;
- geanimeerde tekeninge of diagramme;
- foto's of ander beelde;
- video grepe;
- teks, soos in gedrukte media (Collins, Hammond & Wellington 1997:4; Reynolds & Barba 1996:146).

Collins *et al.* (1997:4) beskryf "multimedia" as die wyse waarop leermateriaal aangebied word binne die raamwerk van bogenoemde elemente in 'n rekenargebaseerde situasie (Newhouse 2002:66).

Alhoewel Moreno (2005:7) bevestig dat die gesamentlike gebruik van woorde en beelde in multimedia tot beter leer in die algemeen lei as slegs woorde, ontstaan die vraag tog of die waarde van Wetenskap-aktiwiteite nie verminder word deur die wegneem van sommige van die werklike, selfdoen en outentieke elemente van Wetenskap wanneer dit in die hande van multimedia (sien 3.4.1.3) geplaas word nie?

Die waarde wat multimedia egter kan bied teenoor handboeke kry perspektief wanneer daar na die tegniese verskille en toepassingswaarde gekyk word:

- *Oudio*: 'n CD-ROM kan spraak en klank voorsien wat inklusiwiteit (sien 2.6.4.5.3) kan aanspreek in die geval van leerders wat swak lees.
- *Animasie*: daar kan diagramme in boeke wees, maar nie van die omvang van dit wat in 'n rekenaar multimedia-program ingesluit is nie. Is die animasies enigsins tot hulp van die verduidelikings?
- *Video*: 'n CD-ROM kan 'n kort video-greep vertoon. Ondersteun dit leer?
- *Interaktiwiteit/tutoriaal-hulp*: boeke is nie interaktief in die sin dat dit terugvoering kan gee in terme van 'n leerder se vordering nie, CD-ROM's wel.
- *Vervanging van praktiese werk*: 'n CD-ROM verskaf baie moontlikhede rondom praktiese werk wat 'n boek nie kan nie, byvoorbeeld:
 - * virtuele eksperimente en uitstappies;
 - * simulاسies (sien 3.4.1.3);
 - * werklike situاسies om te bestudeer;
 - * demonstrاسies (Wellington 2003:205).

3.5 IKT IN DIENS VAN DIE VAKWETENSKAPLIKE PRAKTYKE

Volgens Lambert (1999:4) kan leer net werklik effektief wees as die onderrigmetodes en media (of dit nou IKT insluit of nie) gekies word op grond van die impak wat dit op die leerproses maak (sien 3.7).

Wellington (2003:195) sluit hierby aan en is van mening dat die gebruik van IKT in die onderrig-en-leer van Wetenskap die beste gemotiveer kan word indien die aard van Wetenskap eers uitgelig en daarna gevra word hoe IKT in hierdie opset

aangewend of nie aangewend kan word nie (sien 3.7.1). Dit is in teenstelling met 'n benadering waar IKT die uitgangspunt is en dan by Wetenskaponderrig, soos wat dikwels in die verlede gebeur het, ingepas word.

Die navorser is van mening dat voorgenoemde twee benaderings in die praktyk baie meer geïntegreerd neerslag sal vind, aangesien tegnologie teen so 'n tempo ontwikkel dat dit wel nodig is om nuwe IKT van tyd tot tyd te ondersoek vir funksionaliteit en dit dan te oorweeg vir onderrig-en-leer.

Die aard van die Fisiese Wetenskappe op skool verwys nie net na die vakinhoud nie maar verteenwoordig ook die praktiese sintaktiese, soos vergestalt in die praktiese komponent daarvan. Dit gaan omtrent die “doen van dinge” of die proses (sien 2.6.1.4). Dit behels onder andere waarneming, meting, kommunikasie en bespreking, die opneem van resultate, ensovoorts.

Fisiese Wetenskappe het egter ook 'n baie belangrike teoretiese grondslag of vakinhoud (sien 2.6.1.5). Die vakinhoudelike van Wetenskap, naamlik die feite, wette, teorieë en verstaan daarvan, behoort in ooreenstemming met en parallel aan die prosesse betrokke te onderrig word. IKT kan 'n rol speel in die aanleer van vakinhoud deurdat IT-bronne, soos die internet, en CD-ROM materiaal, soos in die geval van handboeke, inligting kan verskaf. Dit kan verder ook 'n rol speel by die leer van vakinhoud deurdat dit ingespan kan word in diens van hersiening of tutoriale (Wellington, 2003: 196).

Die praktiese (sintaktiese) en vakinhoud (substantiewe) as komponente van Fisiese Wetenskappe is dikwels in wisselwerking met mekaar tydens die onderrig-en-leerproses en dit ondersteun die gedagte dat effektiewe leer situasie-gebonde is (sien 2.6.4.5.6). Tabel 3.2 is 'n opsomming van Wetenskap-aktiwiteite van leerders wat die praktiese, die vakinhoudelike of die integrasie daarvan aantoon asook die gepaardgaande IKT wat tot voordeel daarvan aangewend kan word.

Tabel 3.2: Wetenskapaktiwiteite van leerders en gepaardgaande IKT-aanwending

Wetenskap-aktiwiteit van leerder	Ondersteunende IKT
Bepanning van ondersoek	Woordverwerking
Navorsing/leer oor onderwerp	CD-ROM, databasis, tutoriaal programmatuur, internet
Neem van aflesings	Data-vaslegging
Maak van tabelle met resultate	Data-vaslegging en sigblaaie
Trek van grafieke	Data -vaslegging, sagteware, sigblaaie, databasisse
Maak berekeninge	Sigblaaie, data-vaslegging sagteware
Soek na patrone	Sigblaaie, databasisse, simulaties en modellering programmatuur
Ondersoekende vraagstelling	Simulasies, databasisse, modellering-programmatuur
Vergelyking van leerder data met ander	CD-ROM, data lêers en internet
Aanbieding van inligting in 'n verslag	Woordverwerking, tafelpublikasie en sigblaaie

Bron: Wellington (2003:197)

Hennessy (2006:4-5) klassifiseer die gebruikswaarde van IKT in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer op grond van die doelwit waarvoor dit aangewend word.

3.5.1 Datavaslegging en -analise

Die insameling en verwerking van data word op die volgende wyses in die Wetenskap-klaskamer ondersteun:

- IKT kan as instrument dien om data in te samel, te verwerk en te interpreteer. Data-aanteken-stelsels en sagteware vir die analise daarvan (sien 3.4.3.1), databasisse en sigblaaie, sakrekenaars, grafiese instrumente, statiese en dinamiese modellering is aspekte wat hieronder ressorteer. Muijs en Reynolds (2006:223) beskou laasgenoemde as een van die kragtigste gebruike van IKT.

- Digitale-opneem-toerusting soos digitale en video kameras vir beeldmateriaal tydens aanbiedings of om eksperimente op te neem.
- Rekenaar-beheerde mikroskope of teleskope wat dit moontlik maak om stilstaande, bewegende of beelde oor 'n sekere tydsverloop vas te lê, van byskrifte te voorsien en te vergroot tydens laboratoriumsessies of veldwerk.

3.5.2 Ondersteuning van hipoteseproses, ondersoek en opdoen van kennis

IKT kan leerderprestasie in die Wetenskap-klaskamer uitbou deurdat dit toegang bied tot inligting wat kennis sowel as diepgaande ondersoek ondersteun:

- Multimedia sagteware om prosesse te simuleer of uit te beeld (byvoorbeeld beweging of fotosintese) kan met groot vrug in die ondersoek- en hipoteseproses gebruik word. Dit kan video- en oudioreekse, grafiese animasie, tutoriale of interaktiewe opdragte, virtuele mikroskope, analitiese en grafiese sagteware asook mikrowêreld waarin leerders hul eie stelsels kan bou, bedryf en toets, insluit.
- In 3.4.4.1 is die waarde van die internet as inligtingsbron om die opdoen van kennis (en dus leerderprestasie) te ondersteun reeds bespreek (RSA DoE 2004b:16).

3.5.3 Kommunikasie en navorsing

IKT bied 'n uitstekende geleentheid vir effektiewe kommunikasie tussen "wetenskaplikes" (RSA DoE 2004b:16):

- Inligtingstelsels en media. Dit behels onder andere disket-gebaseerde en web hulpbronne, e-pos en aanlyn-besprekings, intranet (beperkte vooraf-gestoorde web-inligting op plaaslike netwerk), interaktiewe databasisse en elektroniese ensiklopedieë. Muijs en Reynolds (2006:223) beskou die verkryging en hantering van inligting as een van die belangrikste bydraes wat IKT tot 'n leerder se leer kan maak.

3.5.4 Aanbieding van inligting

Interpersoonlike vaardighede soos skryfvermoë, openbare optredes, spanwerk en samewerking, sowel as produktiwiteits-vaardighede soos hoëkwaliteit-dokumentasie en -publikasies word deur middel van IKT uitgebou (RSA DoE 2004b:16):

- Multimedia en ander sagteware wat ontwerp is vir aanbiedings kan gebruik word nie net om aanbiedings aanskoulik te maak (wat 'n motiverende effek op leerders kan hê) nie, maar ook inligting op so 'n wyse aan te bied dat dit makliker verstaanbaar is (Muijs & Reynolds 2006:222).

Die bydrae wat die aanwending van IKT in die vakwetenskaplike praktyke van Fisiese Wetenskappe kan lewer, beklemtoon nie net die gebruikswaarde daarvan nie, maar kan ook help om vas te stel wanneer dit gebruik moet word en wanneer nie (Wellington 2003:197).

3.6 DIE TOEGEVOEGDE WAARDE VAN IKT IN DIE ONDERRIG-EN-LEER VAN FISIESE WETENSKAPPE

Die gebruik van tegnologie in die Wetenskap-klaskamer maak volgens Hennessey (2006:6-7) 'n beduidende bydrae tot die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe. Navorsing wat in hierdie verband gedoen is, lig die volgende aspekte uit:

- Deurdat groot hoeveelhede data vinnig ingesamel en verwerk kan word, word tydrowende aspekte uitgeskakel. Dit het tot gevolg dat daar meer tyd aan waarneming, beredenering, bespreking en analisering gespandeer kan word (Wellington 2003:197). Dit sal daartoe lei dat leerders se hoër kognitiewe denke ontwikkel sal word (sien 2.6.1.4.2).

Ondersoeke wat normaalweg as gevolg van te komplekse data insameling en berekeninge nie kon plaasvind nie, soos byvoorbeeld die beweging van 'n voorwerp tydens vryval, kan nou wel in die klaskamer uitgevoer word (Schecher 1998:384).

Wellington (2003:198) vestig die aandag daarop dat daar in voorgenoemde verband met reg gevra kan word of die leerder self, en nie die rekenaar, eerder aspekte soos byvoorbeeld die verwerking van data en die trek van grafieke moet hanteer nie. Die onderskeid tussen dit wat outentiek (die verlangde en doelgerigte) en nie-outentiek (onnodig en irrelevant) in die spesifieke leersituasie is, speel 'n beslissende rol in die aanwending van IKT in die onderwys. Die navorser is van mening dat indien die regte prosedure in die keuse van die aanwending van IKT gevolg word (sien 3.7.1), dit nie net die oneffektiewe aanwending van IKT sal uitskakel nie, maar ook tot voordeel van die leerder aangewend sal word. Indien die uitkoms byvoorbeeld die analisering van data in die vooruitsig stel, is dit onnodig dat die leerder self die data verwerk en grafieke trek (sien 3.4.3.1).

- 'n Toename in die relevansie en omvang van die fenomeen onder bespreking word bewerkstellig deurdat skoolwetenskap in verband met kontemporêre wetenskap gebring word en deurdat toegang tot 'n wye reeks nuwe hulpbronne en ondervindings gefasiliteer word. So kan die internet byvoorbeeld aangewend word om inligting of data te bekom of om met "regte" wetenskaplikes en portuurgroepe op ander plekke te kommunikeer (Bransford 2001:226). Die insameling, aanbieding en interpretasie van dit wat tydens data-vaslegging verkry is, vind plaas binne 'n milieu wat soortgelyk is aan dié waarin wetenskaplikes werk (BouJaoude 2005:24).
- Onmiddellike visuele terugvoer en herhaalbare interaksie is ideaal vir ondersoek en eksperimentering. Wanneer eksperimentele data onmiddellik visueel aangebied word, kan daar dadelik 'n verband tussen die aktiwiteit en die resultate, asook tussen die betrokke veranderlikes, getrek word (Giddings, Hofstein & Lunetta 1991:170; Lunetta 1998:258; Scaife 2003:95; Schecker 1998:384). Die feit dat 'n aktiwiteit herhaaldelik binne 'n afsienbare tyd gedoen kan word, skep 'n geleentheid om tendense te ondersoek, vir hersiening asook vir die maak van voorspellings (Bransford 2001:207).
- Die aanwending van IKT in die klaskamer fokus die aandag op oorkoepelende aspekte, onderliggende abstrakte konsepte word makliker uitgewys, help leerders om prosesse te visualiseer, staan in diens van 'n meer holistiese en kwalitatiewe benadering ten opsigte van die analise van tendense en

verwantskappe, en as gevolg daarvan word nuwe idees makliker oorgedra. So maak video-grepe, animasies en interaktiewe simulاسies, abstrakte fenomene soos byvoorbeeld elektrisiteit, meer toeganklik; grafieke wat getrek word in werklike tyd fokus die aandag op die gedrag van die data en kontemporêre analitiese sagteware wat tabelle, kaarte, grafieke en modelle integreer, maak dat daar maklik 'n konseptuele verband tussen hulle getrek kan word (Bransford 2001:207-213; Lee 2002:28).

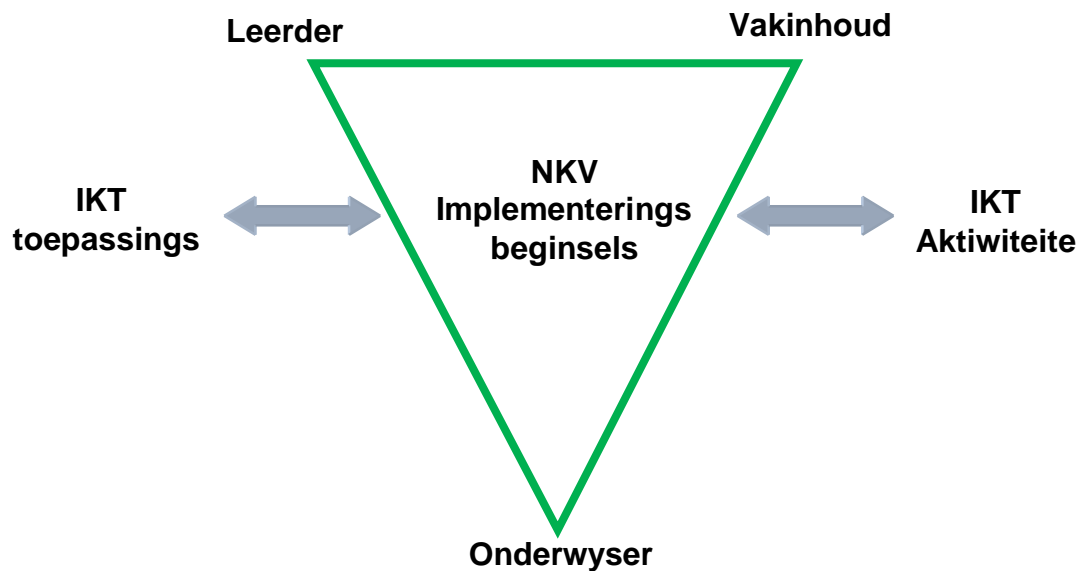
- Die beginsel van aktiewe, selfbeheerde en gesamentlike leer word aangekweek wanneer tegnologie gebruik word en dit bied ook aan leerders meer verantwoordelikheid en beheer deur middel van individuele ondersoeke en eksperimentering (Bitter & Pierson 2002:117; Collins *et al.* 1997:27; Reynolds & Barba 1996:69). Leerders wat tydens tegnologie-ondersteunende sessies, idees en kundigheid uitruil, onderstreep die kognitiewe voordeel daaraan verbonde (sien 3.9.8 en 3.9.9).

Al die voorgenoemde bydraes van tegnologie in die Wetenskap-klaskamer dra by tot die intrinsieke motivering van leerders wat weer die betrokkenheid, toegewydheid en deelname van leerders verbeter (Lee 2002:28; McFarlane & Friedler 1998:411; Newby, Stepich, Lehman & Russell 1996:228; Reynolds & Barba 1996:6,69; Scaife 2003:95).

3.7 DIE KRITIEKE ROL VAN DIE ONDERWYSER IN DIE GEBRUIK VAN IKT IN DIE ONDERWYS

Met die integrering van IKT in die onderrig-en-leer-situasie is dit net vanselfsprekend dat die rol van die onderwyser dienooreenkomstig daarby sal moet aanpas, aangesien "... it is now generally accepted that interaction with technology alone is unlikely to promote spontaneous conceptual change; learners need to be introduced into the theoretical world of science" (Hennessey 2006:13). Hierdie baie belangrike aspek, naamlik die rol van die onderwyser in die gebruik van IKT in die onderrig-en-leer-situasie, bevestig ook die didaktiese perspektief van hierdie studie deurdat die verwantskap tussen die leerder, vakinhoud en onderwyser in 'n didaktiese driehoek in Figuur 3.13 voorgestel word. Hoewel daar volgens Gerlič (2010:50) somtyds 'n tendens in literatuur bestaan om IKT as 'n vierde, addisionele komponent van die

didaktiese driehoek aan te toon, beskou die navorsers die aanwending van IKT-toepassings, soos in hierdie studie uiteengesit, as integrale deel van die onderwyser se onderrigstrategie om leerders met kennis en vaardighede toe te rus (sien Figuur 6.1).



Figuur 3.13: Die didaktiese driehoek soos van toepassing op IKT-integrering

Dit is dus nie net tegnologie nie, maar die kombinasie van effektiewe onderrig en die effektiewe aanwending van tegnologie wat 'n verskil kan maak (Vinades 2009:9) (sien 3.7.6). In die praktyk beteken dit dat onderwysers beter voorbereid moet wees in die gebruik van tegnologie ten einde dit beduidend in onderrig aan te wend (Knight, Knight & Teghe 2006:27). Somekh (1997:115) gaan so ver om te sê dat tensy onderwysers in 'n innovasie glo "... it is very unlikely that they will introduce it effectively". Die rol van die onderwyser in die effektiewe aanwending van IKT binne die klaskamersituasie is dus kritiek en daarom word aanpasbaarheid, refleksie en 'n verandering in gesindheid dikwels van die onderwyser vereis (Wellington 2003:219).

3.7.1 Identifisering van geskikte IKT-toepassings

Soos reeds voorheen aangedui, is daar verskeie IKT-toepassings wat in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe gebruik kan word. Shirley Alexander (soos aangehaal deur Lambert 1999:2) waarsku egter dat "... instead of focusing on the features of the technology, the most important question is 'What do I want my

students to learn?'. It is only when this question has been considered along with other questions such as 'what is known about the way students learn this' that features of a number of strategies (both technical and non-technical) should be considered as to their sustainability in helping students learn this concept" (Lambert & Williams 1999:2) (sien ook 3.5).

Met die implementering van die NKV in gedagte is die eerste belangrike funksie van die onderwyser die identifisering van toepaslike IKT wat tot voordeel van die implementeringsbeginsels (sien 2.7.1 en 3.9) in die algemeen en die kritieke en ontwikkelings-uitkomst (sien 2.6.1.3) in die besonder aangewend kan word.

In die praktyk beteken dit dat die onderwyser presies moet weet watter leeruitkoms ter sprake is en watter outentieke vaardighede daarmee gepaard gaan. So byvoorbeeld kan daar nie van 'n elektroniese temperatuur-sensor gebruik gemaak word indien leerders die vaardigheid moet ontwikkel om lesings op 'n kwik termometer af te lees nie. Die onderwyser sal dus die vraag moet vra: watter bydrae kan IKT lewer in die bereiking van 'n spesifieke leeruitkoms in wetenskap? (Wellington 2003:220). Dit is ook in lyn met die beginsel dat die aanwending van tegnologie, wat die bereiking van spesifieke kurrikulumuitkomst direk ondersteun, leerderprestasie verbeter (Zhao, Pugh, Sheldon & Byers 2005:7 van 60).

Uit voorafgaande is dit duidelik dat een van die belangrikste take van die onderwyser ook is om geskikte rekenaarprogrammatuur te kies vir die effektiewe gebruik in die klaskamer. Dit is daarom nodig dat die onderwyser die vermoë moet ontwikkel om sagteware, voor- sowel as nadat dit gebruik is, te beoordeel en te evalueer. Deur dit voor die tyd te doen, is belangrik omdat die aankoop van programmatuur finansiële implikasies het, terwyl nabetragting belangrik is ten opsigte van die opvoedkundige aanwending daarvan.

Alhoewel intuïsie en ervaring, net soos in die geval van handboeke, 'n rol in die beoordeling en evaluering van programmatuur speel, is dit ook belangrik om 'n kontrolelys te hê waarteen dit gemeet en met ander programmatuur vergelyk kan word (Barba 1998:291-292; RSA WKOD 2006:4-5; Wellington 2003:221). In Bylaag

G word kriteria voorgestel waarvolgens programmatuur, vir die gebruik in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer, beoordeel kan word.

3.7.2 Fasilitering tydens aktiwiteite

Produktiewe leer met behulp van tegnologie vereis blootstelling aan gestruktureerde opdragte en sistematiese eksperimentering. Indien leerders dus nie die nodige leiding vanaf onderwysers betreffende die omvang van gebruik van die tegnologie ontvang nie, kan dit daartoe lei dat dit oneffektief aangewend word. Die onderwyser kan egter ook nie oral gelyktydig wees nie. Tydens koöperatiewe selfdoen-aktiwiteite kan dit maklik gebeur dat wanopvattinge deur portuurgroepe versterk word omdat sekere idees nie uitgeklaar word nie, bloot omdat die onderwyser nie op daardie oomblik beskikbaar is nie (Hennessey 2006:14). Dit gaan hier om beskikbaar te wees wanneer leerders op hul ontvanklikste is vir leiding en om hulle te help om hul denke te herformuleer. 'n Moontlike oplossing vir hierdie probleem is om altyd seker te maak dat leerders op 'n sekere punt van eksperimentering aan die onderwyser moet terugvoering gee alvorens hulle kan aangaan. Uit die praktiese ervaring van die navorser in die IKT Laboratorium word die hulp van 'n laboratoriumassistent, wat kan help met monitering asook prosedure en tegniese hulp, sterk in voorafgaande situasie aanbeveel.

Dit is die mening van die navorser dat gereelde terugvoering op verskillende stadiums van leerderaktiwiteite daartoe kan lei dat wanopvattinge en verkeerde resultate en werkswyses vroeg genoeg aangespreek word – die gebruik van netwerktoepassings, soos die lokale areanetwerk (LAN), vir terugvoerdoeleindes kom hier sterk ter sprake (sien 3.4.4.2).

3.7.3 Organisering van aktiwiteite

Die onderwyser speel 'n kritieke rol in die uitsoek en evaluering van leerhulpbronne, asook die daarstel van 'n raamwerk waarbinne die gebruik van tegnologie aangewend kan word ter bereiking van leeruitkomst, die strukturering, ordening, regulering, monitering en assessering van leer, asook die fasilitering van interaksies

tussen die leerder en die rekenaartegnologie (sien 3.7.2), insluitende “begeleidende ontdekkings” (Hennessey 2006:15; Wellington 2003:220-221).

Somekh (1997:114-115) wys daarop dat die gebruik van IKT innoverende leerervaringe kan skep maar dat dit afhanklik is van “... the teacher to provide the context which makes this possible”. Sy gaan voort en sê onderwysers “... need to understand how to organise the classroom to structure learning tasks so that IT resources become a necessary and integral part of learning rather than an add-on technical aid”. Die vaardigheid en vereistes aan die onderwyser gestel ten opsigte van die uitsoek van geskikte sagteware sluit hierby aan (sien 3.7.1).

Mortimer en Scott (in Hennessey 2006:15) sien dit selfs as ’n tekortkoming indien daar nie in die beplanning van Wetenskap-aktiwiteite spesifiek aandag gegee word aan aspekte soos gespreksgeleentheid rondom aktiwiteite nie (sien 2.6.2.1.2). Leerders wat in pare voor die rekenaar werk met duidelik uiteengesitte opdragte of gestruktureerde groepsbespreking voor- en/of nadat die hele klas aan die rekenaargesteunde aktiwiteit blootgestel is, word voorgestel (sien 3.8.1).

3.7.4 Beheer en behoud van leerders se fokus

Die gebruik van tegnologie kan daartoe lei dat leerders fokus verloor met dit waarmee hulle besig is. So byvoorbeeld kan die proses van outomatiese data vaslegging daartoe lei dat leerders perspektief verloor aangaande die betekenis van dit wat deur die rekenaar voorgestel word. Die onderwyser sal dus hiervan bewus moet wees en ook definitiewe stappe moet neem om die risiko daaraan verbonde te verminder. Dit is ook die onderwyser se verantwoordelikheid om seker te maak dat wanopvattinge nie ontstaan tydens simulاسies of deur die animasie en voorstellings van abstrakte konsepte nie. Dit is nodig dat die onderwyser voortdurend die nodige perspektief rondom voorgenoemde aan leerders deurgee (Hennessey 2006:17).

Leerders kan ook as gevolg van die aard van die tegnologie daarmee “rondspeel” en die interaktiewe eienskappe daarvan op ’n ongedissiplineerde wyse ondersoek. Dit kan daartoe lei dat onderwysers voel hulle verloor outoriteit en gevolglik ’n negatiewe gesindheid jeens die aanwending van tegnologie veroorsaak (Granger, Morbey,

Lotherington, Owston & Wideman 2002:484). 'n Netwerkopstelling met sagteware waarmee elke rekenaar in die klaskamersituasie sentraal gemonitor kan word, kan met groot vrug in voorgenoemde verband aangewend word (sien 3.4.4.2).

3.7.5 Monitering van internet gebruik

Die uitdagings verbonde aan die gebruik van die internet is reeds in 3.4.4.1 bespreek. Wanneer die internet wel in die klaskamer gebruik word, word daar van die onderwyser verwag om pro-aktief op te tree en leerders nie net “los” te laat op die internet nie. Die afbakening van internetsoektogte deur versigtig-gestruktureerde opdragte, wat terselfdertyd ook aan die leerder die nodige verantwoordelikheid, vryheid van keuse en geleentheid vir aktiewe deelname gee, word aanbeveel (BouJaoude 2005:26; Hennessey 2006:18). Voorgenoemde sal noodwendig beteken dat onderwysers voorafsoektogte op die internet moet loods.

3.7.6 Integrering van IKT

Navorsing het getoon dat wanneer tegnologie saam met ander onderrig-en-leeraktiwiteite in die klaskamer aangewend word, dit tot beter prestasie by leerders lei en gevolglik word die geïntegreerde gebruik van tegnologie aanbeveel (Bitter & Pierson 2002:121; Lee 2002: 27; Zhao *et al.* 2005:14 van 60).

Eerder as om tegnologie in isolasie te gebruik, kan 'n fisiese model byvoorbeeld saam met die rekenaargebaseerde modellering-aktiwiteit gedoen word. Die resultate van internet-gebaseerde soektogte of simulاسie-gebaseerde aktiwiteite kan gekoppel word aan ander klasaktiwiteite, tydens en/of na die rekenaargebaseerde aktiwiteit (Conway 1997:9 van 12). Op hierdie wyse kan belangrike vaardighede, soos die trek van grafieke, asook tradisionele metodes, soos praktiese demonstrasies, steeds aangewend word. Meer belangrik, dit wat op die rekenaarskerm weergegee word en die werklike situasie kan in die verband met mekaar gebring word en mekaar aanvul. Dit is die taak van die onderwyser om reeds bestaande kennis in verband te bring met die aktiwiteite wat uitgevoer word. Gompertz (soos aangehaal deur Hennessey 2006:19) maak die stelling dat “... the demands of interpreting and synthesising results are more complex from students' perspective and are very time consuming”.

Dit sluit in die lees en verstaan van data, die trek van verbande, betekenis gee aan data, die oorweging van meer as een idee en die evaluering van alternatiewe oplossingsstrategieë. Vaardige onderwyserleiding is nodig om hierdie vaardighede by leerders te ontwikkel.

3.7.7 Assessering van leerders se werk

Dit is noodsaaklik dat onderwysers leerders se werk assesseer ten einde seker te maak dat progressie wel plaasvind (sien 2.6.5).

Die omvang van die assesseringsproses in die klaskamer, veral individuele assessering, kan maklik daartoe lei dat noodsaaklike en tydige terugvoering nie na wense plaasvind nie. Dit is dus noodsaaklik dat onderwysers die voordele van IKT toepassings wat 'n assesserings- en/of terugvoerfunksie vertoon, oorweeg. Hier word onder andere verwys na toepassings soos die PRS (sien 3.4.3.2) en sagteware wat terugvoering gee aangaande die leerder se vordering met die sagtewareprogram of prestasie. Nie net ondersteun IKT, wat op hierdie wyse aangewend word, onderwysers in hul assesseringstaak nie, dit lei ook volgens Zhao *et al.* (2005:12 van 60) tot beter leerderprestasie.

Die gebruik van IKT vir assesseringsdoeleindes moet egter nie verwar word met die assessering van aktiwiteite waarin IKT-toepassings as assesseringsinstrument, as deel van die leerproses, gebruik word nie. In laasgenoemde geval is dit baie belangrik dat onderwysers op die volgende, tydens die assesseringsproses, let:

- *Plagiaat en die gee van verwysings*: Omdat dit dikwels 'n probleem is dat werk vanaf die internet of CD-ROM's gekopieer word en as sodanig deur leerders aangebied word, is dit nodig dat onderwysers leerders spesifiek inlig rondom die vereiste van eie werk en daarom ook vereis dat leerders erkenning gee aan hul bron van inligting in 'n bronnelys. Leerders moet dus ook die korrekte wyse van bronverwysing in 'n bronnelys geleer word (Wellington 2003:222-223). Deur na die sinskonstruksie, taalgebruik en uitleg van die werksopdrag te kyk en die bronverwysings na te gaan, indien nodig, kan die moontlikheid van plagiaat beperk word. Die onderwyser kan ook van teen-plagiaat

sagteware soos Turnitin® of Viper©, wat spesiaal ontwerp is om kopiëring uit internet bronne uit te wys, gebruik maak (Irons 2008:94-95).

- *Opgradering van werk deur IKT-gebruik:* Deur van verskillende IKT-toepassings gebruik te maak, kan leerders werkopdragte indien wat baie professioneel vertoon. Die vraag ontstaan egter of dit gaan oor hoe die werkstuk lyk of die inhoud daarvan. Gesien teen die agtergrond van die voordeel wat IKT vir die aanbieding van werkopdragte inhou (sien 3.5) sal dit al hoe meer van onderwysers verwag word om krities te wees ten opsigte van die oorspronklikheid van die werk asook die kwaliteit van die vakwetenskap wat in die werkstuk vervat is (Wellington 2003:223). Dit bleik dus dat dit in die praktyk veral belangrik is dat die onderwyser die kriteria waarvolgens aanbiedings beoordeel gaan word voor die tyd aan leerders bekend maak. Hierin kan voorsiening gemaak word vir die voorkoms van die aanbieding asook die kwaliteit van die Fisiese Wetenskappe-inhoud, wat weer akkuraatheid, hoeveelheid, moeilikheidsgraad, addisionele feite, ensovoorts insluit.
- *Koöperatiewe werk:* Omdat die gebruik van IKT in die Fisiese Wetenskappeklaskamer dikwels 'n geleentheid vir koöperatiewe leer skep, is dit nodig dat onderwysers nie net gereed is om die resultaat van 'n groeppoging te assesseer nie maar ook die geleentheid moet raaksien om ander fasette binne groepdinamika te assesseer (sien 3.8.1).

Dit is die navorser se mening dat daarteen gewaak moet word dat die fokus tydens assessering nie sonder meer op die evaluering van die gebruik van die IKT-toepassing as sodanig moet val nie, maar eerder op die uitkomst wat bereik moet word. Slegs in die geval waar die IKT-toepassing as instrument gebruik word om byvoorbeeld data in te samel of lesings te neem, kan die vaardigheid daaraan verbonde geassesseer word.

3.8 IKT IN DIENS VAN KOÖPERATIEWE LEER

Die aanwending van IKT in die klaskamer is uiters geskik vir koöperatiewe leer en wel om die volgende redes. Eerstens, as gevolg van die voordele wat dit tot leer

inhou – verskeie studies het aangetoon dat tegnologie leerprestasie verbeter indien dit 'n geleentheid skep vir samewerking tussen leerders (Zhao *et al.* 2005:10,26 van 60). Tweedens, vanweë die praktiese situasie in die Fisiese Wetenskappeklaskamer – dit is dikwels die geval dat Wetenskap-eksperimente om praktiese redes in groepverband gedoen word of omdat daar 'n tekort aan apparatuur (wat IKT kan insluit) is of omdat dit spanwerk vereis (Male 1994:267). Noodsaaklike elemente van effektiewe koöperatiewe IKT-gebaseerde lesse is:

3.8.1 Heterogene groeipindelning

Die doel van groeipindelning is om te verseker dat daar 'n heterogene verspreiding van leerders ten opsigte van geslag, ras, kultuur, taal en akademiese prestasie in die vak is. Dit opsigself kan leerders blootstel aan die feit dat hulle met ander in groepverband moet kan saamwerk, ongeag die samestelling van die groep en wat ook al die omstandighede (Male 1994:269). Rosenthal (1996:96) wys daarop dat heterogene groeipindelning ook die behoefte van die leerder, waarvan die TVOL nie dieselfde is as hul huistaal nie, aanspreek omdat 'n klaskamermilieu waarin tweedetaal ontwikkeling (en begrip) kan plaasvind, geskep word (sien 2.6.2.1.2). Binne die Suid-Afrikaanse konteks is voorgenoemde baie belangrik (sien 1.2.2.1 en 1.2.2.2).

3.8.2 Element van spanbou

Wanneer rekenaargebaseerde aktiwiteite in 'n koöperatiewe konteks plaasvind, is dit nie net leerders wat mekaar moontlik nie goed ken wat moet saamwerk nie, dit behels ook die gebruik van sagteware en rekenaar-apparatuur wat stres sowel as opwinding kan veroorsaak. Anderson (soos aangehaal deur Male 1994:269) het bevind dat wanneer leerders in 'n klein groepie met 'n rekenaar moet werk “putting children together to work at the computer is not enough. They need to feel a commitment and concern for others in their group. When responsible for their own and each other's learning, they learn to understand each other as well as master academic content. Working together with the emphasis on teamwork makes the experience a positive one”. In hierdie verband word 'n ken-mekaar-aktiwiteit aanbeveel. Dit kan wissel van die maak van 'n plakkaat oor die groep of slegs die kies van 'n naam vir die groep (Male 1994:269). Voorgenoemde is belangrik, gesien

in die lig van een van die Kritieke Uitkomst wat die doeltreffende saamwerk met ander as lede van 'n span, groep, organisasie en gemeenskap nastreef (sien 2.6.1.3).

3.8.3 Vestiging van positiewe interafhanklikheid

Positiewe interafhanklikheid beteken dat nie een van die groepslede suksesvol kan wees tensy almal in die groep suksesvol is nie – hulle het mekaar dus nodig:

- Doel-interafhanklikheid: “Niemand is klaar voordat elkeen in die groep die titrasie proses aan die hand van die pH-grafiek kan verduidelik nie”
- Hulpbron-interafhanklikheid: “Slegs een werkkaart word aan die groep verskaf. Alle resultate moet daarop aangeteken word”.
- Taak-interafhanklikheid: “Elkeen het 'n spesifieke plig, byvoorbeeld een persoon moet die chemikalieë afmeet, 'n ander moet die titrasie doen, iemand moet die rekenaar hanteer, ensovoorts. Elkeen sal bydra tot die sukses van die eksperiment”.
- Prestasie-interafhanklikheid: “As elkeen in die groep ten minste x aantal punte behaal, kan elkeen in die groep y bonuspunte kry” (Killen 2000a:100; Newby, Stepich, Lehman & Russell 1996:51).

Omdat leerders gewoonlik in 'n mededingende en individualistiese situasie is, is dit noodsaaklik om die positiewe interafhanklikheid van groeplede duidelik aan hulle te kommunikeer, voordat hulle in groepverband begin werk (Male 1994:270).

3.8.4 Doelbewuste onderrig van sosiale vaardighede

Wanneer daar van koöperatiewe leer gebruik gemaak word, behoort die aanleer van sosiale vaardighede daarmee geïntegreer te word (Killen 2000a:100). Dit beteken dat die onderwyser 'n doelbewuste poging moet aanwend om hierdie vaardighede by die leerders te ontwikkel. Die vaardighede wat ontwikkel moet word, moet vooraf geselekteer word en met die leerders bespreek word. Dit is goeie praktyk om die kriteria vir die assessering van die individu ten opsigte van sosiale groepvaardighede tydens groepwerk aan die leerders voor te hou, voordat hulle begin. Sodoende word

hulle enersyds bewus gemaak van hul verantwoordelikhede teenoor die ander groepslede en andersyds dien dit as maatstaf waarteen die vordering in die uitvoer van dié vaardigheid gemeet kan word (Male 1994:270).

3.8.5 Reflektering op groepdinamika

Die onderwyser se rol in die waarneming en assistering van die groepe, nie net ten opsigte van die vakinhoudelike nie maar ook ten opsigte van hoe goed die groepe funksioneer, beklemtoon die noodsaaklikheid van groepvaardighede (Killen 2000a:100). Dit is daarom belangrik dat daar van tyd tot tyd geleentheid in die klassituasie geskep word om aandag te gee aan dit wat op daardie stadium waargeneem is, geleer is en waarop verbeter kan word. Deurdadig is daar in klasverband geleentheid is om oplossings vir probleme voor te stel, asook bewus te word van die gedrag en sosiale vaardighede wat nodig is vir effektiewe groepwerk, kan verhoed word dat soortgelyke probleme later groep vir groep hanteer moet word (Male 1994:271).

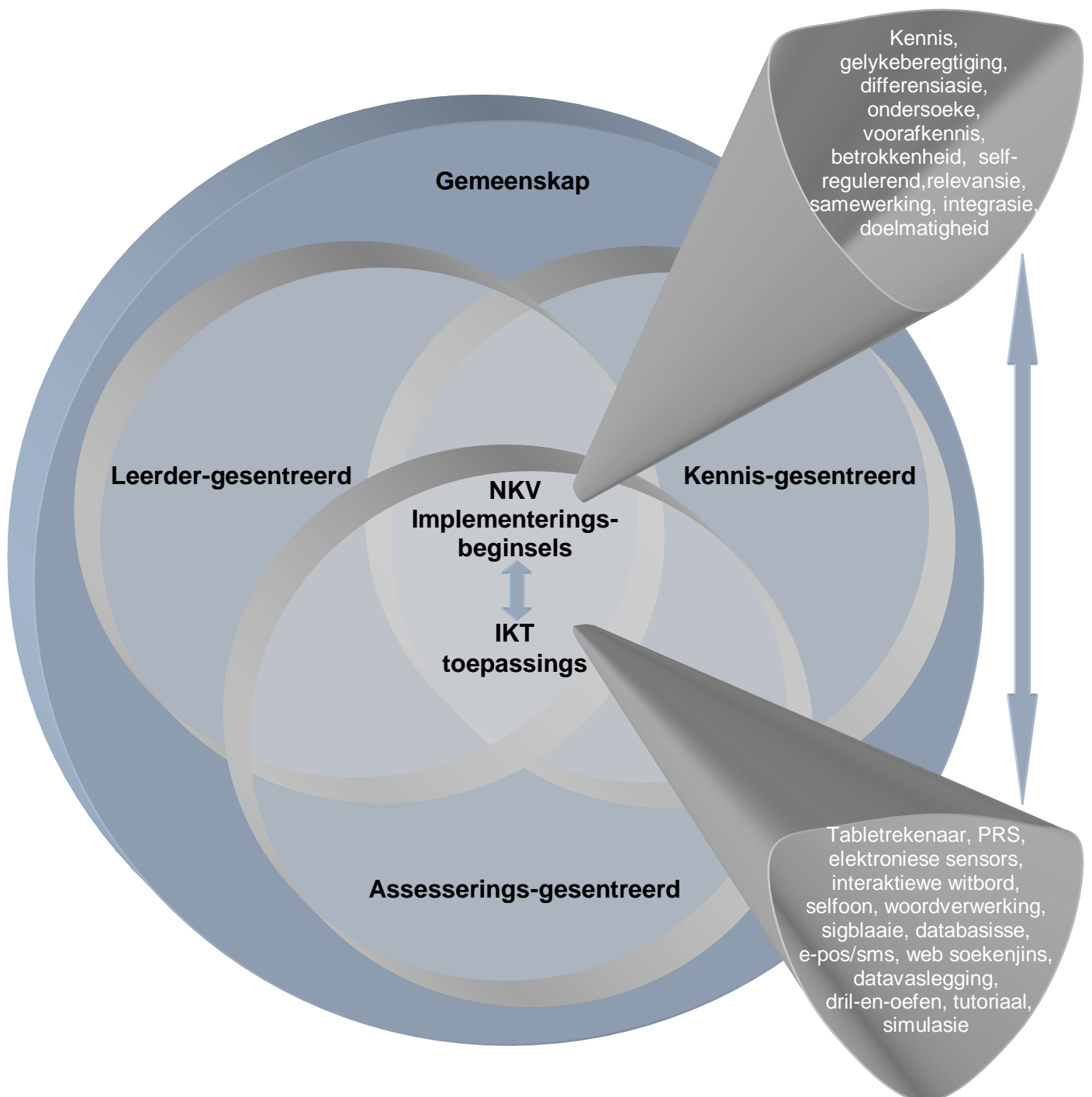
3.9 IKT IN DIENS VAN DIE IMPLEMENTERINGSBEGINSELS VAN DIE NKV

Die implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe, volgens die beginsels soos uiteengesit in 2.7.1, kan slegs plaasvind in 'n leeromgewing wat die toepassing daarvan moontlik maak en ondersteun. In aansluiting hiermee en ondersteunend aan die leeromgewing-model wat in 2.7.1 voorgestel is, maak Roblyer, Edwards en Havriluk (soos aangehaal deur Bober 2002:92) die stelling dat “through integrating technology into instruction, teachers become more student-centered (sien 2.7.2), less interested in whole-class instruction. The activities and projects they assign are more interdisciplinary (sien 2.7.5) and more open-ended – with students encouraged to pursue creative and appropriate solutions – rather than the right ones” (sien 2.7.3).

Voorgenoemde perspektief rondom die invloed van tegnologie op die leeromgewing bied 'n uitstekende raamwerk waarbinne die gedagte van 'n e-Onderwysgebaseerde benadering in die implementering van die NKV beslag kan kry terwyl die behoeftes van 'n 21ste-eeuse klaskamer ook aangespreek word (sien 1.1). Hiervolgens kan

goed geselekteerde IKT-toepassings in diens van die implementeringsbeginsels aangewend word (sien 3.7.1).

In Figuur 3.14 word die leeromgewing-model van 2.7.1, waarin die implementeringsbeginsels sentraal staan, uitgebrei tot 'n omvattende NKV implementeringsmodel, waarin die aanwending van IKT instrumenteel is:



Figuur 3.14: IKT-gebaseerde leeromgewing-model vir die NKV-implementeringsbeginsels

Uit Figuur 3.14 is dit duidelik dat die aanwending van verskillende IKT-toepassings meganismes skep waardeur die NKV-implementeringsbeginsels beslag kan kry. Teen hierdie agtergrond sal daar nou voortgegaan word om aan te toon hoe die gebruik van IKT-toepassings, soos bespreek in 3.4, die implementeringsbeginsels van 2.7.1 op 'n praktiese wyse, binne 'n e-Onderwysgebaseerde benadering in die Fisiese Wetenskappe klaskamer, kan aanspreek.

3.9.1 Konstrueer van kennis

Die konstrueer van kennis veronderstel dat leerders in staat gestel word om **kennis aktief op te bou** en **kritiese denke** te beoefen (sien 2.6.4.5.1).

Soos wat onderwysfilosofie wegbeweeg van behavioristiese benaderings na meer konstruktivistiese sienings rondom die wyse waarop leerders kennis konstrueer (sien 2.6.4.2 en 3.2), sal die aanwending van IKT in lyn daarmee moet geskied (Bitter & Pierson 2002:147; Johansson & Gärdenfors 2005:15).

Wat betref die konstrueer van kennis vanaf **aktiewe interaksie met die onmiddellike omgewing** kan ...

- die gebruik van **datavaslegging** (sien 3.4.3.1) leerders in staat stel om die omgewing te manipuleer, die effek daarvan feitlik onmiddellik waar te neem en dan hul eie interpretasie daaraan te heg;
- inligting wat vanaf die **internet** (sien 3.4.4.1) verkry word met mekaar vergelyk word om begrip op te bou. Die onmiddellike omgewing word dus nou nie meer net tot fisiese nabyheid beperk nie (“global community”-idee);
- 'n eksperiment wat werklik in die klas gedoen word, vergelyk met die resultate van 'n **simulasie** (3.4.1.3 en 3.7.6). Op hierdie wyse word insig opgebou rondom teorie en praktyk.

Met die konstruktivistiese benadering word daar dus gestreef om 'n leeromgewing te skep waarin leerders hul eie kennis kan konstrueer, eerder as om onderwysers se interpretasie van die wêreld net so oor te neem.

Jonassen (2000:10-11) verwys na IKT-toepassings as kognitiewe instrumente wanneer dit aangewend word om **kritiese en hoër-orde-denke** (sien 2.6.1.4.2) by leerders te fasiliteer, eerder as om blote reproduksie van kennis teweeg te bring.

Wat betref die konstrueer van kennis deur **kritiese denke te beoefen**, kan die ...

- resultate van **datavaslegging** (sien 3.4.3.1) aan leerders die geleentheid bied om grafiese voorstellings se betekenis te **verduidelik**, asook sekere tendense op die grafieke te **interpreteer**. Dit kan plaasvind nadat die grafieke **geanaliseer** is en **verbande getrek** is tussen die werklike situasie en die grafiese voorstelling daarvan (sien 2.6.1.4.2);
- **tabletrekenaar** met **digitale skryfvermoë** (sien 3.4.3.3), in kombinasie met die **LAN** (sien 3.4.4.2), gebruik word om op verskillende **probleemoplossing** strategieë van leerders in die klas te reflekteer en terselfdertyd **metakognisie** te ondersteun;
- gebruik van die **PRS** (sien 3.4.3.2) daartoe bydra dat leerders op 'n gereelde basis, deur middel van **uitdagende vrae**, tot **dieper denke** verbind word;
- gebruik van **woordverwerking** en ander **kommunikasie programmatuur** tydens aanbiedings, publisering of die bespreking van projek resultate daartoe aanleiding gee dat leerders kritiese denkvaardighede tydens die samestelling van die media moet beoefen (sien 3.4.2.1).

Dit wil dus voorkom dat wanneer IKT-toepassings as kognitiewe instrumente gebruik word, dit 'n "**minds-on**"- of "**hands-on**"-benadering tot gevolg het en sodoende is leerders **aktief** besig om die eksterne wêreld te verken en te interpreteer sodat kennis deur die leerder self gekonstrueer word en nie net deur die onderwyser voorsien word nie (Jonassen 2000:12-14).

3.9.2 Gelykeberegting

Gelykeberegting veronderstel dat leerders as **gelykes**, sowel as **regverdig** deur die fasiliteerder behandel word (sien 2.7.1).

Die gebruik van IKT, veral in 'n koöperatiewe leersituasie, kan gelykeberegting ondersteun deurdat ...

- 'n roteringstelsel tydens **datavaslegging** verseker dat elke groeplid die kans kry om 'n sekere rol te vervul, soos om byvoorbeeld die data met die rekenaar in te samel of om die eksperiment fisies uit te voer ensovoorts. 'n Gemeenskaplike resultaat verseker ook dat al die groepslede oor dieselfde kam geskeer word;
- gereelde **PRS**-assessering al die leerders in die klas onder dieselfde omstandighede en op gelyke voet betrek en 'n objektiewe uitslag meewerk;
- onmiddellike terugvoering via **massa sms-stelsel** verseker ook dat leerders uitslae gelyktydig ontvang;
- **heterogene groeplindeling** (sien 3.8.1) tydens **datavaslegging** of terugvoer via **tabletrekenaar** en **LAN** skep 'n kultuur dat almal se insette belangrik is;
- veral **internet-soektogte** die bydrae van verskillende kulture, rasse en geslagte tot die wetenskap kan benadruk en sodoende bydra tot die kultuur van menseregte, inklusiwiteit en sosio-ekonomiese geregtigheid (sien 2.6.1.6).

Deur IKT-toepassings in voorgenoemde verband te gebruik, kan sensitiwiteit rondom ongelykhede, geslagsaangeleenthede, gestremdhede en inheemse kennisstelsels getoon word (Granger, Morbey, Lotherington, Owston & Wideman 2002:486: RSA DoE 2004b:16).

3.9.3 Differensiasie

Differensiasie veronderstel dat die fasiliteerder voorsiening maak vir **verskillende** leerders op grond van **vermoë, leertempo en belangstelling** (sien 2.6.4.5.3).

Wat **differensiasie** betref kan ...

- **dril-en-oefen**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** (sien 3.4.1.1) op verskillende vlakke en teen eie tempo gebruik word om aan te pas by die eie aard van die leerder. Op hierdie wyse word daar voorsiening gemaak vir aspekte soos voorafkennis en die sone van naaste ontwikkeling van individue;

- die gebruik van **multimedia** (sien 3.4.5) die behoeftes van individuele leerders aanspreek ten opsigte van voorkeure betreffende die ouditiewe of visuele. Die **interaktiewe witbord** kan 'n soortgelyke rol speel (sien 3.4.3.4). Multimedia kan ook tot voordeel van individuele kultuur- of taal deur diverse leerders aangewend word weens die voordeel van visuele leer bo teks gebaseerde bronne (Barba 1998:287);
- die verskillende leerstyle van individuele leerders geakkommodeer word deur IKT-toepassings. Wanneer Newton se eerste wet behandel word sal die globale denkers (geheelbeeld, holisties) byvoorbeeld baat vind by 'n **simulasie** wat die werking van 'n sitplekgordel (en dus die toepassing van 'n resulterende krag) tydens 'n botsing uitbeeld, terwyl die analitiese denkers (detail) heel moontlik eerder beweging met **datavaslegging** sal wil ondersoek om bewegingswette te bevestig (sien Muijs & Reynolds 2006:195; Rosenthal 1996:80; Wellington 2003:130; *Your Child* June 2008:20);
- **tutoriaal programmatuur** soos 'n **leesprogram** se inhoud, maklik aangepas word om Fisiese Wetenskappe-vakinhoud te gebruik om leesvaardighede en leesbegrip te verbeter (sien 2.6.2.1.2). Op hierdie wyse word vakinhoud met leesvaardigheid gekombineer en integrasie met **tale** is weer ter sprake.

Differensiasie is noodsaaklik omdat die opbou van kennis in individuele konteks plaasvind. Dit vind egter ook plaas deur sosiale interaksie en samewerking (sien 3.9.8).

3.9.4 Ondersoekende benadering

Hierdie beginsel veronderstel dat die **vaardighede en prosesse van die ondersoekende benadering** beklemtoon word. Dit vind verder noue aansluiting by die wyse waarop kennis gekonstrueer word (sien 3.9.1).

Die wetenskaplike metode (sien 2.6.1.4.1) bied 'n meganisme waarvolgens die prosesse en vaardighede van die **ondersoekende benadering** gerig en beoefen kan word. Hiertydens kan ...

- die **internet** asook **multimedia** gebruik word om inligting te bekom om verskillende perspektiewe en standpunte met mekaar te vergelyk om uiteindelik die beplanning van ondersoekes sowel as die hipotesestelling daarop te grond;
- data ingesamel, verwerk en geïnterpreteer word deur gebruik te maak van **datavaslegging, databasisse, sigblaai** (sien 3.4.2.2) en **simulasie**. Die ondersoek kan verder ondersteun word deur inligting vanaf die **internet** en **multimedia** te bekom;
- daar gebruik gemaak word van **sagteware** wat ontwerp is om die resultate en afleidings van die ondersoek op 'n aanskoulike en meer verstaanbare wyse weer te gee.

Robert Tinker (soos aangehaal deur Woerner, Rivers & Vockell 1991:194), maak die volgende insiggewende stelling rondom die gebruik van IKT tydens die ondersoekende benadering:

“... make it into a tool that allows students to quantify the world about them ... an instrument that can measure force, light, pressure, temperature, heart rate, acceleration, response time, brain waves, muscle signals and many, many more other phenomena in the world about us ... give students these tools and you will see a revolution in science education – a true embodiment of Piaget’s notion that children learnt best by discovering and creating the world for themselves” (sien 2.6.4.3).

3.9.5 Voorafkennis

Hierdie beginsel veronderstel dat daar aandag gegee word aan die **voorafkennis** van leerders omdat leer kumulatief van aard is (sien 2.6.4.5.4).

Die wyse waarop kennis deur leerders opgebou word, is afhanklik van dit wat hulle reeds weet, wat opsigself weer afhanklik is van die ervarings wat hulle voorheen gehad het en die wyse waarop die ervarings in kennisstrukture georganiseer is. Wat die vasstel van **voorafkennis** betref, kan ...

- die **PRS** aangewend word om basislynassessering te doen, ten einde kennisvlakke vas te stel, voordat daar met die aanbied van nuwe kennis voortgegaan word. Dit kan ook op 'n gereelde basis gebruik word om leerders te dwing om hul voorafkennis op datum te bring voordat nuwe werk aangepak word (sien University of Colorado Science Education Initiative and UBC'-s Carl Wieman Science Education Initiative n.d.:13);
- **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** enersyds die vlakke van voorafkennis vasstel en andersyds as meganismes dien om dit uit te brei.

Wat die opbou van **voorafkennis** betref, kan ...

- tegnologie 'n groot bydrae lewer tydens die uitbreiding van die onderbou van leerders ten opsigte van dit wat hulle kan doen en oor kan redeneer, wat as basis vir latere begrip kan dien. So kan “oopenstapeling” leerders in staat stel om deel te wees van komplekse kognitiewe aksies, soos wetenskaplike visualisering en **model-gebaseerde leer** (sien 3.4.1.4) wat baie moeilik, indien nie onmoontlik sonder tegnologie sou gewees het nie (Bransford 2001:243);
- die eiesoortige denkprosesse en beredenering tydens die gebruik van rekenaars, as kognitiewe instrumente, dra by tot die oopenstapeling van kennis in die sone van naaste ontwikkeling van die leerder (Jonassen 2000:13).

3.9.6 Betrokkenheid

Hierdie beginsel veronderstel dat leerders **belangstelling** toon en aan die leerproses **deelneem**.

Om leerders se belangstelling in die leerproses te behou, behoort daar voorsiening gemaak te word vir die behoeftes van individuele leerders ten opsigte van benadering tot leer, leerpotensiaal, voorafkennis, kognitiewe styl, motivering en leerstrategie (Hodson 1998:61). Deur IKT-toepassings **gedifferensieerd** (sien 3.9.3) te gebruik kan dit 'n positiewe invloed op die leerders se **belangstelling** hê.

Uit 3.9.1 is dit duidelik dat wanneer IKT-toepassings as kognitiewe instrumente gebruik word, dit **aktiewe deelname** deur middel van 'n “minds-on”- of “hands-on”-benadering tot gevolg het.

Om seker te maak dat elke leerder aan die leerproses **deelneem**, kan ...

- die **PRS** ingespan word om seker te maak dat elke leerder oor vroeë probleme dink en daarop reageer;
- die **LAN** in kombinasie met die **tabletrekenaar** gebruik word om individuele vordering en deelname te monitor;
- **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** wat op die individu gerig is, van tyd tot tyd as versterking van leer aangewend word. Dit kan maklik nagegaan word om vas te stel of individue wel deur die proses gegaan het.

Op voorgenoemde wyse kan verseker word dat elke leerder aktief aan die leerproses deelneem.

3.9.7 Persoonlike relevansie

Hierdie beginsel veronderstel dat leerders die Wetenskap in die klaskamer in verband bring met die **werklikheid** buite die klaskamer (sien 2.6.4.5.6).

Realistiese alledaagse kwessies en probleme kan tot in die klaskamer gebring word deur ...

- **simulasies, multimedia** en die **internet** te gebruik om toepassings van Wetenskap-,beginsels in die praktyk uit te wys soos byvoorbeeld 'n aanbieding oor die Doppler-effek van die fluit van 'n verbygaande trein;
- **sensors** en **datavaslegging** te gebruik om lewensgetroue situasies te ondersoek deur byvoorbeeld vryval van 'n hoppende bal met 'n bewegingsensor te analiseer of die suur- en basiseienskappe van huishoudelike middele met 'n pH-sensor te ondersoek – vakkennis in konteks (sien 2.6.1.5);

- deur akkurate primêre- en werklike data, wat deur byvoorbeeld **datavaslegging** in die praktyk ingesamel is, te vergelyk met “handboekwaardes”, dit in verband met mekaar te bring en afwykings te verklaar.

Op voorgenoemde wyse kan IKT daartoe bydra dat leerders teorie en praktyk bymekaar uitbring deurdat leer binne ’n lewensgetroue sosiale en fisiese konteks betekenis gekry het.

3.9.8 Samewerking

Hierdie beginsel veronderstel dat leerders eerder met mekaar moet **saamwerk** as om teen mekaar te kompeteer (sien 2.6.4.5.2).

Die gedagte van IKT in diens van koöperatiewe leer is reeds in 3.8 bespreek. Daar sal egter nou aandag gegee word aan die wyses waarop IKT daartoe kan bydra om ’n leersituasie in sosiale konteks te skep. Dit kan gedoen word deur ...

- ondersoek in groepverband met **datavaslegging** te vereis. Dit behels onder andere ’n fisiese aktiwiteit, soos die doen van ’n eksperiment, die hantering van die rekenaar en die elektroniese sensor om data in te samel, sowel as die neerskryf van waarnemings, ensovoorts. Hierdeur word ’n ideale platform geskep vir groepdinamika en koöperatiewe leer;
- ’n probleemstelling in groepverband vir bespreking te gee en terugvoering via die kombinasie van **tabletrekenaar** (met digitale skryfvermoë) en **LAN** te gee (sien 3.4.4.2). Die feit dat dit baie maklik is om onmiddellik ’n kopie van die terugvoer vir elke lid van die groep op ’n drukker te maak, kan individuele deelname aanmoedig omdat bydraes nie “verlore gaan” nie (soos wanneer ’n blaaibord gebruik word en net een kopie van die terugvoer bestaan);
- ’n vraag in groepverband vir bespreking te gee en terugvoering deur middel van die **PRS** te vra. Die behoefte aan prestasie sal veroorsaak dat elke individu probeer seker maak dat die vraag korrek beantwoord word en sodoende word ’n uitstekende geleentheid vir groepbespreking met

alternatiewe standpunte geskep. Die skep van positiewe interafhanklikheid word hier veral versterk (sien 3.8.3).

Die aanwending van IKT-toepassings kan dus koöperatiewe leer ondersteun en uitbou deurdat dit leer ondersteun deur gedagtes te wissel, deur samewerking met ander, deur bespreking, argumentering en die opbou van konsensus binne 'n leergemeenskap en deur samewerking tussen leergemeenskappe (Jonassen 2000:9).

3.9.9 Verantwoordelik vir eie leer

Hierdie beginsel veronderstel dat leerders hulself beskou as **in beheer van hul eie leerproses** en dus self verantwoordelikheid neem vir die monitering daarvan.

Self-regulering, met ander woorde, die doelbewuste monitering van persoonlike kognitiewe prosesse, kan net plaasvind indien voorsiening gemaak word vir refleksie en terugvoering (sien 2.7.4).

IKT ondersteun terugvoer en refleksie deurdat ...

- **interaktiewe rekenaarprogrammatuur** 'n geleentheid vir terugvoering tydens die leerproses skep. **Dril-en-oefen-programmatuur** in die vorm van lees- en wiskunde-programme gee onmiddellike terugvoering, terwyl **data-vaslegging** programmatuur ook die geleentheid skep om aksies met resultate te vergelyk (Bransford 2001:243);
- die kombinasie van **tabletrekenaar** (met digitale skryfvermoë) en **LAN** dit moontlik maak om insette van individue of groepe in klasverband te bespreek sodat leerders sodoende die geleentheid kry om op verskillende perspektiewe te reflekteer en hul eie weergawes daarmee te vergelyk;
- die **PRS** dit moontlik maak om antwoorde onmiddellik te assesser en terugvoering daaromtrent kan gee. Deur individuele leerders se uitslae onmiddellik per **massa sms** aan hulle te stuur, kan hulle hul eie vordering onmiddellik moniteer (sien 3.4.3.2 en 3.4.3.5).

Jonassen (2000:12-13) wys daarop dat die oorbeklemtoning van aktiewe deelname deur leerders tydens konstruktivistiese benaderinge daartoe kan lei dat leerders nie genoegsame tyd gegun word om na te dink oor wat hulle doen nie en gevolglik word metakognisie (sien. 2.6.4.5.5) moontlik agterwee gelaat. Voorgenoemde voorbeelde ondersteun sy siening dat IKT-toepassings as kognitiewe instrumente leerders noodwendig tot reflekterende denke verbind wat die opbou van kennis ondersteun.

3.9.10 Integrasie

Hierdie beginsel veronderstel dat leerders Fisiese Wetenskappe in **verband met ander vakke en die leefwêreld daarbuite** ervaar. Dit vind noue aansluiting by die beginsel van persoonlike relevansie wat reeds in 3.9.7 bespreek is.

Wat betref die **verband met ander vakke** kan ...

- daar tydens **multimedia**-aanbiedings van ondersoek aandag gegee word aan sinskonstruksie, mondelinge kommunikasievaardighede en ander taalaspekte binne die konteks van taalvaardigheid. Op hierdie wyse word IKT gebruik om Fisiese Wetenskap met die **Tale** te integreer;
- die **grafieke** wat tydens **datavaslegging** verkry word geanaliseer word in terme van vorm en eienskappe en binne die konteks van die **Wiskunde**-kurrikulum bespreek word. Op hierdie wyse word die werklike toepassing van Wiskunde in die leefwêreld daarbuite weer aangespreek;
- die blote **gebruik van IKT-toepassings** in die klaskamer die raakpunte tussen Fisiese Wetenskappe en **IT as vak** demonstreer.

Wat betref die **leefwêreld daarbuite** kan ...

- die **internet** 'n geleentheid vir die totstandkoming van plaaslike en wêreldwye belangegroepes van onderwysers, leerders, ouers ensovoorts bied (Bransford 2001:243);
- **multimedia**-aanbiedings, wat byvoorbeeld die vlug van ruimtetuie uitbeeld, gebruik word om die toepassing van Newton se wette te verduidelik;

- 'n **simulasie** gebruik word om aan te toon waarom radioseine met 'n kort golflengte oor langer afstande, maar nie met dieselfde gehalte as seine met 'n langer golflengte, gestuur kan word nie;
- sensitiewe sake soos aardverwarming en die impak van Wetenskap op sosio-ekonomiese ontwikkeling van gemeenskappe deur **internetsoektogte** begrond word.

Die gebruik van IKT kan dus op vele wyses daartoe bydra dat verskillende vakke en die leefwêreld daarbuite nie as losstaande van mekaar ervaar word nie.

3.9.11 Doelmatigheid

Hierdie beginsel veronderstel dat leerders **bewus** is van die **uitkomste wat hulle moet bereik** (sien 2.6.4.5.7).

Hoewel die gebruik van IKT as sodanig nie noodwendig uitkomste vasstel nie, kan die gebruik daarvan leerders rig. So byvoorbeeld kan ...

- die gebruik van die **PRS** tydens **basislynassessering** aan leerders 'n aanduiding gee van hul vlak van voorafkennis, terwyl 'n **voor-toets** met die stelsel aan leerders 'n idee kan gee van kennis wat opgedoen moet word;
- sommige **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** ook vooraf duidelike uitkomste definieer.

Wanneer IKT-toepassings gebruik word, is dit belangrik om aan leerders te verduidelik waarom hulle die spesifieke toepassing gebruik ter bereiking van leerdoelwitte. So byvoorbeeld behoort leerders te weet dat datavaslegging gebruik word om grafieke te analiseer (en nie om die grafieke vir die leerders te trek nie) – die leeruitkoms wat dus bereik moet word, is analitiese denke en nie die trek van grafieke nie.

Nie net lewer die IKT-toepassings, soos bespreek in paragrawe 3.9.1 tot 3.9.11, 'n bydrae tot die uitvoer van die implementeringsbeginsels nie, dit dra ook by tot die skep van 'n geïntegreerde leeromgewing (sien 2.7).

3.9.12 Geïntegreerde leeromgewing

Hoewel nie in isolasie van mekaar nie en dikwels oorvleuelend is dit tog moontlik om te sien hoedat verskillende IKT-toepassings leeromgewings binne die geïntegreerde model reflekteer (sien Figuur 3.12).

'n **Leerdergesentreerde aard** (sien 2.7.2) word gereflekteer deurdat die **PRS, dril-en-oefen-programmatuur, tutoriaal-programmatuur, modellering, LAN, tabletrekenaar, simulaties, multimedia, internet, datavaslegging en interaktiewe witbord** aangewend word in belang van **voorafkennis** (sien 3.9.5), **betrokkenheid** en **aktiewe deelname** (sien 3.9.6), **persoonlike relevansie** (sien 3.9.7), **samewerking** met ander leerders (sien 3.9.8) asook **differensiasie** om vir individuele leerders se behoeftes voorsiening te maak (sien 3.9.3). Die aanwending van tegnologie is daarom ook geskik ten opsigte van die akkommodering van die generasie Y-leerder (sien 2.6.2.2).

'n **Kennisgesentreerde aard** (sien 2.7.3) kan gesien word as die **internet, simulasie, multimedia, datavaslegging, aanbiedingsagteware, tabletrekenaar en die PRS** gebruik word in 'n “**minds-on**”- en “**hands-on**”-**benadering** (sien 3.9.1) asook 'n **ondersoekende benadering** (sien 3.9.4) ten einde **kennis by leerders op te bou**, eerder as om die onderwyser se interpretasies net so oor te neem.

'n **Assesseringgesentreerde aard** (sien 2.7.4) word gevind in die feit dat **interaktiewe rekenaarprogrammatuur, dril-en-oefen-programmatuur, datavaslegging, tabletrekenaar (met digitale skryfvermoë), LAN asook die PRS** in kombinasie met 'n massa sms stelsel aangewend word om leerders se denkwyses “sigbaar” te maak (sien Bransford, 2001: 140) sodat **terugvoering** daaromtrent gegee kan word en **self-regulering** (sien 3.9.9) gekweek kan word deurdat leerders die geleentheid gebied word om hul eie leer te monitor. Vanweë die gebruikswaarde van IKT word 'n milieu geskep waarin enersyds **meer gereelde assessering** gedoen kan word en andersyds **meer effektiewe assessering** gedoen kan word vanweë onmiddellike terugvoering (sien 2.6.5).

'n **Gemeenskapsesentreerde aard** (sien 2.7.5) kom na vore wanneer leesprogramme. **Internet, multimedia, simulاسie, datavaslegging, tabletrekenaar en LAN** ingespan word om **integrasie** met ander vakke (sien 3.9.10) te bewerkstellig, **taalkwessies** aan te spreek (sien 3.9.3) en die gemeenskap te reflekteer in terme van **gelykeberegting** (sien 3.9.2 en 2.6.1.6) en **heterogene groeipindelng** (sien 3.8.1), alles binne betekenisvolle lewensgetroue probleme, situاسies en kontekste (Jonassen 2000:9). Deur die geïntegreerde gebruik van IKT word 'n leeromgewing geskep wat die eienskappe van 'n 21ste-eeuse klaskamer vertoon.

Uit voorgenoemde is dit duidelik dat verskillende IKT-toepassings op verskillende wyses, na gelang van die aanwending daarvan, 'n bydrae kan lewer tot die uitvoer van 'n NKV-implementeringsbeginsel. Wanneer dit dus in kombinasie met en aanvullend tot mekaar en nie in isolasie gebruik word nie is dit "... not just a tool anymore ... it's a toolbox" (Vanides 2009:11-12) – en, in die geval van hierdie studie, 'n gereedskapskas met kragtige "implementerings-instrumente".

3.10 FAKTORE WAT DIE IMPLEMENTERING VAN IKT BEÏNVLOED

Tot dusver is daar in hierdie hoofstuk veral gefokus op die toepassingswaarde van IKT binne die konteks van kurrikulumimplementering. Dit is egter belangrik om daarop te let dat die suksesvolle integrering van IKT (met gepaardgaande voordele) in die skoolkurrikulum deur die volgende beïnvloed word:

- Die kritieke rol wat die onderwyser in die gebruik van IKT speel, is reeds in 3.7 bespreek. Lee (2002:23) wys egter daarop dat onderwysers IKT oor die algemeen eerder gebruik om hul aanbiedingsvaardighede uit te bou as om dit as instrument in diens van leer aan te wend, grotendeels omdat hulle nie daarin onderlê is nie. "For teachers to rethink and re-structure teaching and learning, they must first learn enough about the relevant technologies to apply them to their students as part of the integrated learning of the subject matter" (Lee 2002:28; Zhao, Pugh, Sheldon & Byers 2005:52 van 60) (sien 3.5). Granger *et al.* (2002:483) moedig onderwysers aan om by die "tegno-slim" leerders te leer – 'n stap wat gemak en selfvertroue van die onderwyser

vereis. Laasgenoemde word ook as individuele eienskappe beskou wat tot suksesvolle IKT-implementering kan bydra (sien 2.6.2.2).

- Sheingold en Hadley,(soos aangehaal deur Lee 2002:23) maak die stelling dat selfs “motivated computer-using teachers” IKT-toepassings nie oornag op 'n kundige wyse kan implementeer nie. Die implementering van IKT sal dus heel moontlik stelselmatig, met verloop van tyd, moet plaasvind.
- Wanneer alle betrokkenes, naamlik onderwysers, skoolgemeenskap en administrateurs die gebruik van IKT-toepassings ondersteun, word 'n milieu geskep waarin die impak van IKT op leerderprestasie positief beïnvloed word (Zhao, Pugh, Sheldon & Byers 2005:17 van 60).
- Die verbintenis van skoolleiers (soos die skoolhoof meer spesifiek) tot die gebruik van IKT staan in direkte verband met die suksesvolle implementering van 'n IKT-strategie in die skool (Zhao, Pugh, Sheldon & Byers 2005:59 van 60).

Uit voorgenoemde is dit duidelik dat daar nie onrealistiese verwagtinge in terme van 'n tydraamwerk gestel moet word wanneer daar op die infasering van IKT in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer besluit moet word nie. Die Witskrif oor e-Onderwys wat in 2004 gepubliseer is, het 2013 as teikendatum gestel rondom sekere aspekte van IKT-implementering op Nasionale vlak (RSA DoE 2004b:17). Alhoewel dit debatteerbaar is tot watter mate dit wel binne hierdie tydraamwerk gaan realiseer, weerspieël dit tog 'n verbintenis tot implementering oor 'n tydperk.

3.11 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is die aanwending van IKT-toepassings in belang van die implementeringsbeginsels, wat in Hoofstuk 2 geïdentifiseer is, ondersoek. Dit is gedoen teen die agtergrond van die Witskrif oor e-Onderwys, die beleidsdokument wat kurrikulumtransformasie in Suid-Afrika deur middel van IKT in die vooruitsig stel.

Die ontwikkeling van die gebruik van IKT in onderrig-en-leer het parallel aan die ontwikkeling van nuwer denke rondom leer plaasgevind. Waar IKT aanvanklik hoofsaaklik die behavioristiese benadering ondersteun het deur dril-en-oefen het dit

ontwikkel tot 'n tegnologiese instrument waardeur die kognitiewe benadering tot onderrig, leer en hoër orde denke ondersteun en uitgebou kan word. Hierdie tendens word vergestalt in die modelle wat die aanwending van IKT in onderrig-en-leer klassifiseer. Volgens die onderrig-, onthullende-, voorspellende- en emansipatoriese model het die toepassingsmoontlikhede van tegnologie in die klaskamer met verloop van tyd van 'n vak- en inhoudgebaseerde benadering tot 'n leerdergebaseerde benadering, sonder vakinhoud, getransformeer.

Alhoewel “e-Onderwys” 'n omvattende begrip is, word die term in hierdie studie spesifiek gebruik om die aanwending van IKT binne die klaskamer te beskryf. Die ondersteuning en uitbou van onderrigmetodiek en effektiewe leerbeginsels staan sentraal hierin.

'n Ingeligte besluit rondom die aanwending van IKT-toepassings, tot voordeel van onderrig-en-leer, kan slegs geneem word indien die toepassingsmoontlikhede daarvan bekend is. Alhoewel daar verskeie maniere is om IKT in die onderwys te klassifiseer, kan daar grotendeels tussen **sagteware, hardeware (interaktiewe IKT stelsels) en netwerktoepassings** onderskei word.

Wat **sagteware** betref, is **tutoriaal-** asook **dril-en-oefen-programmatuur** welbekend. Roetine vrae met terugvoering aangaande die respons is aan die orde van die dag. **Rekenaarsimulasies** boots die werklikheid na en hou die voordeel in dat aktiwiteite wat om praktiese redes nie normaalweg gedoen kan word nie wel nageboots kan word. **Modellering** verskil van simulasies in dié opsig dat die inisiatief by die leerder en nie die programmeerder gesetel is nie. Die waarde van **woordverwerking** lê in die redigeervermoë daarvan. Geleentheid word nie net daardeur gegee om op vorige pogings te verbeter nie, maar gee ook aan leerders die geleentheid om 'n beter produk te lewer en sodoende kommunikasie te verbeter. Die gebruik van **sigblaai** maak die manipulasie van data, wat kragtige voorstellings op grafieke insluit, moontlik. **Databasisse** kan gebruik word wanneer groot hoeveelhede data gestoor en gesorteer moet word. Op hierdie wyse kan tendense uitgewys word en 'n bydrae in die hipoteseproses gelewer word.

Wanneer sagteware met doelspesifieke hardeware gekombineer word, ontstaan 'n **interaktiewe IKT-stelsel** by uitstek. Tydens **datavaslegging** word elektroniese sensors ingespan om (groot hoeveelhede) data (vinnig) op te neem, terwyl sagteware die ingesamelde data (dadelik) verwerk tot grafieke, tabelle, ensovoorts. Die leerder kan dus meer tyd aan interpretasie van die data bestee as aan tydrowende data-insamelingspraktyke. Die **Persoonlike Respons Sisteem (PRS)** bestaan uit 'n meganisme waarmee data na 'n sensor gestuur kan word wat weer op hul beurt deur sagteware verwerk kan word in die vorm van grafiek, rapporte ensovoorts. Op hierdie wyse kan terugvoer vanaf leerders onmiddellik verkry word. Die **tabletrekenaar met digitale skryfvermoë** stel die leerder in staat om dit wat gewoonlik met pen en papier gedoen is digitaal voor te stel. Die voordeel hieraan verbonde is die feit dat die inligting gestoor, uitgedruk en via 'n netwerk gekommunikeer kan word. Die **interaktiewe witbord** het die voordeel dat inligting gestoor kan word of op 'n interaktiewe wyse met die res van die klas gedeel kan word. Hoewel die **selfoon** verskeie toepassingsmoontlikhede het, is die geleentheid vir effektiewe kommunikasie en terugvoering via 'n **massa sms-stelsel** een van die groot voordele daaraan verbonde.

Netwerkt toepassings van verskillende IKT-komponente maak die aanwendingsmoontlikhede en gepaardgaande voordele daaraan verbonde, soveel groter. Die inligting wat deur die **internet** bekom kan word, spreek vanself in die onderrigsituasie. Die feit dat dit persone (wetenskaplikes) met mekaar in verbinding bring, maak dat kennis eerstehands en vinnig uitgeruil kan word. Die gebruik van 'n **lokale areanetwerk (LAN)** in die klaskamer maak nie net die beheer van IKT-gebruik in die klaskamer maklik nie, maar skep 'n geleentheid vir refleksie en terugvoering deur klaslede. **Virtuele Leeromgewings (VL's)** maak die uitruil van dokumentasie asook inligting en opdragte tussen die onderwyser en leerders onderling maklik. Die gebruik van die internet en VL's in die onderrigsituasie word egter beperk deur die feit dat die meeste leerders nie buite die klaskamer toegang daartoe het nie. Die onus berus dus op die onderwyser om hierdie tegnologie binne klaskamerverband beskikbaar te stel.

Wanneer die gebruik van IKT in diens van vakwetenskaplike beginsels beskou word is dit belangrik om daarop te let dat dit 'n bydrae kan lewer ten opsigte van die

prosesvaardighede, sowel as die teoretiese grondslag van Fisiese Wetenskappe. So byvoorbeeld kan datavaslegging gebruik word om aflesings te neem, grafieke te trek en tendense waar te neem terwyl internet-inligting tot teoretiese begroning kan bydra. In die algemeen kan die aanwending van IKT binne die Fisiese Wetenskappeklaskamer, op grond van die redes waarvoor dit aangewend word, geklassifiseer word. Dit sluit datavaslegging en -analise, die ondersoek en opdoen van kennis, kommunikasie en navorsing asook die aanbieding van inligting in.

Die impak van IKT in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe is gesetel in die feit dat:

- groot hoeveelhede data kan vinnig ingesamel en verwerk word om sodoende 'n meganisme te skep vir onmiddellike visuele terugvoering en herhaalbare interaksie wat noodsaaklik is tydens eksperimentering;
- 'n toename in relevansie ter sprake kom wanneer die Wetenskap in die klaskamer met die wetenskap "daarbuite" in verband gebring word en wanneer leerders soortgelyke meganismes as wetenskaplikes gebruik om inligting te bekom en data in te samel;
- dit aan leerders 'n groter mate van aktiewe deelname asook meer verantwoordelikheid en beheer tydens ondersoeke en eksperimentering gee wat weer tot motivering, toegewydheid en self-regulering kan lei.

Die rol wat die onderwyser in die gebruik van IKT in die Fisiese Wetenskappeklaskamer speel is onontbeerlik, aangesien dit die kombinasie van goeie onderrig en die aanwending van IKT is wat 'n verskil kan maak. Die identifisering van geskikte IKT toepassings, organisering en fasilitering tydens aktiwiteite, beheer en behoud van leerders se fokus, monitering van internet gebruik, integrering van IKT asook die assessering van leerders se werk is elkeen 'n faset wat uitvoerig deur die onderwyser bestuur moet word. Voorafgaande bevestig die didaktiese perspektief van hierdie studie deurdat die verwantskap tussen die leerder, vakinhoud en onderwyser in 'n didaktiese driehoek neerslag vind.

Aangesien die gebruik van IKT dikwels 'n geleentheid vir koöperatiewe leer skep, moet spesiale aandag aan elemente soos heterogene groepindeling, spanbou, positiewe interafhanklikheid, sosiale vaardigheid en groepvaardighede, gegee word.

Die aanwending van IKT-toepassings kan instrumenteel wees in die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe. Dit is moontlik deurdat verkillende IKT-toepassings op so 'n wyse aangewend word dat dit die implementeringsbeginsels (sien 2.7.1) aanspreek en tot uitvoer bring. Hiervolgens:

- kan die manipulering van data deur **datavaslegging** en die vergelyking van **internet**-inligting leerders in staat stel om kennis aktief op te bou terwyl uitdagende vrae deur middel van die **PRS** en probleemoplossing deur middel van die **tabletrekenaar**, in kombinasie met die **LAN**, kritiese denke kan bevorder;
- kan heterogene groepindeling tydens **datavaslegging** of terugvoer via **tabletrekenaar** en **LAN** 'n kultuur van gelykeberegting skep deurdat leerders as gelykes sowel as regverdig deur die fasiliteerder behandel word;
- kan **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur**, op verskillende vlakke en teen eie tempo, differensiasie ondersteun deurdat daar voorsiening gemaak word vir verskillende leerders op grond van vermoë, leertempo en belangstelling;
- kan **datavaslegging**, **databasisse** en **sigblaai** in die ondersoekende benadering aangewend word;
- word die kumulatiewe aard van leer erken wanneer die **PRS** aangewend word om voorafkennis te toets, voordat nuwe werk behandel word;
- vind leerdergesentreerde onderrig plaas deurdat **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** wat op die individu gerig is, leerders aktief laat deelneem aan die leerproses;
- word persoonlike relevansie bewerkstellig deurdat **simulasies**, **multimedia** en die **internet** in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer gebruik word om die wetenskap met die werklikheid buite die klaskamer in verband gebring word;
- word samewerking onder leerders aangemoedig wanneer ondersoeke in groepverband met **datavaslegging** vereis word;

- kan **interaktiewe rekenaarprogrammatuur** 'n geleentheid vir terugvoering tydens die leerproses skep en leerders het daardeur tot 'n mate beheer van hul eie leerproses;
- kan die blote gebruik van **IKT-toepassings** dui op die Integrasie van Fisiese Wetenskappe met ander vakke en die wêreld daarbuite;
- kan doelmatigheid tydens die leerproses neerslag vind in die bewustheid van uitkomst wat bereik moet word deurdat sommige **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** duidelike uitkomst vooraf definieer.

Deur die verskillende IKT-toepassings soos hiervoor toe te pas kan 'n leeromgewing geskep word wat op 'n geïntegreerde wyse 'n **leerdersgesentreerde-, kennisgesentreerde- en assesseringgesentreerde aard** vertoon word.

Die aanwending van IKT in die klaskamer kan 'n definitiewe bydrae lewer tot die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe, mits ook in ag geneem word dat onderwysers sentraal in die implementering van IKT in die Wetenskap-klaskamer staan. Onderwysers opsigself sal bereid moet wees om hulself op te skerp aangaande die gebruikswaarde van IKT's en om van die "tegnoslim"-leerders te leer. Ondersteuning deur die skoolhoof en skoolgemeenskap is belangrik en selfs dan moet daar besef word dat die implementering nie oornag sal plaasvind nie.

In die volgende hoofstuk sal die gefokus word op die wyse (metode van navorsing) wat gevolg is om die IKT Laboratorium, as e-Onderwysgebaseerde leeromgewing te ondersoek.

HOOFSTUK 4

METODE VAN NAVORSING

4.1 INLEIDING

Die essensie van die navorsing in hierdie studie is om 'n e-Onderwysgebaseerde leeromgewing te ondersoek waarin die implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe neerslag kan vind. Vanuit die literatuurstudie in die vorige hoofstukke is daar perspektief gekry aangaande daardie aspekte wat verband hou met suksesvolle kurrikulumimplementering in die Suid-Afrikaanse konteks, sowel as die aanwending van IKT in diens daarvan – alles inligting wat in die samestelling van die meetinstrument (sien 4.6.3), wat in die kwantitatiewe navorsing gebruik is, vervat is.

Die term navorsing impliseer volgens Fraenkel en Wallen (2006:7) enige sistematiese studie of ondersoek van 'n kennisterrein, ten einde feite of beginsels vas te stel of te ontdek. Deur middel van navorsing kan "... 'n bepaalde verskynsel in die werklikheid op 'n objektiewe wyse bestudeer word ten einde 'n geldige begrip van die verskynsel daar te stel" (Mouton & Marais 1998:7). Die soort navorsingsontwerp wat gedoen word, word bepaal deur die wyse waarop die navorsingsvrae die beste ondersoek kan word (Babbie & Mouton 2001:74).

In hierdie studie is daar op 'n nie-eksperimentele navorsingsontwerp besluit (sien 4.5) en kwantitatiewe navorsingsmetodologie (sien 4.6) is gevolg. Voorgenoemde, sowel as ander aspekte van die metode van navorsing, soos die metode van dataversameling, die aard en samestelling van die steekproef, asook die wyse waarop data-analise en interpretasie geskied, sal in die volgende paragrawe, teen die agtergrond van die navorsingsdoelwitte van die studie, aandag geniet.

4.2 DOEL VAN DIE NIE-EMPIRIESE STUDIE

Die doel van die literatuurstudie was om inligting te bekom aangaande die volgende navorsingsvrae, wat in 1.3 gevra is:

- Hoe is die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum binne die konteks van UGO-kurrikulumontwerp saamgestel? (sien 2.5 en 2.6).
- Is die beginsels wat in die NKV vervat is in lyn met internasionale onderwysbeginsels en onderrigstrategieë en op watter wyse vind laasgenoemde daarin neerslag? (sien 2.6.4.5).
- Hoe behoort nie-huistaal leerders binne die onderrig van Fisiese Wetenskappe geakkommodeer te word? (sien 2.6.2.1).
- Aan watter eienskappe of beginsels sal suksesvolle implementering van die NKV gemeet kan word? (sien 2.7.1).
- Hoe moet 'n leeromgewing wat in diens van die NKV-implementering staan, lyk? (sien 2.7)

Verdere navorsingsvrae, wat direk by voorgenoemde aansluit en betrekking op IKT-toepassings in onderrig-en-leer het, is:

- Op watter wyses kan IKT in die Fisiese Wetenskappe-klaskamersituasie gebruik word? (sien 3.4).
- Watter vakwetenskaplike praktyke word deur die gebruik van IKT ondersteun en uitgebou? (sien 3.5).
- Watter rol moet die onderwyser in die gebruik van IKT in die klaskamer speel? (sien 3.6).
- Hoe kan IKT in diens van die implementering van die NKV aangewend word? (sien 3.9).

4.3 DOEL VAN DIE EMPIRIESE STUDIE

Die empiriese studie wat uitgevoer is, was daarop gemik om lig te werp op die volgende vrae wat in 1.3 gestel is:

- Voldoen die leeromgewing wat in die IKT Laboratorium geskep word aan die vereistes van die implementeringsbeginsels van die NKV en op watter wyse kan dit as riglyn vir die suksesvolle implementering van die NKV dien? (sien 5.4.4.5);
- Watter direkte korrelasie/verwantskap is daar tussen die gebruik van IKT in die Laboratorium en die implementeringsbeginsels? (sien 5.4.4.7).

Die bevindinge rondom hierdie vrae het die navorser in staat gestel om riglyne neer te lê en aanbevelings te maak (sien 6.4) vir 'n e-Onderwysgebaseerde benadering in die implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe.

4.4 NAVORSINGSPARADIGMA

Neuman (2006:81-82) beskryf 'n navorsingsparadigma as 'n algemene organisatoriese raamwerk vir teorie en navorsing, wat basiese aannames, sleutelkwessies, die model van navorsing asook die metode waardeur antwoorde gesoek word, insluit – dit is dus die navorser se benadering tot teorie en navorsing (Mouton & Marais 1998:12-13). Die drie basiese paradigmas wat deur verskeie navorsers geïdentifiseer is, is positivism, die interpretatiewe (sosiaal konstruktivisme) en kritiese teorie. In Tabel 4.1 word hierdie paradigmas en hul basiese vertrekpunte opgesom, ten einde die raamwerk waarbinne hierdie navorsingstudie plaasgevind het te identifiseer (Babbie & Mouton 2004:19-20; Mouton & Marais 1998:107; Neuman 2006:80-102; Nieuwenhuis 2007:57-62).

Tabel 4.1: Die drie basiese navorsingsparadigmas en hul vertrekpunte

Positivism	Interpretatiewe (sosiaal konstruktivisme)	Kritiese teorie
<ul style="list-style-type: none"> • Navorser is neutraal en objektief in die navorsingsproses. • Kennis is akkuraat en seker. • Numeriese data is van toepassing. 	<ul style="list-style-type: none"> • Betekenis moet binne konteks geïnterpreteer word. • Die werklikheid word deur middel van sosiale interaksie deur mense gekonstrueer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerig deur onderliggende strukture met botsende belange – sosiaal, polities, kultureel, eties, ekonomies, geslag.

Positivisme	Interpretatiewe (sosiaal konstruktivisme)	Kritiese teorie
<ul style="list-style-type: none"> • Kwantitatiewe, beskrywende en statistiese metodes word gebruik. • Instrumentele oriëntasie impliseer dat die kennis wat die navorsing genereer gebruik word om gebeure te beheer of te kontroleer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Werklikheid is subjektief en dubbelsinnigheid bestaan. • Navorsers is nie losstaande van die navorsing nie, bevindinge word eerder <i>geskep</i> as <i>ontdek</i>. • Praktiese oriëntasie impliseer dat die kennis wat die navorsing genereer as refleksief gebruik word. 	<ul style="list-style-type: none"> • Navorsing is nie net gerig op kennis, maar ook om sosiale verandering te bewerkstellig. • Bewerkstellig bewusheid vir verandering en bemagtiging • Realistiese oriëntasie impliseer dat die werklikheid op verskillende vlakke bestaan.

Volgens Nieuwenhuis (2007:47) vind die verskillende paradigmas se aannames aangaande die fundamentele aspekte van die werklikheid neerslag in die verskillende dimensies van navorsing. Die keuse van paradigma wat in hierdie studie gevolg is, vloei voort uit die bespreking van die volgende navorsingsdimensies:

- Die ontologiese dimensie wat te doen het met die feit dat navorsing altyd gerig is op 'n aspek of aspekte van die werklikheid – daar word ook na hierdie werklikheid as die navorsingsdomein verwys. Die navorsingsdomein kan menslike handeling, eienskappe, instellings, gedrag, ensovoorts insluit. Volgens Mouton en Marais (1998:12-13) is verskillende perspektiewe op die inhoud van die ontologiese dimensie ook moontlik wat impliseer dat dit opsigself 'n veranderlike in geesteswetenskaplike navorsing is. Nieuwenhuis (2007:53)

sluit hierby aan deur daarop te wys dat hierdie perspektiewe neerslag vind in die navorsingsmetodologie en navorsingsbenadering.

In hierdie studie kan dit wat in die IKT Laboratorium plaasvind en leerders se ervaring daarvan as die navorsingsdomein beskou word terwyl daar van die standpunt uitgegaan word dat voorgenoemde op 'n objektiewe wyse ondersoek kan word, sonder dat die ondersoeker (die navorser) dit wat ondersoek word, beïnvloed. Laasgenoemde dui volgens Nieuwenhuis (2007:53) op 'n positivistiese perspektief (sien 4.5).

- Die epistemologiese dimensie wat te doen het met die geldige en betroubare begrip van die werklikheid – dit gaan hier oor die manier waarop die soeke na die waarheid aangaande die werklikheid plaasvind. 'n Positivistiese benadering gaan van die standpunt uit dat kennis aangaande die werklikheid “ontdek” of “ontbloot” kan word deur middel van empiriese data wat byvoorbeeld vanuit die toepassing van wetenskaplike navorsingsmetodologie, soos vraelysstudies verkry word (Babbie & Mouton 2001:27; Fraenkel & Wallen 2006:21; Nieuwenhuis 2007:55).

In hierdie studie is kwantitatiewe data aangaande die IKT-leeromgewing gebruik om die implementering van die NKV daaraan te meet en aanbevelings op grond daarvan te maak.

- Die metodologiese dimensie wat te doen het met die werkwyse – hierdie studie reflekteer 'n element van die positivistiese navorsingsparadigma omdat daar van vraelyste as meetinstrument gebruik gemaak is om die persepsie of belewenis van leerders op 'n kwantitatiewe wyse te bepaal (Babbie & Mouton 2001:27; Maree & Van der Westhuizen 2007:31-33; Mouton & Marais 1998:16-17) (sien 4.6.1).

Uit voorgenoemde is dit duidelik dat 'n positivistiese raamwerk die empiriese gedeelte van hierdie studie gerig het en dit sal gevolglik in die bespreking van die navorsingsontwerp en -metode gereflekteer word.

4.5 NAVORSINGSONTWERP

'n Navorsingsontwerp veronderstel die plan of bloudruk waarvolgens die navorser die navorsing gaan uitvoer (Babbie & Mouton 2004:74; Mouton & Marais 1998:34). Wanneer daar, soos tydens hierdie studie, nuwe data ingesamel word, word daar na 'n "primêre data ontwerp" verwys (Babbie & Mouton 2004:76).

Nie-eksperimentele navorsingsontwerp word gewoonlik in beskrywende studies gebruik – hiertydens word die ondersoekgroep onderwerp aan die meting van tersaaklike veranderlikes op 'n gegewe tyd (Pietersen & Maree 2007b:152). Geen manipulasie vind plaas nie en die navorsing word gedoen om kwantitatiewe data in te win wat gebruik kan word om 'n navorsingsonderwerp te beskryf of te ondersoek (Best & Kahn 2003:22; Picciano 2004:51). Volgens Mouton en Marais (1998:46) val die klem by beskrywende studies onder andere op die in-diepte-beskrywing van 'n spesifieke individu, situasie, groep, organisasie, stam, subkultuur, interaksie of sosiale voorwerp. In hierdie studie word die leeromgewing van die IKT Laboratorium ondersoek aan die hand van sekere kriteria (sien 2.7.1) wat saamgestel is en hierdie data is gebruik om aanbevelings in Hoofstuk 6 te maak.

4.6 KWANTITATIEWE METODE VAN NAVORSING

Kwantitatiewe navorsing behels navorsing waartydens data in terme van syfers en statistiek uitgedruk kan word (Best & Kahn 2003:75). Volgens Muijs (2004:7) is kwantitatiewe navorsing veral geskik in die geval waar die navorsingsvraag die stand van iets, soos in die geval van hierdie studie, die stand van 'n leeromgewing in diens van kurrikulumimplementering, wil ondersoek, asook verskynsels wat daaraan verbonde is, wil verduidelik. In een van die onderafdelings van hierdie studie het laasgenoemde byvoorbeeld betrekking op die onafhanklike veranderlike, die leerders, en die

kwantifisering van hul ervaring van die afhanklike veranderlikes, die implementeringsbeginsels (sien 2.7.1). In die navorsingsontwerp van hierdie studie is daar op die volgende wyses tussen die afhanklike veranderlikes en onafhanklike veranderlikes in die verskillende onderafdelings van afdeling D van die vraelys onderskei.

Tabel: 4.2: Afdeling D – IKT leeromgewing veranderlikes

Afhanklike veranderlikes		Onafhanklike veranderlikes
1.	Gebruikersvriendelik	Deelnemende leerders volgens
2.	Opwindend	sosio-ekonomiese groeperinge
3.	Aktief betrokke	sowel as groep in geheel
4.	Selfvertroue	
5.	Kritiese denke	
6.	Terugvoering	
7.	Koöperatiewe leer	

Tabel 4.3: Afdeling D – Klaskameromgewing veranderlikes

Afhanklike veranderlikes		Onafhanklike veranderlikes
1.	Konstrueer van kennis	Deelnemende leerders volgens
2.	Gelykeberegting	sosio-ekonomiese groeperinge
3.	Differensiasie	sowel as groep in geheel
4.	Ondersoekende benadering	
5.	Voorafkennis	
6.	Betrokkenheid	
7.	Persoonlike relevansie	
8.	Samewerking	
9.	Verantwoordelikheid vir eie leer	
10.	Integrasie	
11.	Doelmatigheid	

Tabel 4.4: Afdeling D – Veranderlikes tydens verwantskappe tussen die gebruik van IKT-toepassings en die verskillende implementeringsbeginsels

Afhanklike veranderlikes		Onafhanklike veranderlikes
1.	Gelykeberegting	Gebruikersvriendelik
2.	Differensiasie	Opwindend
3.	Ondersoekende benadering	Aktief betrokke
4.	Voorafkennis	Selfvertroue
5.	Betrokkenheid	Kritiese denke
6.	Persoonlike relevansie	Terugvoering
7.	Samewerking	Koöperatiewe leer
8.	Verantwoordelikheid vir eie leer	
9.	Integrasie	
10.	Doelmatigheid	
11.	Gelykeberegting	

4.6.1 Metode van dataversameling

Oppenheim (1998:100) verwys na die vraelys as 'n belangrike instrument in navorsing – in hierdie studie is 'n vraelys as meganisme gebruik om data in te samel. Volgens Muijs (2004:44-45) lê die voordeel van vraelysstudies onder andere daarin dat dit nie 'n kunsmatig geskepte omgewing, soos in die geval van eksperimentele ondersoeke, vereis nie – 'n werklike situasie, soos die leeromgewing in die IKT Laboratorium, in die geval van hierdie studie, word ondersoek. In hierdie studie is daar van geslote vrae in die vraelys gebruik gemaak – die voordeel daaraan verbonde is dat dit maklik is om te gebruik en te analiseer met behulp van rekenaarprogrammatuur. Omdat respondente op dieselfde vrae reageer, word gestandaardiseerde data verkry (Fraenkel & Wallen 2006:403).

4.6.2 Ontwerp van die meetinstrument

Omdat daar binne die konteks van hierdie studie 'n unieke raamwerk (sien 3.9), waaraan 'n leeromgewing gemeet kan word, vasgestel is, is dit net vanselfsprekend dat

daar nie 'n vraelys was wat as sodanig gebruik kon word nie en moes daar gevolglik 'n nuwe vraelys ontwerp word. Die vraelys wat in hierdie studie gebruik is, en voortaan as die **Nasionale Kurrikulumverklaring Leeromgewing-vraelys (NKVLOV)** bekend sal staan, is uit verskillende beproefde meetinstrumente ontwikkel. Die voordeel hieraan verbonde is grotendeels omdat sodanige instrumente op groot skaal uitgetoets is en geloofwaardigheid tot die studie toevoeg (Gorard 2001:91-92).

- ***Systemic Evaluation Intermediate Phase – Grade 6, Main Survey***

Na aanleiding van 'n gesprek met Prof. J. Strauss, 'n senior navorser by die SVO, (persoonlike onderhoud, 15 Maart 2008), is daar besluit om die sosio-ekonomiese status van leerders te bepaal met vroe soortgelyk aan dié wat tydens die Sistemiese Evaluering van Graad 6-leerders in 2004 gebruik is (RSA DoE 2004a:1-7).

In die ontwikkeling van daardie gedeelte van die vraelys wat die leeromgewing (IKT Laboratorium) aan die hand van die implementeringsbeginsels (sien 2.7.1) moes meet, is internasionaal erkende leeromgewing-vraelyste as basis gebruik. Hierdie vraelyste is deur konstruktivistiese- en UGO-beginsels begrond en is aangepas en uitgebrei om voorsiening te maak vir dit wat in die ondersoek vereis word.

- ***Constructivist Learning Environment Survey (CLES)***

Die CLES-vraelys is ontwikkel om aan navorsers en onderwysers 'n meetinstrument beskikbaar te stel om te bepaal in watter mate 'n spesifieke leeromgewing in lyn met konstruktivistiese epistemologie is (Taylor, Fraser & White 1994:3; Fraser n.d.:6 van 32).

- ***What Is Happening In this Class ?(WIHIC) Questionnaire***

Hierdie vraelys kombineer die vernaamste skale van 'n wye reeks bestaande vraelyste oor leeromgewings, met addisionele skale om kontemporêre onderwyskwessies soos gelykeberegting en konstruktivisme te akkommodeer (Aldridge, Fraser & Ntuli 2009:150; Fraser n.d.:6 van 32).

- ***Outcomes-Based Learning Environment Questionnaire (OBLEQ)***

Ten einde die transformasie van klaskamers in Suid-Afrika aan die hand van 'n uitkomsgebaseerde leeromgewing te monitor, is die OBLEQ ontwikkel (Seopa, Laugksch, Aldridge & Fraser 2003:3).

- ***Individualised Classroom Environment Questionnaire (ICEQ)***

Die ICEQ kom ter sprake wanneer dit gaan oor differensiasie in die leeromgewing – dit meet daardie aspekte wat geïndividualiseerde klaskamers van die tradisionele onderskei (Fraser n.d.:4 van 32).

Al voorgenoemde leeromgewing-meetinstrumente vertoon die volgende gemeenskaplike eienskappe, wat uiteindelik ook in die **NKVLOV** op een of ander wyse neerslag gevind het:

- 'n Vyf-punt Likert-tipe frekwensie respons skaal (Aldridge, Fraser & Ntuli 2009:152; Seopa, Laugksch, Aldridge & Fraser 2003:5; Taylor, Fraser, & White 1994:6).
- Daar word op die leerder se belewenis van die leeromgewing gefokus (Aldridge, Fraser & Ntuli 2009:148; Seopa, Laugksch, Aldridge & Fraser 2003:3; Taylor, Fraser, & White 1994:3).
- Elkeen is vanuit bestaande vraelyste aangepas en het raakvlakke met mekaar (Seopa, Laugksch, Aldridge & Fraser 2003:4).
- Dit is internasionaal op 'n verskeidenheid van leeromgewings toegepas (Aldridge, Fraser & Ntuli 2009:150; Seopa, Laugksch, Aldridge & Fraser 2003:3).
- Dit is ontwerp vir leeromgewings op sekondêre skoolvlak (Fraser n.d.:3 van 32; Seopa, Laugksch, Aldridge & Fraser 2003:3-4).
- Dit vertoon dimensies wat in lyn is met Moos se skema, waarvolgens menslike omgewings, in verskillende dimensies geklassifiseer word. Die *Verhoudings Dimensie* (wat te doen het met die aard en intensiteit van interpersoonlike verhoudings binne die leeromgewing), die *Persoonlike Ontwikkeling Dimensie* (wat met persoonlike groei en ontwikkeling te doen het) en *Stelsel Onderhoud en Verandering Dimensie* (wat te doen het met die mate waarin die leeromgewing ordelik, duidelik ten opsigte van verwagtinge is, en reageer op verandering)

(Fraser n.d.:3 van 32; Seopa, Laugksch, Aldridge & Fraser 2003:3). In Tabel 4.5 word uiteengesit hoe die verskillende dimensies in die NKVLOV neerslag vind.

Tabel 4.5: NKLOV en die klassifikasiesistelsel van Moos

Skale van die NKVLOV geklassifiseer volgens Moos se skema		
Verhoudings Dimensie	Persoonlike Ontwikkeling Dimensie	Stelsel Onderhoud en Verandering Dimensie
Betrokkenheid	Konstrueer van kennis	Gelykeberegting
Persoonlike relevansie	Ondersoekende benadering	Differensiasie
	Voorafkennis	Integrasie
	Samewerking	Doelmatigheid
	Verantwoordelikheid vir eie leer	

Die wyse waarop die verskillende vraelyste gebruik is om die NKVLOV-skale saam te stel, in samehang met die implementeringsbeginsels wat in 2.7.1 omskryf is, word in Tabel 4.6 verduidelik.

Tabel 4.6: Beskrywing en oorsprong van elke NKVLOV-skaal ten opsigte van die implementeringsbeginsels

Skaal en spesifieke vrae wat daarop betrekking het (aantal vrae)	Beskrywing van die mate waartoe ...	Oorsprong van skaal
A. Konstrueer van kennis 27,29,30,31,32,33,34,35 28 – is omgekeerd bepunt (9)	leerders in staat gestel word om kennis op te bou en kritiese denke te beoefen	Ontwikkel vir hierdie studie
B. Gelykeberegting 36,37,38,39,40,41,42,43 (8)	leerders as gelykes, sowel as regverdig deur die fasiliteerder behandel is	WIHIC ⁸
C. Differensiasie 44,45,46,47 (4)	die fasiliteerder voorsiening maak vir verskillende leerders op grond van vermoë, leertempo en belangstelling	ICEQ ⁹

⁸ WIHIC - What is happening in this class? Questionnaire

⁹ ICEQ - Individualised Classroom Environment Questionnaire

Skaal en spesifieke vrae wat daarop betrekking het (aantal vrae)	Beskrywing van die mate waartoe ...	Oorsprong van skaal
D. Onderzoekende benadering 48,49,50,51,52,54 (6)	die vaardighede en prosesse van die onderzoekende benadering beklemtoon word	WIHIC as basis en uitgebrei vir hierdie studie
E. Voorafkennis 57,58,59 (3)	daar aandag gegee word aan die voorafkennis van leerders	Ontwikkel vir hierdie studie
F. Betrokkenheid 60,61,62,63,64,65,66,67 (8)	leerders belangstelling getoon het en aan besprekings deelgeneem het	WIHIC
G. Persoonlike relevansie 68,69,70,71,72,73,74,75,76 (9)	leerders die Wetenskap in die klaskamer in verband bring met die werklikheid buite die klaskamer	CLES ¹⁰ as basis en uitgebrei vir hierdie studie
H. Samewerking 77,78,79,80,81 (5)	leerders met mekaar saamgewerk het eerder as om teen mekaar te kompeteer	WIHIC
I. Verantwoordelikheid vir eie leer 82,83,84,85,86,87 (6)	leerders hulself beskou het as in beheer van hul eie leerproses	OBLEQ ¹¹ aangepas en uitgebrei vir hierdie studie
J. Integrasie 88,89,90,91 (4)	leerders Fisiese Wetenskappe in verband met ander vakke en die leefwêreld daarbuite ervaar	Ontwikkel vir hierdie studie
K. Doelmatigheid 92,93,94,95 (4)	leerders bewus is van die uitkomst wat hulle moet bereik	Ontwikkel vir hierdie studie

Daar is gepoog om die taalgebruik van die vrae wat addisioneel vir hierdie studie ontwikkel is (sien Tabel 4.6) so algemeen moontlik te hou vanweë die groot aantal leerders wie se TVOL verskil het van hul huistaal (sien Tabel 5.7). Die taalgebruik van

¹⁰ CLES - Constructivist Learning Environment Survey

¹¹ OBLEQ - Outcomes-Based Learning Environment Questionnaire

die OBLEQ-vraelys is nagevolg omdat hierdie vraelys juis vir die Suid-Afrikaanse konteks ontwerp was.

4.6.3 Struktuur van die vraelys

Die sogenaamde NKVLOV-vraelys wat in hierdie studie gebruik is, het uit vier afdelings bestaan (sien Bylaag E).

4.6.3.1 Afdeling A: Persoonlike en algemene inligting

Die doel van hierdie afdeling was om inligting te verkry rondom die leerders se geslag, huistaal asook hul blootstelling en vaardigheid ten opsigte van die gebruik van “alledaagse” IKT-toepassings.

4.6.3.2 Afdeling B: Huislike omgewing

Omdat die verskillende skole wat aan die studie deelgeneem het nie sonder meer van mekaar onderskei kon word in terme van hul status in die vorige bedeling (byvoorbeeld model-C of voorheen benadeelde) nie maar wel leerders uit verskillende sosiaal-ekonomiese groepe gehuisves het, het die navorser dit goedgevind om dit in hierdie afdeling van die vraelys te gebruik om moontlike sosio-ekonomiese groepering te identifiseer – dit is gedoen eensyds om die homogeniteit van die respondente vas te stel en andersyds om subgroepe te identifiseer sodat daar vasgestel kon word of daar wesenlike verskille is tussen die terugvoer van die verskillende sosio-ekonomiese subgroepe ten opsigte van die leeromgewing, asook die IKT-toepassings.

4.6.3.3 Afdeling C: Skoolomgewing

Hierdie afdeling het dit ten doel gehad om die situasie rondom die TVOL in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer, asook die beskikbaarheid en gebruik van IKT vir Wetenskaponderrig vas te stel. Dit was noodsaaklik om hierdie inligting in te win omdat

bestaande situasies in die praktyk 'n impak kan hê op die aanbevelings wat gemaak word.

4.6.3.4 Afdeling D: Leeromgewing van die IKT Laboratorium

In hierdie afdeling van die vraelys is die leerder se belewenis van die IKT Laboratorium ondersoek.

In die eerste gedeelte wou die navorser vasstel watter direkte invloed die gebruik van verskillende IKT-toepassings op die implementeringsbeginsels van die leeromgewing gehad het – korrelasies of verwantskappe moes vasgestel word. Ten einde hierdie doel te bereik, is daar spesifieke vrae oor die individuele IKT-toepassings wat in die IKT Laboratorium sessies gebruik is (sien 1.6) gevra. Hierdie items is tydens die onleding van die vraelys (sien Tabel 4.11) herrangskik in nuwe skale wat die gesamentlike bydraes van die verskillende IKT-toepassings in die geheel gereflekteer het en weer op hul beurt in die onleding van die data gebruik is.

In die tweede gedeelte van hierdie afdeling wou die navorser vasstel op watter wyse die implementeringsbeginsels in die leeromgewing neerslag gevind het. Ten einde hierdie doel te bereik is verskillende vrae, wat spesifiek op die betrokke implementeringsbeginsel gerig is, saamgegroepeer onder die vraelyskonstruk¹² met dieselfde benaming. Die uiteensetting en groepering van die verskillende vrae oor die implementeringsbeginsels word in Tabel 4.7 weergegee.

¹² Konsepte wat binne 'n bepaalde konseptuele raamwerk, 'n sekere betekenis het of verkry, word deur sommige wetenskapfilosowe **teoretiese konsepte** of **konstrukte** genoem (Mouton & Marais 1998:62). So byvoorbeeld het die begrip “gelykeberegting” in hierdie studie 'n sekere betekenis en implikasie wat moontlik kan verskil wanneer dit in 'n ander konteks gebruik word.

Tabel 4.7: Groepering van vrae wat implementeringsbeginsels reflekteer

Skaal	Beskrywing van die mate waartoe ...	Vrae wat daarop betrekking het (aantal vrae)
A. Konstrueer van kennis	leerders in staat gestel word om kennis op te bou en kritiese denke te beoefen	27,29,30,31,32,33,34,35 28 – is omgekeerd bepunt (9)
B. Gelykeberegting	leerders as gelykes, sowel as regverdig deur die fasiliteerder behandel is	36,37,38,39,40,41,42,43 (8)
C. Differensiasie	die fasiliteerder voorsiening maak vir verskillende leerders op grond van vermoë, leertempo en belangstelling	44,45,46,47 (4)
D. Ondersoekende benadering	die vaardighede en prosesse van die ondersoekende benadering beklemtoon word	48,49,50,51,52,54 (6)
E. Voorafkennis	daar aandag gegee word aan die voorafkennis van leerders	57,58,59 (3)
F. Betrokkenheid	leerders belangstelling getoon het en aan besprekings deelgeneem het	60,61,62,63,64,65,66,67 (8)
G. Persoonlike relevansie	leerders die Wetenskap in die klaskamer in verband bring met die werklikheid buite die klaskamer	68,69,70,71,72,73,74,75,76 (9)
H. Samewerking	leerders met mekaar saamgewerk het eerder as om teen mekaar te kompeteer	77,78,79,80,81 (5)
I. Verantwoordelikheid vir eie leer	leerders hulself beskou het as in beheer van hul eie leerproses	82,83,84,85,86,87 (6)
J. Integrasie	leerders Fisiese Wetenskappe in verband met ander vakke en die leefwêreld daarbuite ervaar	88,89,90,91 (4)
K. Doelmatigheid	leerders bewus is van die uitkomste wat hulle moet bereik	92,93,94,95 (4)

4.7 LOODSPROJEK

Dit is nodig om vraelyste wat in navorsingstudies gebruik gaan word vooraf in die praktyk uit te toets. Terwyl Muijs (2004:51) 'n loodsprojek as die effektiwste strategie beskou om probleme in meetinstrumente te minimaliseer, gaan Gorard (2001:102-103) selfs verder en sien 'n loodsprojek as 'n "kleedrepetisie" van die hele navorsingsontwerp – die steekproef behoort op dieselfde wyse as dié van die navorsingstudie geselekteer te word, die toestemming vir die vooraf-studie moet op dieselfde wyse bekom word, die meetinstrument moet op dieselfde wyse administreer word en die verwerking en analisering van die data moet ook op dieselfde wyse as in die navorsingstudie plaasvind. Oppenheim (1998:59-63) ondersteun die gedagte dat vele fasette van die navorsingsontwerp tydens 'n loodsprojek getoets moet word.

Vir die doel van hierdie studie is die data-insamelingsproses as 't ware vooraf in die IKT Laboratorium "gesimuleer". Die respondente vir die loodsprojek is op presies dieselfde wyse as die navorsingstudie geïdentifiseer (sien 4.8.1); intendeel, hulle was aanvanklik bedoel om deel van die finale steekproef te wees, maar omdat hulle een Fisiese Wetenskappe-sessie nie kon bywoon nie, en gevolglik die homogeniteit van die steekproef kon beïnvloed, is daar besluit om hulle eerder as respondente in die loodsprojek te gebruik (sien 4.8.2). Omdat hierdie groep leerders se profiel met dié van die respondente in die navorsingstudie ooreengestem het, het dit hulle uiters geskikte kandidate vir die loodsprojek gemaak. In Tabel 4.8 is die inligting aangaande die respondente van die loodsprojek weergegee.

Tabel 4.8: Grootte van die steekproef van die loodsprojek

Skool	Kategorie van skool	Totale aantal respondente	Aantal seuns	Aantal dogters
6	Platteland	12	5	7
7	Platteland	10	6	4
	Totaal:	22	11	11

Die navorser het die hele proses tydens die loodsprojek self hanteer. Die respondente is gevra om die vraelyste te voltooi en daar is klem gelê op die feit dat respondente nie

moet huiwer om te vra as daar enige onduidelikhede was nie en/of foute moes uitwys (sien Oppenheim 1998:62). Laasgenoemde was veral belangrik in hierdie studie, aangesien die vraelyste nie in die respondente se huistaal was nie, maar wel in Engels, die respondente se TVOL. In die proses het die navorser die volgende vasgestel:

- Enkele grammatikale en spelfoute.
- Die tydsduur wat dit die respondente geneem het om die vraelys af te lê.
- Geen leerder het aangetoon dat daar onsekerheid rondom die betekenis van vrae was nie.
- Leerders het onder “Section B” van die vraelys (sien Bylaag E) in sommige gevalle by vrae 2, 3 en 8 slegs die positiewe opsies omkring en die res van die opsies oop gelos.
- In “Section D” van die vraelys (sien Bylaag E) was die leerders onseker oor die benaming van die verskillende IKT-toepassings – alhoewel hulle geweet het wat om daarmee te doen en hoe om dit te gebruik, was hulle byvoorbeeld onseker oor wat ’n “PRS” of “data logging” is.
- Leerders het vrae uitgelos bloot omdat dit mis gelees is.

Voorgenoemde was in ag geneem toe die vraelys aangepas is en tydens die afneem van die vraelyste tydens die navorsingstudie. So byvoorbeeld is:

- respondente pertinent daarop gewys dat al die opsies by vrae 2, 3 en 8 in “Section B” omkring moes word;
- elkeen van die IKT-toepassings by elke onderafdeling in “Section D” eers beskryf en “gedemonstreer” voordat die respondente voortgegaan het om die vrae te beantwoord;
- respondente, nadat hulle die vraelys voltooi het, gevra om elke vraag weer deur te gaan om seker te maak dat niks uitgelos is nie.

Die feit dat daar nie drastiese probleme met die vrae in die vraelys tydens die loodsprojek geïdentifiseer is nie, kan volgens die navorser toegeskryf word aan die feit dat reeds beproefde vraelyste gebruik is as basis in die ontwerp van die NKVLOV (sien 4.6.2).

4.8 AARD EN SAMESTELLING VAN DIE STEEKPROEF

4.8.1 Teiken- en bereikbare populasie

Een van die eerste stappe in kwantitatiewe navorsingsontwerp is om die persone wat aan die navorsing gaan deelneem te selekteer (Gorard 2001:81). Fraenkel en Wallen (2006:92-93) verwys na die teikenpopulasie van 'n navorsingstudie as die groter groep waarop die bevindinge van die studie graag van toepassing gemaak sou wou word – in die geval van hierdie studie is die teikenpopulasie alle Fisiese Wetenskappe leerders in die VOO-fase in Sentraal Suid-Afrika wat die IKT Laboratorium moontlik kan besoek, aangesien kurrikulumimplementering in hierdie fase ter sprake is. Die bereikbare populasie is egter slegs die leerders wat die fasiliteit wel besoek en aan die navorsing kan deelneem (Fraenkel & Wallen 2006:93).

4.8.2 Steekproef

'n Steekproef is die subgroep van die populasie (of bereikbare populasie) wat geselekteer word om aan die navorsing deel te neem ten einde data te versamel – die term “respondent” word in kwantitatiewe navorsing gebruik om na die persone wat aan die studie deelneem te verwys (Maree & Pietersen 2007b:146-147; Maree & Van der Westhuizen 2007:34).

Dit is vanselfsprekend dat slegs daardie leerders, wat op 'n gereelde basis aan sessies in die IKT Laboratorium deelneem, geskikte kandidate is om vrae aangaande die fasiliteit te beantwoord. In hierdie studie is die seleksie van deelnemers gemaak op grond van gerief (Convenience Sampling), soos voorgestel deur Fraenkel en Wallen (2006:100), asook Maree en Van der Westhuizen (2007:177). Hiervolgens word 'n groep of individue, wat gereedlik beskikbaar is vir deelname in 'n betrokke studie, gebruik.

Die sewe groepe leerders (van sewe verskillende skole) wat op grond van die gerieflikheidsbeginsel aan hierdie navorsingstudie deelgeneem het, was almal deel van 'n gefinansierde projek wat daarvoor voorsiening gemaak het dat die Graad 12-Fisiese

Wetenskappe-leerders van die betrokke skole die IKT Laboratorium gereeld moes besoek. Die name van die skole kan nie bekend gemaak word nie aangesien dit een van die voorwaardes was waaronder die Vrystaatse Departement van Onderwys toestemming tot die navorsing verleen het (sien Bylaag B). Uiteindelik is slegs vyf van die skole in die steekproef opgeneem terwyl die ander twee skole in die loodsprojek gebruik is (sien 4.7). Die rede waarom twee van die skole in die loodsprojek, en nie in die finale studie gebruik is nie, is omdat hulle een sessie as gevolg van vervoerprobleme nie kon bywoon nie en gevolglik nie aan al dieselfde aktiwiteite as die ander skole blootgestel is nie – omdat dít die homogeniteit van die steekproef beïnvloed het, is daar besluit om die saak eerder op hierdie wyse te hanteer. In Tabel 4.9 word inligting aangaande die steekproef, wat in die empiriese ondersoek gebruik is, uiteengesit.

Tabel 4.9: Grootte van die steekproef van die werklike studie

Skool	Kategorie van skool	Totale aantal leerders	Totale aantal respondente	Aantal seuns	Aantal dogters
1	Platteland	17	13	7	6
2	Stedelik	36	34	18	16
3	Diep platteland	30	30	11	19
4	Stedelik	31	24	14	10
5	Diep platteland	15	9	4	5
	Totaal:	129	110	54	56

Die respondente van die teikenpopulasie was 'n homogene populasie ten opsigte van sekere faktore, byvoorbeeld almal:

- se TVOL was Engels, wat nie hul huistaal is nie;
- was in Graad 12 en het Fisiese Wetenskappe as vak geneem;
- het aan ten minste vyf Fisiese Wetenskappe-sessies (van drie ure elk) oor dieselfde onderwerpe in die IKT Laboratorium deelgeneem.

As gevolg van die frekwensie van die besoeke van die deelnemende skole aan die IKT Laboratorium, is die fasiliteit, vanweë die kapasiteit daarvan, vir die eerste twee kwartale van die jaar, tydens hierdie navorsingsprojek, beset. In hierdie opsig kan daar

geredeneer word dat die grootte van die steekproef en die bereikbare populasie tydens die tydperk waarin die studie plaasgevind het dieselfde was.

Die feit dat die leerders die IKT Laboratorium besoek het en in die proses aan dieselfde Fisiese Wetenskappe-sessies en aan dieselfde fasiliteerder (die navorser self) blootgestel is, tesame met die feit dat hul ervaring van die implementeringsbeginsel in die IKT Laboratorium as sodanig ter sprake was, kan daar geredeneer word dat die subgroepe nie werklik die verskillende skole is nie maar wel die leerders uit die verskillende gemeenskappe. Met laasgenoemde word bedoel dat twee van die skole uit die platteland was en die ander twee uit die stad. Die navorser is egter van mening dat hierdie groeperinge die mees tipiese van die skole (en leerders) wat die fasiliteit (tot op daardie stadium) oor die algemeen besoek het, reflekteer (sien 1.6).

Al die vraelyste wat deur die respondente voltooi is, is terug ontvang, aangesien die hele proses, tydens die laaste sessie in die IKT Laboratorium, deur die navorser persoonlik hanteer is.

4.9 DIE BETROUBAARHEID EN GELDIGHEID VAN DIE VRAELYSTE

Betroubaarheid en geldigheid staan sentraal in alle meetinstrumente. Albei staan in verband met die meting van konsepte of konstrukte en verleen geloofwaardigheid aan bevindinge. Terwyl betroubaarheid konsekwentheid impliseer, staan geldigheid in verband met die egtheid van bevindinge (Neuman 2006:188; Oppenheim 1998:159-160).

4.9.1 Betroubaarheid

In die algemeen verwys betroubaarheid na die mate waartoe 'n meetmiddel konstant is in die meting van dit wat dit veronderstel is om te meet – dit wil sê of die toepassing van 'n meetinstrument op verskillende ondersoekgroepe onder verskillende omstandighede tot dieselfde resultate sal lei (Best & Kahn 2003:38; Mouton & Marais 1998:81).

Daar bestaan verskeie soorte betroubaarheid, maar die soort wat in hierdie studie gebruik is, is interne betroubaarheid oftewel interne konsekwentheid. Wanneer 'n aantal items geformuleer is om 'n spesifieke konstruk te meet, behoort daar 'n hoë mate van ooreenkoms onderling tussen die items te wees, aangesien dit 'n gemeenskaplike konstruk meet. Die mate van ooreenkoms tussen die items word gewoonlik deur 'n korrelasiekoëffisiënt weergegee en dit dien as 'n aanduiding van die interne betroubaarheid van die meetinstrument (Muijs 2004:73; Pietersen & Maree 2007b:216). Die korrelasiekoëffisiënt wat as uitgangspunt in hierdie studie gebruik is, is die Cronbach Alpha-betroubaarheidskoëffisiënt (Neuman 2006:190) en word op tussen-item korrelasies gebaseer. Daar is ook van gemiddelde inter-item korrelasies (Pallant 2007:95) gebruik gemaak om die betroubaarheid van skale in hierdie studie te ondersteun (sien 5.3).

4.9.2 Geldigheid

Geldigheid is die eienskap wat 'n meetmiddel moet besit om werklik te meet wat dit veronderstel is om te meet (Lauer 2006:34; Pietersen & Maree 2007b:216). Dit gee 'n direkte kontrole oor hoe goed die meetmiddel aan sy funksie voldoen. Wanneer dit gaan oor metingsgeldigheid, is daar binne die konteks van hierdie studie aandag gegee aan voorkoms-, inhouds-, en konstrukgeldigheid (Pallant 2007:7).

Voorkomsgeldigheid is die mees basiese soort geldigheid en het te doen met die mate waartoe die instrument geldig "lyk" (Pietersen & Maree 2007b:217; Neuman 2006:192). Kollegas, sowel as die studieleier het die vraelys in hierdie studie deeglik nagegaan en op grond van hul goedkeuring daarvan kan daar met reg aanvaar word dat die meetinstrument aan voorkomsgeldigheid voldoen het.

Inhoudsgeldigheid verwys na die mate waartoe die meetinstrument die volle omvang van die spesifieke konstruk wat dit veronderstel is om te meet, in ag neem (Muijs 2004:66; Pietersen & Maree 2007b:217). Volgens Neuman (2006:193) berus inhoudsgeldigheid op drie stappe, naamlik dat:

- die inhoud van die konstruk se definisie gespesifiseer word;

- die verskillende aspekte wat die definisie verteenwoordig, geïdentifiseer word sodat daar
- aanwysers of indikators ontwikkel kan word wat al die dele van die definisie dek.

As daar na die uiteensetting van die implementeringsbeginsels in Tabel 2.6 gekyk word, is dit maklik om die drie stappe van inhoudsgeldigheid in hierdie studie toe te pas. In hierdie tabel is die inhoud, wat aanleiding tot die konstruksie definisie gegee het, duidelik uiteengesit. Omdat dit uit die bydrae van verskillende aspekte saamgestel is, is dit eenvoudig om die sleutelaspekte van die konstruksie definisie te identifiseer en op grond daarvan aanwysers of indikators te ontwikkel wat in die verskillende vrae van die vraelys van hierdie navorsingstudie neerslag gevind het.

In hierdie studie is die geldigheid van die meetmiddel ook ondersteun deur die feit dat:

- die meetmiddel ontwerp is aan die hand van bestaande getoetste en gestandaardiseerde vraelyste (sien 4.6.2);
- 'n loodsprojek uitgevoer is voordat die vraelys in hierdie studie aangewend is (sien 4.7).

Konstruktugeldigheid is nodig vir die standaardisering van 'n vraelys en het te doen met hoe goed die verskillende konstruksie in die vraelys deur verskillende vrae gedek word sodat die response op hierdie vrae weer op hul beurt as 'n meetbare aanduiding van die oënskynlike onmeetbare konstruksie kan dien (Pietersen & Maree 2007b:217). In hierdie studie is die studieleier betrek in die verifiëring van items om seker te maak dat dit meet wat dit veronderstel is om te meet – in hierdie verband is daar swaar gesteun op die inligting wat uit die literatuurstudie (sien 2.7.1) na vore gekom het. Verder is daar ook van tussen-item korrelasies (Wilson & Sapsford 2006:111) in die studie gebruik gemaak om vas te stel of die items in elke skaal dieselfde konsep meet (sien 5.3).

4.10 ONTLEDING VAN DIE VRAELYSTE

In **Afdeling A**, waartydens die leerders se blootstelling aan sekere “alledaagse” IKT-toepassings ondersoek is, is die frekwensie van die positiewe response gebruik om ’n aanduiding van hierdie aspek te kry.

In **Afdeling B**, waartydens die leerders se sosio-ekonomiese status ter sprake was, is twee tipe vrae gevra, naamlik veelkeuse- en tweedelige vrae (Maree & Pietersen 2007a:161-162). By die veelkeuse-tipe vraag moes die respondente slegs een uit ’n aantal opsies kies:

Stay on my own	1
Stay with friends or family	2
Private lodging	3
Hostel	4
Parents or guardians	5

By die tweedelige-tipe vraag moes die respondent slegs een uit twee opsies kies:

		Available	Not available
2.1	Electricity (mains, solar, generator)	1	2
2.2	Tap water	1	2
2.3	Flush toilet	1	2

Al die syferwaardes van die respondent se antwoorde in hierdie afdeling is bymekaar getel om ’n groototaal te verkry. Hierdie groototale is gebruik om die verskillende respondente in sosio-ekonomiese groeperinge te kategoriseer.

In **Afdeling C**, waar die TVOL, asook die beskikbaarheid en gebruik van IKT vir Wetenskap-onderrig ondersoek is, en in **Afdeling D**, waar daar op die leerder se belewenis van die IKT Laboratorium (leeromgewing) gefokus is, is hoofsaaklik van Likert-tipe vrae gebruik gemaak. Omdat die Likert-skaal enersyds meet hoe respondente voel of dink (belewenis) oor iets en andersyds ook ’n aanduiding gee van hoe sterk (rangorde) hierdie gevoel is (Maree & Pietersen 2007a:167), was dit ideaal om dit in hierdie gedeelte van die studie te gebruik. Die Likert-skaal maak gewoonlik vir

’n keuse uit drie tot sewe response voorsiening (Picciano 2004:24). In hierdie studie is ’n vyfpuntskaal gebruik met die derde opsie as die “neutrale posisie”. Alhoewel daar verskeie argumente ten gunste of teen die gebruik van ’n “neutrale posisie” bestaan (Neuman 2006:289) is dit die mening van die navorser dat dit die respondente in die geval van hierdie studie die geleentheid gee om standpunt in te neem indien die ander keuses hulle nie geval nie.

Almost never	Seldom	Sometimes	Often	Almost always
1	2	3	4	5

Die Likert-skaal impliseer ’n skaalwaarde vir elkeen van die vyf moontlike response. ’n Stelling wat die standpunt ondersteun, is as volg bepunt (Best & Kahn 2003:319):

	Skaalwaarde
Almost always	5
Often	4
Sometimes	3
Seldom	2
Almost never	1

’n Stelling wat die standpunt opponeer, is omgekeerd bepunt tydens die verwerking van die vraelyste – sodanige vrae is uitgewys (sien Tabel 4.6 & 4.7 4.11).

	Skaalwaarde
Almost always	1
Often	2
Sometimes	3
Seldom	4
Almost never	5

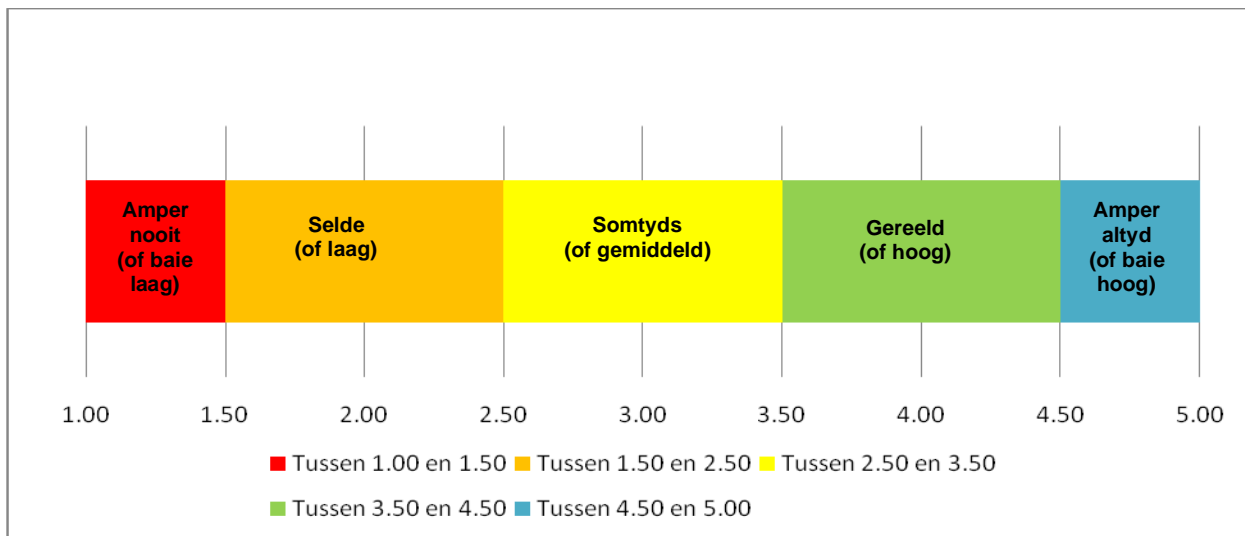
Om seker te maak dat respondente nie die vrae, wat hulle beantwoord het op die verkeerde plek invul nie, is die skaal, waarop die vrae beantwoord moes word, direk langs die vraag aangebring.

In die analise van die vraelys was dit in sommige gevalle nodig om die rekenkundige gemiddelde van verskillende items te bereken. Die waardes wat verkry is, was nie noodwendig 'n heelgetal wat met die skaalwaardes van 1 tot 5 ooreengestem het nie. Ten einde hierdie resultate te interpreteer, is die volgende betekenis aan die verskillende intervalle in hierdie studie toegeken:

- Tussen 1.00 en 1.50 – Amper nooit (of baie laag).
- Tussen 1.51 en 2.50 – Selde (of laag).
- Tussen 2.51 en 3.50 – Somtyds (of gemiddeld).
- Tussen 3.51 en 4.50 – Gereeld (of hoog).
- Tussen 4.51 en 5.00 – Amper altyd (of baie hoog).

Hierdie uiteensetting word in Tabel 4.10 voorgestel.

Tabel 4.10: Syferwaardes van die Likert-skaal intervalle



Die vrae in **Afdeling D** wat oor die individuele IKT-toepassings gehandel het, is die ter wille van die analise daarvan, in nuwe skale (of konstrukte) saamgegroepeer sodat dit

die leerders se belewenis van die IKT toepassings in die geheel verteenwoordig het (sien Tabel 4.11).

Tabel 4.11: Die Inligtings- en Kommunikasietegnologie (IKT)-toepassings

Vrae wat saam gegroepeer is (aantal vrae)	Benaming van die nuwe skaal	Beskrywing van die nuwe skaal
		Die mate waartoe ...
1,8,18 is omgekeerd bepunt (3)	A. Gebruikersvriendelik	leerders dit moeilik gevind het om met die IT te werk
2,9,19,22,23,26 15,24 is omgekeerd bepunt (8)	B. Opwindend	leerders die gebruik van IT opwindend en positief ervaar
3,10,20 (3)	C. Aktief betrokke	die IT aktiewe deelname bewerkstellig het
4,11,21 (3)	D. Selfvertroue	die gebruik van IT tot selfvertroue bygedra het
5,12,17,25 (4)	E. Kritiese denke	die gebruik van IT leerders in staat gestel het om kennis op te bou en kritiese denke te beoefen
6,7,13,14 (4)	F. Terugvoering	die gebruik van IT leerders gehelp het om in beheer van hul eie leerproses te bly
16 (1)	G. Koöperatiewe leer	die gebruik van IT leerders met mekaar laat saamwerk het eerder as om teen mekaar te kompeteer

Om vas te stel of daar 'n verband tussen die gebruik van die verskillende IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels bestaan, is die verwantskappe tussen die konstrunkte (wat die verskillende dimensies van IKT toepassings verteenwoordig – sien Tabel 4.11) en die implementeringsbeginsels deur middel van Pearson se korrelasiekoëffisiënte ondersoek.

Tydens die ontleding van die vraelyste was dit ook nodig om vas te stel of die response van die deelnemende leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge, sowel

as die groep in die geheel, beduidend van mekaar verskil het of nie. Om die voorafgaande te ondersoek, is van 'n eenrigtingvariëansie-analise (ANOVA), wat hipotesetoetsing ingesluit het, gebruik gemaak. Hierdie prosedure is toegepas op al die gedeeltes van die afdeling wat gehandel het oor die belewenis van die deelnemende leerders van die IKT Laboratorium as leeromgewing, sowel as hul belewenis van die verskillende IKT-toepassings wat in die IKT Laboratorium gebruik is.

4.11 KODERING EN VERWERKING VAN DIE VRAELYSTE

Om 'n gesofistikeerde kwantitatiewe data-analise te maak, is die gebruik van moderne statistiese sagteware noodsaaklik (Picciano 2004:29-30). Alle vraelyste wat ontvang is, is deur die Statistiese Verwerkingsafdeling van die IKT-dienste aan die Universiteit van die Vrystaat verwerk. Die "Statistical Package for the Social Sciences" (SPSS)-rekenaarpakket is gebruik om die data te verwerk. Die statistiese data van die onderskeie afdelings is deur die navorser ontleed en verwerk in die vorm wat dit in die studie aangebied word – sien Hoofstuk 5.

4.12 ETIESE OORWEGINGS

Volgens Babbie (2004:520) staan etiek en moraliteit in noue verband met mekaar – in die alledaagse lewe impliseer dit gewoonlik 'n gedragskode tussen lede van 'n groep of 'n professie. Wanneer navorsing in sosiale verband gedoen word, bestaan daar ook 'n onderlinge ooreenkoms tussen navorsers aangaande dit wat aanvaarbaar is en dit wat nie-aanvaarbaar is nie (Fraenkel & Wallen 2006:54). Om hierdie rede het die navorser, aan die hand van riglyne deur Babbie (2004:520-524) asook Maree en Van der Westhuizen (2007:41-42), die volgende stappe geneem ter wille van etiek tydens die navorsing:

- Die navorser het toestemming by die Vrystaatse Departement van Onderwys gevra om die navorsing uit te voer (sien Bylaag A). Die doel van die navorsing, die name van die skole wat aan die projek deelgeneem het, die tydraamwerk waarbinne die projek sou plaasvind, asook 'n afskrif van die vraelys wat deur die leerders voltooi moes word, is by die aansoek ingesluit. Die versekering is ook

gegee dat die response van leerders as vertroulik beskou is en slegs vir die doel van die navorsing aangewend sou word.

- Toestemming is vanaf die Departement van Onderwys ontvang (sien Bylaag B) onder voorwaarde dat leerderdeelname vrywillig moes wees en die name van leerders en skole konfidensieel moes bly.
- Briewe is aan verskillende skole uitgestuur waarin hulle uitgenooi is om deel te wees van die projek (sien Bylaag C). Dit is duidelik in die briewe uitgespel dat terugvoer aangaande die leeromgewing van die IKT Laboratorium, vanaf die leerders in die vorm van 'n vraelys gevra sou word. Die vertroulikheid van die inligting is beklemtoon.
- Die navorser het self die afneem van die vraelyste hanteer en het die leerders, voor die tyd gerusgestel dat die vraelyste daarop gemik was om die leeromgewing te ondersoek en nie die leerders nie. Dit is weereens beklemtoon dat die aflê van die vraelys vrywillig en anoniem is en dat alle inligting as vertroulik beskou is. Dit is beklemtoon dat leerders nie hul name op die vraelyste moes aanbring nie.
- Toestemming is verkry vir die plaas van foto's van leerders (sien Figure 3.9 en 3.10) deurdat die betrokke leerder 'n toestemmingsbrief onderteken het (Bylaag D).

4.13 SAMEVATTING

Die metode van navorsing is in hierdie hoofstuk uiteengesit. Dit reflekteer 'n nie-eksperimentele navorsingsontwerp, grootliks vanweë die feit dat 'n werklike omgewing ondersoek is, en 'n kwantitatiewe navorsingsmetodologie omdat die data wat in hierdie studie verkry is, in terme van syfers en statistiek uitgedruk is.

Die wyse waarop data ingesamel word vloei voort uit die voorafgaande – 'n vraelys is as meetinstrument in hierdie studie gebruik ten einde kwantifiserende data te bekom. Hierdie instrument, wat as die *Nasionale Kurrikulumverklaring Leeromgewing-vraelys (NKVLOV)* bekend sal staan, is ontwikkel uit internasionaal erkende leeromgewing-vraelyste soos die *Constructivist Learning Environment Survey (CLES)*, *What Is*

Happening In this Class? (WIHIC) Questionnaire, Outcomes-Based Learning Environment Questionnaire (OBLEQ) en die Individualised Classroom Environment Questionnaire (ICEQ). Die NKVLOV se skale is saamgestel deur die kurrikulum implementeringsbeginsels, wat in Hoofstuk 2 afgelei is, in lyn met die klassifikasiestelsel van Moos, in items te organiseer. Die vraelys bestaan uit vier afdelings, naamlik Afdeling A: Persoonlike en algemene inligting, Afdeling B: Huislike omgewing, Afdeling C: Skoolomgewing en Afdeling D: Leeromgewing van die IKT Laboratorium.

Die vraelys is tydens 'n loodsprojek op die proef gestel ten einde moontlike probleme daarmee uit te skakel. Die betroubaarheid van die vraelys is aan die Cronbach Alpha-betroubaarheidskoëffisiënt, asook die gemiddelde inter-item korrelasies gemeet, terwyl die geldigheid daarvan binne die konteks van voorkoms-, inhouds-, en konstruktgeldigheid beredeneer is.

'n Steekproef is die bereikbare populasie wat geselekteer word om aan die navorsing deel te neem ten einde data te versamel – in hierdie studie is die seleksie van deelnemende leerders gemaak op grond van gerief (Convenience Sampling) omdat die spesifieke groep leerders as gevolg van die feit dat hulle IKT Laboratoriumsessies bywoon, geredelik beskikbaar is vir deelname in 'n betrokke studie.

Al die vraelyste wat deur die deelnemende leerders vir die studie voltooi is, is terug ontvang, aangesien die hele proses, tydens die laaste sessie in die IKT Laboratorium, deur die navorser persoonlik hanteer is. Dit is in die vooruitsig gestel om die verskillende afdelings van die vraelys op verskillende wyses te analiseer. Die vrae in Afdelings A en B sou grotendeels geïnterpreteer word op grond van die frekwensie van die positiewe response – veelkeuse- en tweedelige-tipe vrae was kenmerkend van hierdie afdelings. Afdelings C en D het uit Likert-tipe vrae bestaan en die response moes dienooreenkomstig geïnterpreteer word. Die rekenkundige gemiddeldes van die verskillende konstrunkte is meestal bepaal tydens die analise. Laasgenoemde waardes is gebruik in 'n eenrigtingvariëansie-analise (ANOVA) om vas te stel tot watter mate die response van die deelnemende leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge ooreengestem of verskil het ten opsigte van sekere vrae. Daar is ook

besluit om van die Pearson korrelasiekoëffisiënt gebruik te maak om die verwantskap tussen die gebruik van IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels vas te stel.

In hierdie hoofstuk het etiese oorwegings ook aandag geniet. So is daar skriftelike toestemming vir die uitvoer van die studie, vanaf die Vrystaatse Departement van Onderwys verkry: briewe is aan skole uitgestuur waarin hulle uitgenooi is om deel van die projek te wees, en skriftelike toestemming is vanaf die leerders, waarvan daar foto's in die studie geplaas is, verkry.

HOOFSTUK 5

DATA-ANALISE EN INTERPRETASIE

5.1 INLEIDING

Die navorsingsproses, soos in die vorige hoofstuk beskryf, het noodwendig die insameling van data tot gevolg. In kwantitatiewe studies word inligting in die vorm van syfers, oftewel rou data, deur verskillende navorsingstegnieke bekom. Hierdie data moet georden en geïnterpreteer word ten einde antwoorde te verskaf op die navorsingsvrae (sien 4.3) wat in die studie gevra is. Statistiese tegnieke word gebruik om hierdie proses uit te voer en gevolgtrekkings te maak (Best & Kahn 2003:340).

In hierdie hoofstuk is daar aandag gegee aan die:

- statistiese tegnieke wat in hierdie studie gebruik is;
- betroubaarheid van die vraelys van die loodsprojek asook die werklike ondersoek;
- persoonlike, algemene en sosio-ekonomiese besonderhede van die deelnemende leerders;
- skoolomgewing van die deelnemende leerders;
- data-analise en interpretering van die leerders se belewenis van die IKT-toepassings in die IKT Laboratorium (oftewel IKT-leeromgewing);
- data-analise en interpretering van die leerders se belewenis van die IKT Laboratorium as leeromgewing in die algemeen (oftewel klaskameromgewing).

Daar sal nou voortgegaan word om die statistiese tegnieke, wat tydens die analise en interpretasie van data in hierdie studie gebruik is, te bespreek.

5.2 STATISTIESE TEGNIEKE

Tydens die verwerking, ontleding en interpretasie van die navorsingsdata van die studie, is daar in hierdie hoofstuk van *beskrywende* sowel as *inferensiële* statistiek gebruik gemaak. Beskrywende statistiek het te doen met die ordening van die verkreeë data deur tabellering, grafiese voorstelling en die berekening van beskrywende maatstawwe soos frekwensietellings, persentasies, gemiddeldes en standaardafwykings. Hierdie beskrywende maatstawwe word weer op hul beurt tydens statistiese inferensie gebruik om afleidings aangaande die populasie, waaruit die steekproef geneem is, te maak. Voorgenoemde vind in hierdie studie veral neerslag tydens hipotesetoetsing rondom ooreenkomste en verskille in die populasie (Calder & Sapsford 2006:211; Steyn, Smit, Du Toit & Strasheim 2005:5).

Die begrippe en simbole wat deurgaans in hierdie studie in die beskrywende, sowel as die inferensiële statistiek gebruik word, het die volgende betekenis:

- Die *rekenkundige gemiddelde* (\bar{x}) of gemiddelde, soos dit ook bekend staan, is die bekendste sentrale waarde en word verkry deur die som van die individuele tellings, deur die aantal tellings te deel (Calder & Sapsford 2006:212).
- Die *standaardafwyking* (s) gee 'n aanduiding van die verspreiding van data rondom die rekenkundige gemiddelde. Dit is ook 'n gemiddelde waarde, maar nie van waar die sentrale punt is nie, maar van hoe dit versprei is (Calder & Sapsford 2006:40; Jansen 2007:19).
- Die *steekproefgrootte* (n) is die aantal of getal items in 'n steekproef wat bestudeer word.
- Die begrip *vryheidsgrade* (df) het te doen met die aantal tellings wat vry is om enige waarde aan te neem wanneer daar met die som van

gekwadreeerde afwykings, vanaf die gemiddelde, gewerk word (Huysamen 1986:75).

$$\begin{aligned}\text{Die totale aantal vryheidsgrade} &= \text{totale aantal waarnemings} - 1 \\ &= N - 1 \\ &= 110 - 1 = 109 \text{ (sien Tabel 5.17)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aantal vryheidsgrade (tussen groepe)} &= \text{aantal behandelings} - 1 \\ &= c - 1 \\ &= 3 - 1 = 2 \text{ (sien Tabel 5.17)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aantal vryheidsgrade (binne groepe)} &= (N - 1) - (c - 1) \\ &= 109 - 2 = 107 \text{ (sien Tabel 5.17)}\end{aligned}$$

- Die *variansieverhouding*, oftewel die *F*-waarde, is die waarde van die verhouding tussen die tussen-groep-kwadraatgemiddelde en die binne-groep-kwadraatgemiddelde en word gebruik om die beduidendheid van die verskille tussen variansies te bepaal (Calder & Sapsford 2006:222; Huysamen 1986:84).
- Die *beduidenheidspeil* (*p*) verwys na die waarskynlikheid dat die verskil tussen die gemiddelde tellings van groepe te wyte is aan toeval en of dit wel die werklike verskille tussen die groepe reflekteer (Calder & Sapsford 2006:217,223). Beduidenheidsvlakke van 5% ($p < 0.05$) of 1% ($p < 0.01$) word gewoonlik gebruik. Indien $p > 0.05$ (of 0.01) beteken dit dat die kans kleiner as 5 of 1 uit 100 is dat die nulhipotese waar is – die nulhipotese sal gevolglik verwerp word op die 5% of 1% beduidenheidsvlak en die alternatiewe hipotese sal dan aanvaar word. In hierdie studie word die *F*-waarde se ooreenstemmende *p*-waarde gebruik om beduidenheidsvlakke aan te dui (sien 5.4.4.3).
- Die *korrelasiekoëffisiënt* (*r*) is 'n maatstaf van die sterkte van lineêre verwantskap tussen twee veranderlikes (Steyn, Smit, Du Toit & Strasheim 2005:5).

- *Itemanalise* is 'n statistiese metode waartydens afsonderlike items in die vraelys ondersoek word ten einde daardie items wat die betroubaarheid van die vraelys in gevaar stel, te vervang of te verwyder (Pietersen & Maree 2007b:218).
- Die *geweegde rekenkundige gemiddelde* (\bar{x}_w) dui op 'n rekenkundige gemiddelde waarde wat die verskillende stelle data, wat in die berekening gebruik is, se bydrae (wat van mekaar kan verskil) in ag te neem (Steyn, Smit, Du Toit & Strasheim 2005:102). Die *gesamentlike rekenkundige gemiddelde* (\bar{x}_g) is 'n toepassing hiervan (sien 5.4.4.5).

5.3 BETROUBAARHEID VAN DIE VRAELYS

Om te bepaal tot watter mate die verskillende items, onder elke konstruk in die vraelys, dieselfde konsep meet en om die navorser gevolglik in staat te stel om interne fout-variëansie uit te skakel (Wilson & Sapsford 2006:111), is die Cronbach Alpha-koëffisiënte van die skale in die verskillende afdelings van die vraelys bereken.

In tabel 5.1 word die Cronbach Alpha-koëffisiënte van die verskillende konstrunkte, in die afdeling van die vraelys wat oor die IKT-leeromgewing handel, weergegee. Die oorspronklike waardes vir die loodsprojek, sowel as die werklike studie, word aangetoon.

Tabel 5.1: Cronbach Alpha-koëffisiënte: Klaskameromgewing

Vraelys konstrunkte (aantal items)	Cronbach Alpha-koëffisiënte	
	Loodsprojek	Werklike studie
A. Konstrueer van kennis (9)	0.65	0.57*
B. Gelykeberegting (8)	0.92	0.77
C. Differensiasie (4)	0.40*	0.33*
D. Ondersoekende benadering (6)	0.86	0.70
E. Voorafkennis (3)	0.81	0.58*
F. Betrokkenheid (8)	0.86	0.81
G. Persoonlike relevansie (9)	0.79	0.78

Vraelys konstrunkte (aantal items)	Loodsprojek	Werklike studie
H. Samewerking (5)	0.69	0.72
I. Verantwoordelikheid vir eie leer (6)	0.97	0.74
J. Integrasie (4)	0.45*	0.76
K. Doelmatigheid (4)	0.92	0.64
Gemiddeld vir vraelys:	0.76	0.67
(*) waardes < 0.6		

In Tabel 5.2 word die Cronbach Alpha-koëffisiënte van die verskillende konstrunkte, in die afdeling van die vraelys wat oor die IKT-leeromgewing handel, weergegee. Die oorspronklike waardes vir die loodsprojek, sowel as die werklike studie, word aangetoon.

Tabel 5.2: Cronbach Alpha-koëffisiënte: IKT Leeromgewing

Vraelys konstrunkte	Cronbach Alpha-koëffisiënte	
	Loodsprojek	Werklike studie
ITA. Gebruikersvriendelik (3)	0.44*	0.54*
ITB. Opwindend (8)	0.70	0.73
ITC. Aktief betrokke (3)	-0.6 ¹³	0.54*
ITD. Selfvertroue (3)	0.48*	0.70
ITE. Kritiese denke (4)	0.64	0.59*
ITF. Terugvoering (4)	0.78	0.69
Gemiddeld vir vraelys:		0.63
(*) waardes < 0.6		

¹³ 'n Negatiewe Cronbach Alpha-waarde kan gewoonlik aan 'n fout tydens die koderingsproses of 'n té klein steekproef toegeskryf word (Garson 2011a:4 van 9; Garson 2011b:11 van 13 en Pallant 2007:98). Die navorser het alles binne sy praktiese vermoë gedoen om, in samewerking met die afdeling wat die statistiese data verwerk het, die rede vir die negatiewe waarde na te gaan. Geen fout kon in die navorser se instruksie, aangaande die koderingsproses, aan die afdeling gevind word nie. 'n Klein steekproef (n = 22) is wel geïdentifiseer. Die data is weer verwerk en dieselfde resultate is opgelewer. Die navorser het besluit om op die uitslae van die werklike studie te wag voordat 'n mening gelug sou word. Die werklike studie het 'n "realistiese" Cronbach Alpha-waarde van 0.54 opgelewer en op grond daarvan het die navorser besluit om dit in die interpretasie van die werklike studie te gebruik.

Volgens Fraenkel en Wallen (2006:161) sal 1.00 die maksimum moontlike waarde van 'n betroubaarheidskoëffisiënt kan wees en gevolglik sal die betroubaarheid tussen items toeneem soos wat die waarde van die Cronbach Alpha-koëffisiënt die waarde van 1.00 nader.

Dit waarvoor die meetinstrument in die betrokke navorsing gebruik word, bepaal gewoonlik die graad van interne betroubaarheid wat vereis word (Pietersen & Maree 2007b:216). Alhoewel Cronbach Alpha-koëffisiënte met waardes 0.8 en 0.9 as hoog en matig betroubaar geïnterpreteer word, is waardes groter as 0.7 in die Sosiale Wetenskappe steeds aanvaarbaar – in verkennende studies word 0.6 as 'n afsnypunt vir betroubaarheid beskou (Fraenkel & Wallen 2006:161; Garson 2011a:4 van 9; Simon 2008:1 van 2). Aangesien hierdie studie ook as verkennend van aard gesien kan word, het die navorser besluit om die waarde van 0.6 as 'n minimum riglyn te gebruik.

Uit Tabela 5.1 en 5.2 is dit duidelik dat die waardes van die betroubaarheidskoëffisiënte van sommige konstrukte (*) kleiner as 0.6 is en dus nie aan die vereistes vir betroubaarheid van hierdie vraelys voldoen nie. Die navorser het voortgegaan om 'n itemanalise, wat deur Garson (2011b:2 van 13) en Pallant (2007:98) voorgestel word, uit te voer. Hiervolgens kan daar in die SPSS-rekenaarprogram van die “Cronbach's Alpha if Item Deleted”-funksie gebruik gemaak word om items in die vraelys, wat die betroubaarheid daarvan affekteer, te identifiseer. Op hierdie wyse is *item 17* van die *Kritiese denke* skaal en *item 28* van die *Konstrueer van kennis*-skaal as problematies beskou en uit alle verdere analyses van die vraelys gelaat.

Tabela 5.1 en 5.2 is uitgebrei om die effek van die itemanalise, sowel as die konsolidering van die ander waardes, aan te toon. In Tabel 5.3 word die Cronbach Alpha-koëffisiënte van die verskillende konstrukte, in die afdeling van die vraelys wat oor die klaskameromgewing handel, weergegee, nadat die itemanalise, soos bespreek, uitgevoer is.

Tabel 5.3: Cronbach Alpha-koëffisiënte: Klaskameromgewing (na itemanalise)

Vraelys konstrunkte (aantal items)	Cronbach Alpha-koëffisiënte		
	Loodsprojek	Werklike studie	Werklike studie (na itemanalise)
A. Konstrueer van kennis (8)**	0.65	0.57*	0.66
B. Gelykeberegting (8)	0.92	0.77	0.77
C. Differensiasie (4)	0.40*	0.33*	0.33*
D. Ondersoekende benadering (6)	0.86	0.70	0.70
E. Voorafkennis (3)	0.81	0.58*	0.58*
F. Betrokkenheid (8)	0.86	0.81	0.81
G. Persoonlike relevansie (9)	0.79	0.78	0.78
H. Samewerking (5)	0.69	0.72	0.72
I. Verantwoordelikheid vir eie leer (6)	0.97	0.74	0.74
J. Integrasie (4)	0.45*	0.76	0.76
K. Doelmatigheid (4)	0.92	0.64	0.64
Gemiddeld vir vraelys:		0.67	0.68
(*) waardes < 0.6 (**)items het verminder na itemanalise			

In Tabel 5.4 word die Cronbach Alpha-koëffisiënte van die verskillende konstrunkte, in die afdeling van die vraelys wat oor die IKT-leeromgewing handel, weergegee, nadat die itemanalise, soos vroeër in die paragraaf bespreek, uitgevoer is.

Tabel 5.4: Cronbach Alpha-koëffisiënte: IKT-leeromgewing (na itemanalise)

Vraelys konstrukte	Cronbach Alpha-koëffisiënte		Werklike studie (na itemanalise)
	Loodsprojek	Werklike studie	
ITA. Gebruikersvriendelik (3)	0.44*	0.54*	0.54*
ITB. Opwindend (8)	0.70	0.73	0.73
ITC. Aktief betrokke (3)	-0.6*	0.54*	0.54*
ITD. Selfvertroue (3)	0.48*	0.70	0.70
ITE. Kritiese denke (3)**	0.64	0.59*	0.61
ITF. Terugvoering (4)	0.78	0.69	0.69
Gemiddeld vir vraelys:		0.63	0.64
(*) waardes < 0.6 (**)items het verminder na itemanalise			

Uit Tabele 5.3 en 5.4 is dit duidelik dat daar, na die itemanalise, nog steeds konstrukte met waarde kleiner as 0.6 is en verdere ondersoek vereis.

Garson (2011b:2 van 13) wys daarop dat die aantal items wat in die verskillende skale van 'n vraelys gebruik word, 'n groot rol in die waarde van die Cronbach Alpha-koëffisiënt, en gevolglik die interpretering daarvan, speel – hoe groter die aantal items, hoe groter is die Cronbach Alpha-waarde. Pallant (2007:95) gaan so ver om te verklaar dat indien daar minder as tien items in 'n skaal is, die Cronbach Alpha-koëffisiënt dikwels lae waardes oplewer en dat daar om hierdie rede veel eerder van gemiddelde inter-item korrelasies gebruik gemaak moet word om betroubaarheid binne die konstrukte vas te stel. Hierdie stelling word deur die resultate van hierdie studie (sien Tabele 5.5 en 5.6) gerugsteun deurdat die konstrukte met betroubaarheid kleiner as 0.6 almal slegs vier of minder items bevat. In die geval van inter-item korrelasies sal waardes tussen 0.2 en 0.4 (Pallant 2007:95) 'n aanvaarbare betroubaarheid aandui. Tabele 5.3 en 5.4 is uitgebrei om die gemiddelde inter-item korrelasies van die verskillende items aan te dui, terwyl die ander gegewens net in die tabelle gekonsolideer is.

Die gegewens in Tabel 5.5 toon duidelik dat die gemiddelde inter-item korrelasies van al die konstrukte van hierdie afdeling van die vraelys, behalwe *Differensiasie*, gemaklik binne die betroubaarheidsintervalle lê.

Die feit dat die vrae wat onder die Differensiasie-konstruk van die NKVLOV-vraelys (sien 4.6.2), sonder verandering, uit die OBLEQ-vraelys (sien 4.6.2), oorgeneem is, tesame met die feit dat die OBLEQ-vraelys wel vir vrae in die moedertaal van die leerders voorsiening gemaak het, terwyl die NKVLOV-vraelys dit nie gedoen het nie, laat die navorser van mening dat dít moontlik die rede vir die lae betroubaarheidskorrelasie was.

Tabel 5.5: Inter-item korrelasie: Klaskameromgewing

Vraelys konstrukte (aantal items)	Cronbach Alpha-koëffisiënte		Werklike studie (na itemanalise)	Werklike studie Inter-item korrelasie
	Loodsprojek	Werklike studie		
A. Konstrueer van kennis (8)	0.65	0.57*	0.66	0.13
B. Gelykeberegting (8)	0.92	0.77	0.77	0.29
C. Differensiasie (4)	0.40*	0.33*	0.33*	0.11
D. Ondersoekende benadering (6)	0.86	0.70	0.70	0.28
E. Voorafkennis (3)	0.81	0.58*	0.58*	0.31
F. Betrokkenheid (8)	0.86	0.81	0.81	0.35
G. Persoonlike relevansie (9)	0.79	0.78	0.78	0.28
H. Samewerking (5)	0.69	0.72	0.72	0.34
I. Verantwoordelikheid vir eie leer (6)	0.97	0.74	0.74	0.32
J. Integrasie (4)	0.45*	0.76	0.76	0.44
K. Doelmatigheid (4)	0.92	0.64	0.64	0.31
Gemiddeld vir vraelys:		0.67	0.68	0.29
(*) waardes < 0.6				

Uit Tabel 5.6 is dit duidelik dat die gemiddelde inter-item korrelasies van al die konstrukte van hierdie afdeling van die vraelys, gemaklik binne die betroubaarheidsintervalle lê.

Tabel 5.6: Inter-item korrelasie: IKT-leeromgewing

Vraelys konstrunkte	Cronbach Alpha-koëffisiënte		Werklike studie (na itemanalise)	Werklike studie Inter-item korrelasie
	Loodsprojek	Werklike studie		
ITA. Gebruikersvriendelik (3)	0.44*	0.54*	0.54*	0.28
ITB. Opwindend (8)	0.70	0.73	0.73	0.25
ITC. Aktief betrokke (3)	-0.6*	0.54*	0.54*	0.28
ITD. Selfvertroue (3)	0.48*	0.70	0.70	0.44
ITE. Kritiese denke (3)	0.64	0.59*	0.61	0.26
ITF. Terugvoering (4)	0.78	0.69	0.69	0.36
Gemiddeld vir vraelys:		0.63	0.64	0.31
(*) waardes < 0.6				

Die gemiddeld van die verskillende afdelings van die vraelys vergelyk ook goed met die vereistes gestel vir betroubaarheid. Waardes van 0.68 en 0.64 in vergelyking met die Cronbach Alpha-vereiste van 0.6 asook waardes van 0.29 en 0.31 in vergelyking met die inter-item korrelasie-vereiste van tussen 0.2 en 0.4 is behaal.

Op grond van die voorafgaande bespreking, aan die hand van die verkreeë resultate, kan die NKVLOV-vraelys as betroubaar vir die uitvoer van hierdie studie beskou word.

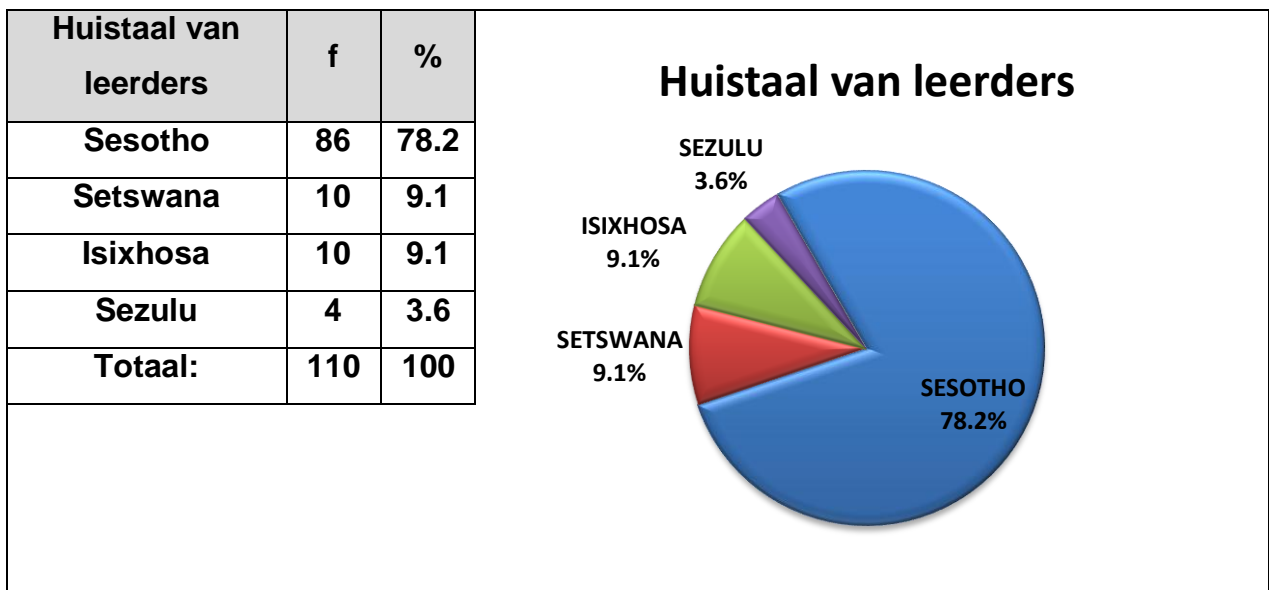
5.4 RESULTATE VAN EMPIRIESE ONDERSOEK

Alhoewel daar 129 leerders was wat aan die Wetenskapsessies in die IKT Laboratorium deelgeneem het, was daar slegs 110 leerders teenwoordig tydens die afneem van die vraelyste. Al 110 vraelyste wat uitgedeel is, is terug ontvang en in die verwerking van die resultate gebruik.

5.4.1 Persoonlike en algemene inligting van deelnemende leerders

Uit die vraelys, sowel as 'n registrasievorm wat deur die leerders ingevul is, is die volgende biografiese en persoonlike besonderhede bekom. In Tabel 5.7 is die huistaal van die deelnemende leerders uiteengesit.

Tabel 5.7: Huistaal van leerders

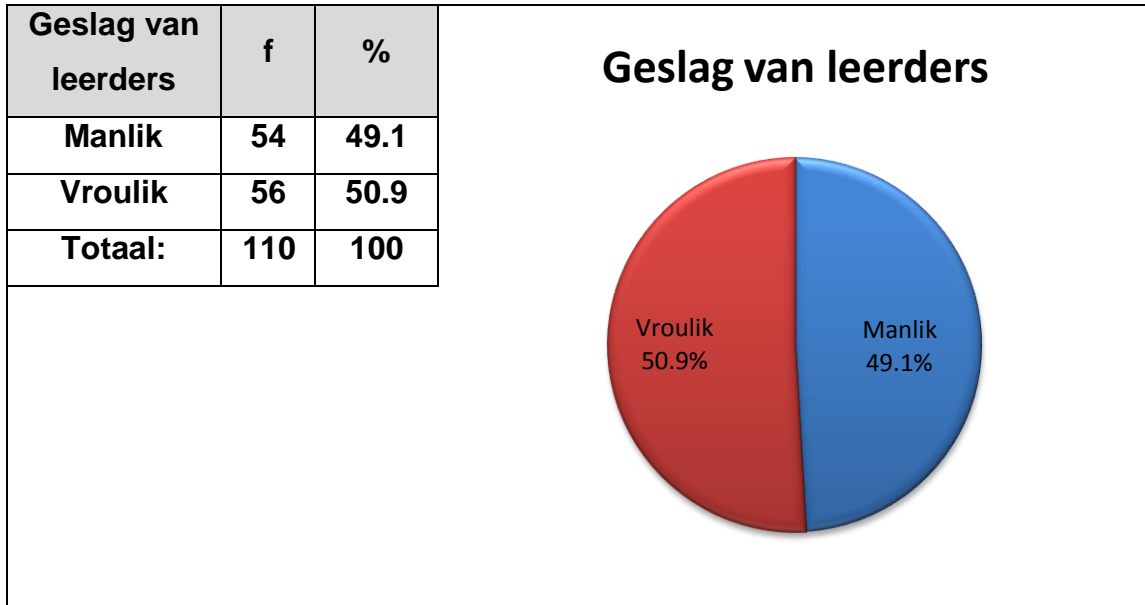


Die uiteensetting in Tabel 5.7 toon dat al die leerders ($n = 110$) wat aan hierdie studie deelgeneem het se huistaal van hul TVOL verskil het. Die meerderheid ($n = 86$) was Sesotho-sprekend. Dit is ook belangrik om te onthou dat Engels nie noodwendig hul tweede taal is nie en dat hul TVOL selfs hul derde taal kan wees.

Hierdie data is nie gebruik om enige verskille in vraelys-response van die verskillende taalgroepe te ondersoek nie, maar eerder om homogeniteit van die respondente aan te dui, vanweë die feit dat almal se huistaal van hul TVOL verskil. Die data is verder gebruik om aan te toon dat die deelnemende leerders kan identifiseer met die situasie (ten opsigte van TVOL) waarin die grootste deel van Suid-Afrikaanse leerders (82% – sien Grafiek 1.1) hulself bevind asook om kwessies rondom die betroubaarheid van die vraelys wat in hierdie studie gebruik is, te debatteer (sien 5.3).

In Tabel 5.8 word die geslag van die deelnemende deelnemers uiteengesit.

Tabel 5.8: Geslag van deelnemende leerders

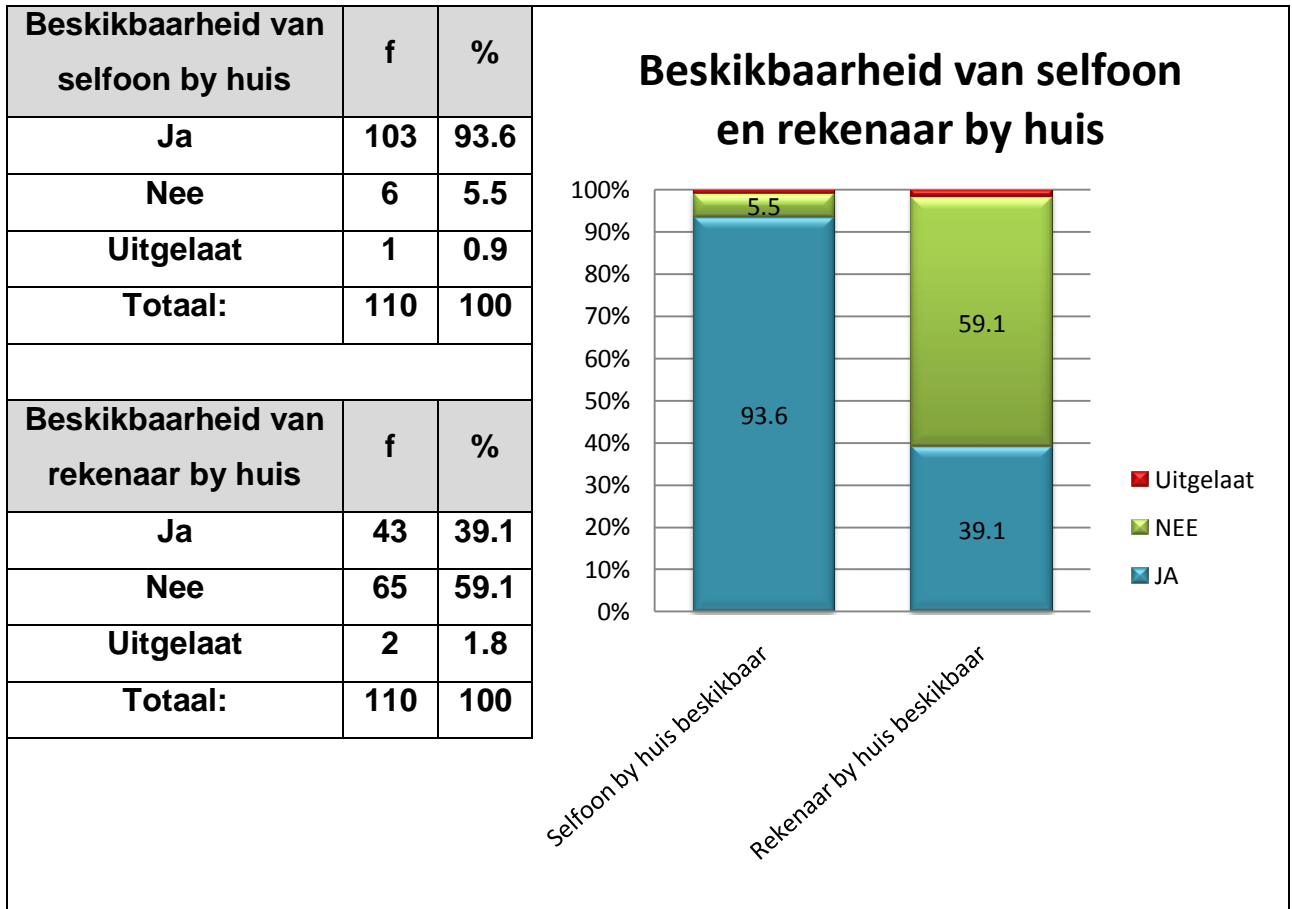


Volgens Tabel 5.8 was daar ongeveer dieselfde aantal manlike deelnemende leerders ($n = 54$) as vroulike deelnemende leerders ($n = 56$) in die studie.

Hierdie data is nie gebruik om enige verskille in vraelys-response van die verskillende geslagte te ondersoek nie, maar eerder om die verteenwoordigende aard van die twee geslagte in die ondersoek aan te dui.

Onder die items in die vraelys, wat gebruik is om sosio-ekonomiese groeperinge (sien 5.4.2) binne die deelnemende leerders te identifiseer, is inligting aangaande die beskikbaarheid van “alledaagse” IKT-items soos selfone en rekenaars bekom. In Tabel 5.9 is die terugvoering in hierdie verband opgesom.

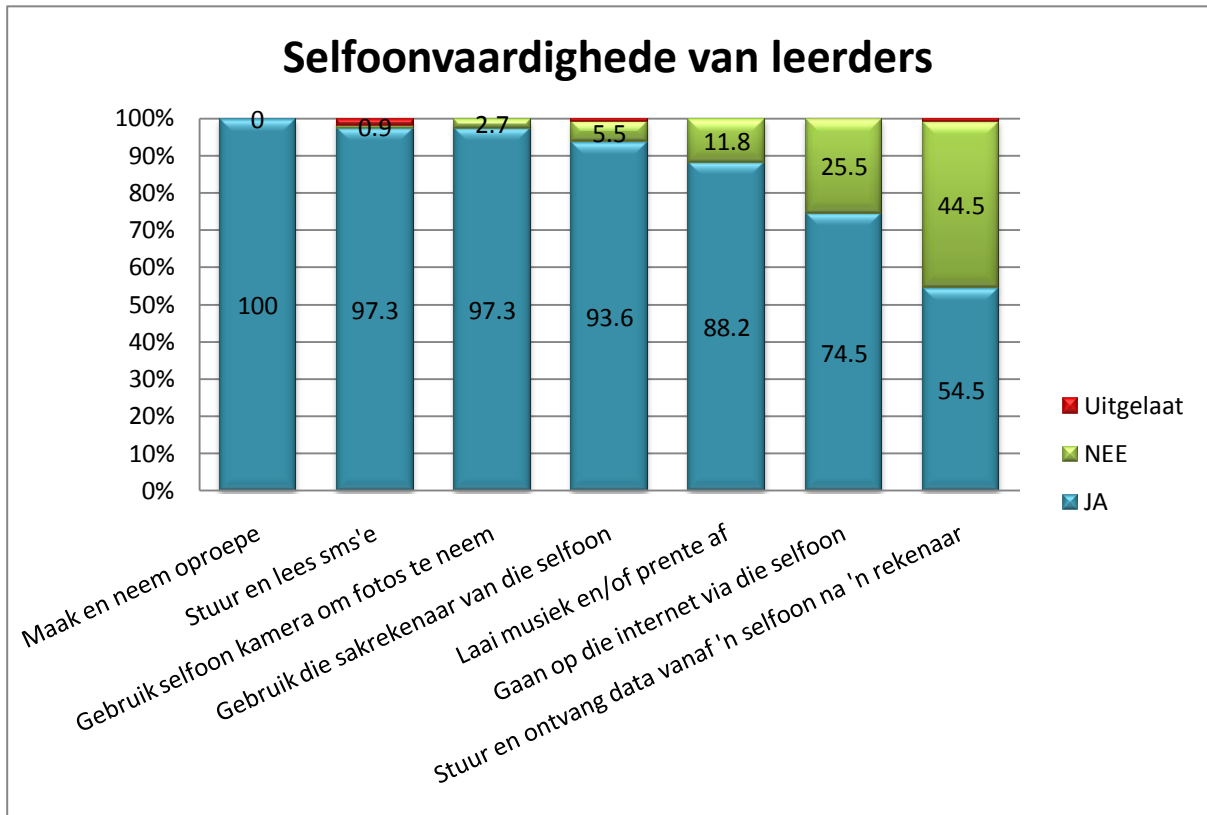
Tabel 5.9: Besikbaarheid van selfoon en rekenaar by huis



Tabel 5.9 toon aan dat daar tog leerders is, alhoewel dit 'n klein aantal ($n = 6$) is, wat nie by die huis toegang tot 'n selfoon gehad het nie. Daarenteen het baie meer leerders ($n = 65$), in vergelyking daarmee, nie by die huis tot 'n rekenaar toegang gehad nie.

Die gegewens in Tabel 5.9 is gebruik om die bevindinge in Grafiek 5.1 en Tabel 5.10, soos in die volgende paragraaf bespreek, in perspektief te plaas en te interpreteer.

In Grafiek 5.1 is die frekwensie van die deelnemende leerders se response ten opsigte van selfoonvaardighede aangetoon.

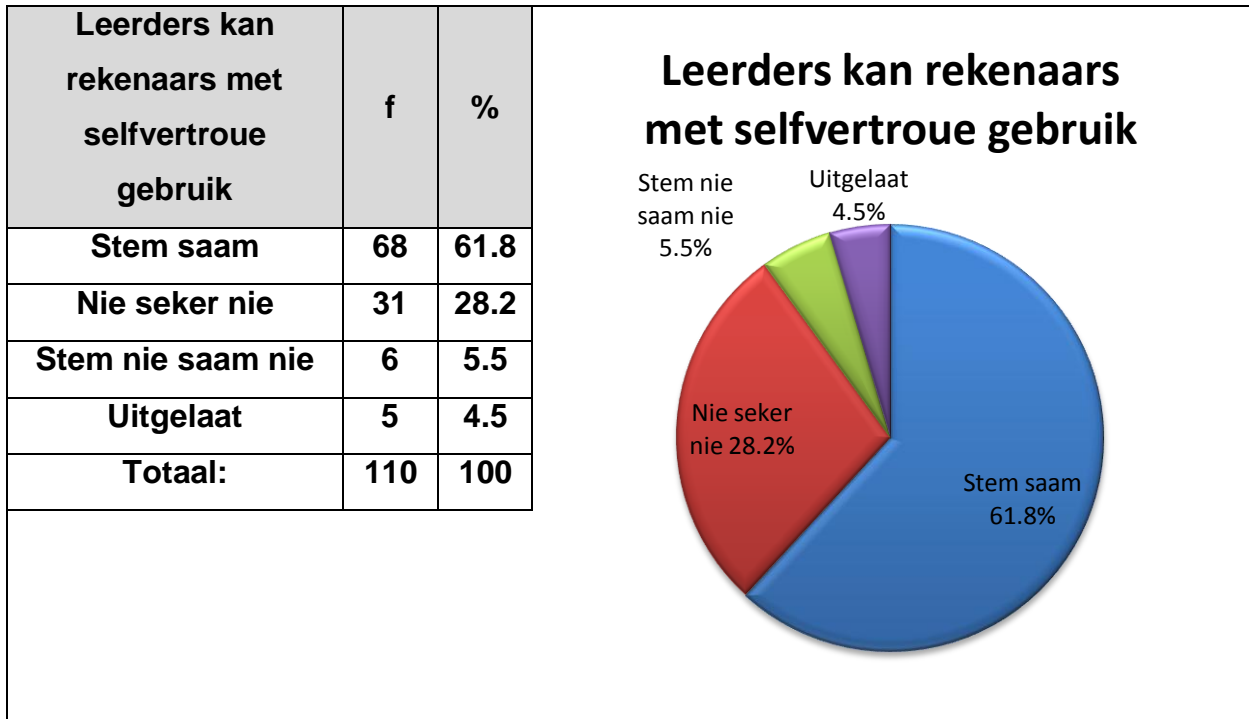


Grafiek 5.1: Selfoonvaardighede van deelnemende leerders

Volgens die resultate van Grafiek 5.1 het tussen 93.6% (n = 103) en 100% (n = 110) van die deelnemende leerders die basiese selfoonvaardighede (die eerste vier items op die skaal van selfoonvaardighede) onder die knie gehad het. Tussen 54.5% (n = 60) en 88.2% (n = 97) het oor die meer uitgebreide vaardighede (die laaste drie items op die skaal van selfoonvaardighede) beskik. Hierdie oënskynlike afname in vaardigheidsvlakke word in perspektief geplaas as daar na die leerders se toegang tot selfone en rekenaars by die huis (sien Tabel 5.9) gekyk word – die aktiwiteite waarby die uitgebreide vaardighede ter sprake is, staan direk in verband met die toegang tot 'n selfoon en/of 'n rekenaar met internettoegang.

Tabel 5.10 weerspieël die selfvertroue waarmee leerders rekenaars gebruik.

Tabel 5.10: Leerders kan rekenaars met selfvertroue gebruik



Tabel 5.10 toon dat die meeste leerders ($n = 68$) die rekenaar met selfvertroue gebruik, terwyl daar leerders ($n = 31$) is wat 'n mindere mate van selfvertroue toon en 'n klein aantal leerders ($n = 6$) wat glad nie die rekenaar met dieselfde selfvertroue hanteer nie. Die voorafgaande hou heel moontlik verband met die feit dat daar leerders ($n = 65$) is wat nie rekenaars by die huis het nie (sien Tabel 5.9), maar tog wel by die skool daartoe toegang het (sien Tabel 5.14).

Die data verkry uit Grafiek 5.1 en Tabel 5.10 is gebruik om te bevestig dat die leerders wat in hierdie studie deelgeneem het, die generasie Y-eienskappe betreffende tegnologie, soos in die literatuur (sien 2.6.2.2) uitgewys is, vertoon. Dit is duidelik dat die meeste leerders gemaklik is met en vaardig is in die gebruik van "alledaagse" IKT-toepassings wat tot hulle beskikking is en gevolglik heel moontlik dieselfde tendens sal vertoon met ander IKT-toepassings in die klaskamersituasie.

5.4.2 Sosio-ekonomiese besonderhede van deelnemende leerders

Ten einde vas te stel of daar enigsins verskillende sosio-ekonomiese groeperinge binne die deelnemende leerders was en indien wel wat die omvang daarvan was, is daar as volg te werk gegaan. Al die syferwaardes van die individuele respondente se antwoorde in die betrokke afdeling (Afdeling B) van die vraelys is bymekaar getel om groottotale te verkry (uit 'n moontlike punt van 48). Tabel 5.11 verteenwoordig hierdie uiteensetting.

Tabel 5.11: Groottotale ten opsigte van sosio-ekonomiese groeperinge

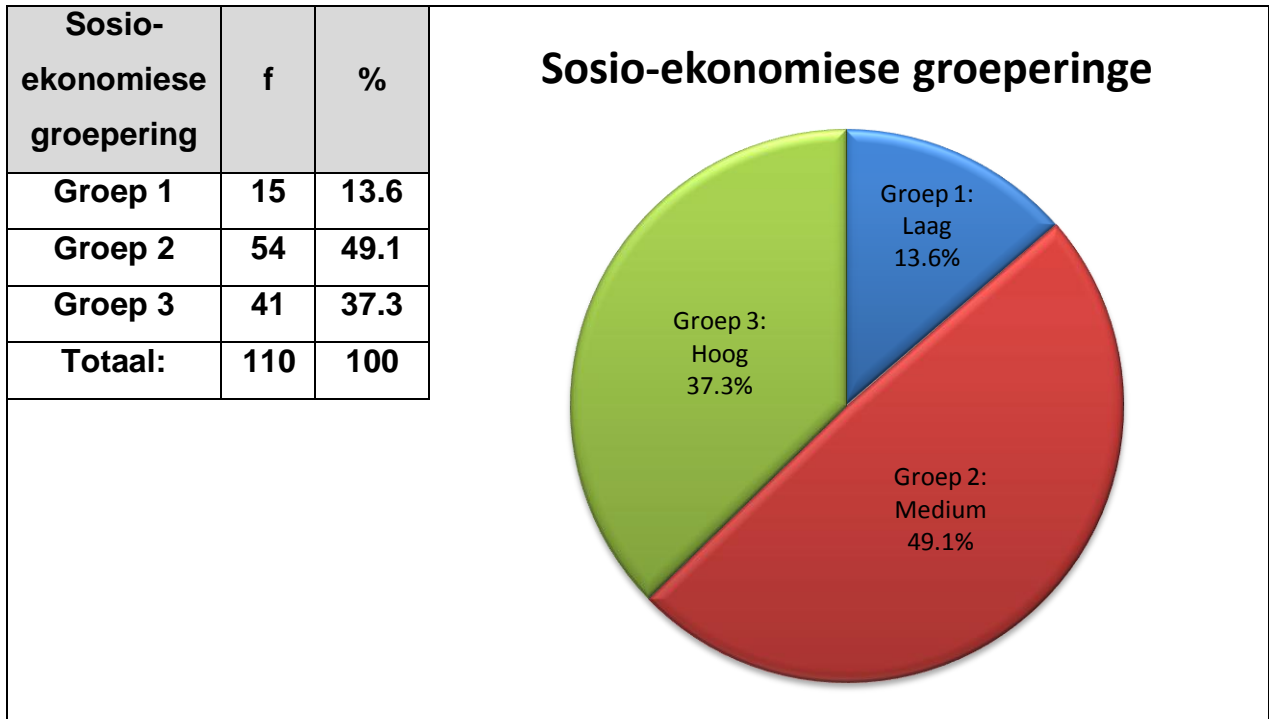
Groottotaal uit 48	20	21	23	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
f	1	2	1	1	3	3	2	2	3	3	6	2	3	7	5	8	8	8	9	8	9	7	5	2	1

Die navorser het toe die totale aantal leerders op grond van die individuele groottotale in drie sosio-ekonomiese groeperinge ingedeel, naamlik:

- Groep 1: 20 – 30 punte (Laag).
- Groep 2: 31 – 40 punte (Medium).
- Groep 3: 41 – 48 punte (Hoog).

In Tabel 5.12 word die sosio-ekonomiese groepering uiteengesit.

Tabel 5.12: Sosio-ekonomiese groeperinge van leerders



Die inligting in Tabel 5.12 het aangetoon dat daar wel verskillende sosio-ekonomiese groeperinge onder die deelnemende leerders bestaan het met die meeste ($n = 54$) wat in die medium-kategorie geval het.

Die inligting is in die data-analise en interpretering van die leerders se belewenis van die leeromgewing gebruik ten einde vas te stel of daar enige verskille rondom die verskillende sosio-ekonomiese groeperinge se persepsies ten opsigte van die IKT Laboratorium bestaan het (sien 5.4.4.3 en 5.4.4.4).

5.4.3 Die skoolomgewing van deelnemende leerders

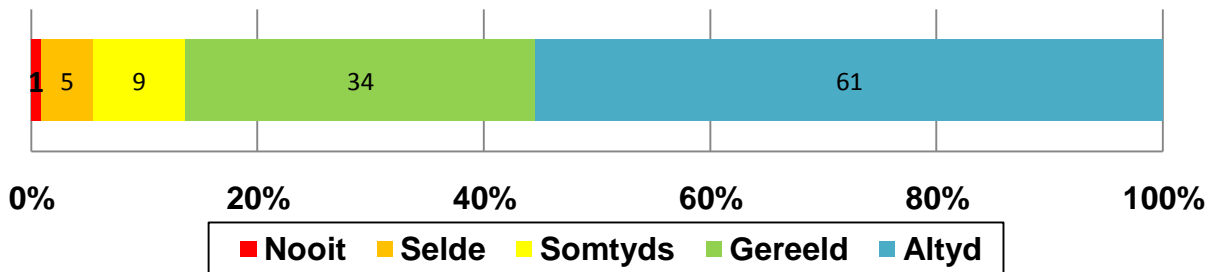
Die inligting wat uit die vraelys ten opsigte van die skoolomgewing van die deelnemende leerders verkry is, het gefokus op daardie aspekte van die taal van onderrig en leer (TVOL) in die bestudering van Fisiese Wetenskappe wat betrekking het op hierdie studie, sowel as die gebruik en beskikbaarheid van IKT in die onderrig van Fisiese Wetenskappe in die betrokke skole.

In Tabel 5.13 word die leerder response aangaande die TVOL in Fisiese Wetenskappe in klaskameromgewing weergegee.

Tabel 5.13: Leerder-response aangaande die TVOL in Fisiese Wetenskappe

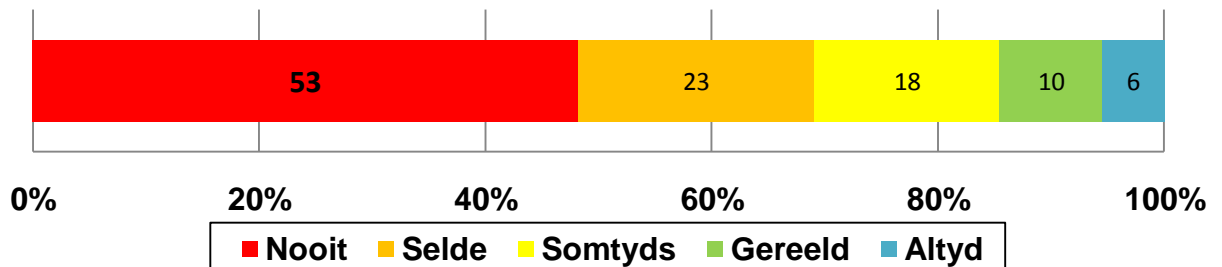
	Nooit	Selde	Somtyds	Gereeld	Altyd
f	1	5	9	34	61
%	0.9	4.5	8.2	30.9	55.5

1. Die onderwyser onderrig Fisiese Wetenskappe aan ons in Engels



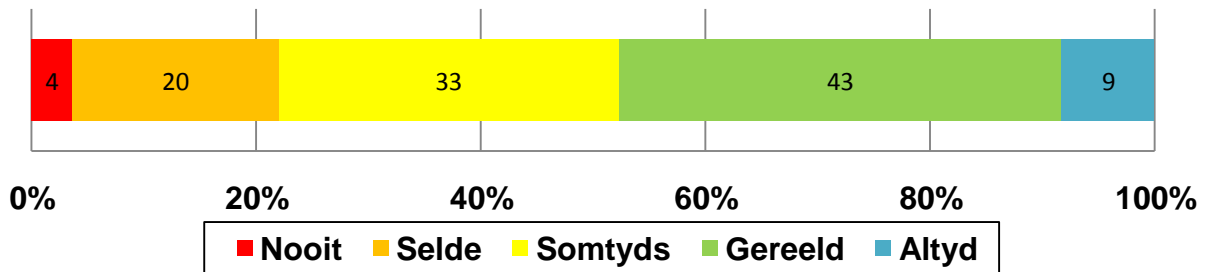
	Nooit	Selde	Somtyds	Gereeld	Altyd
f	53	23	18	10	6
%	48.2	20.9	16.4	9.1	5.5

2. Die onderwyser gebruik my huistaal om Fisiese Wetenskappe aan ons te onderrig



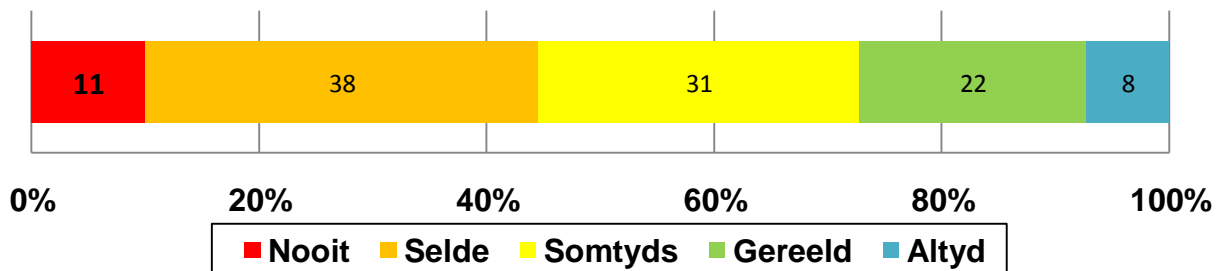
	Nooit	Selde	Somtyds	Gereeld	Altyd
f	4	20	33	43	9
%	3.6	18.2	30	39.1	8.2

3. Ek bespreek Fisiese Wetenskappe met ander leerders in Engels



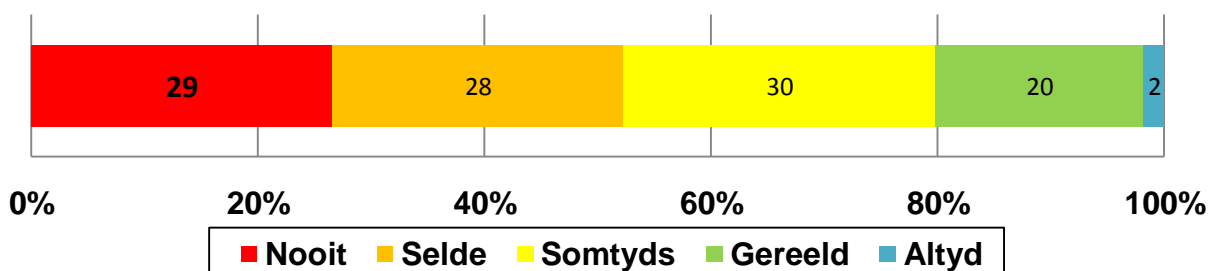
	Nooit	Selde	Somtyds	Gereeld	Altyd
f	11	38	31	22	8
%	10	34.5	28.2	20	7.3

4. Ek gebruik my huistaal wanneer ek Fisiese Wetenskappe met ander leerders bespreek



	Nooit	Selde	Somtyds	Gereeld	Altyd
f	29	28	30	20	2
%	26.4	25.5	27.3	18.2	1.8

5. Dit is vir my moeilik om my gedagtes in suiwer vaktaal uit te druk



In die interpretering van die data van Tabel 5.13 moet daar in gedagte gehou word dat die begrippe “onderrig” en “bespreek”, wat in die vrae voorkom, nie aan die leerders verduidelik of in die vraelys gedefinieer is nie. Om hierdie rede is die navorser van mening dat enige interaksie van die deelnemende leerders met die Fisiese Wetenskappe-onderwyser betreffende die vak as “onderrig deur die onderwyser” en enige interaksie van die deelnemende leerders met ander Fisiese Wetenskappe-leerders betreffende die vak as “bespreek met ander leerders” beskou kan word. As gevolg van hierdie “grys area” sal die “altyd”- en “gereeld”- response, sowel as die “nooit”- en “selde”-response, saamgegroepeer word terwyl die “somtyds”-response in die interpretasie van die data buite rekening gelaat sal word.

Uit die resultate van die eerste twee vrae van Tabel 5.13 is dit duidelik dat die onderrig van die Fisiese Wetenskappe-onderwyser meestal in die TVOL (Engels) plaasgevind het. Hierdie afleiding is gemaak op grond van die feit dat 86.4% (vraag 1) van die response (“altyd” en “gereeld”) aangetoon het dat die onderrig van die Fisiese Wetenskappe-onderwyser wel in die TVOL plaasgevind het. Dit word bevestig deurdat 14.6% (alternatiewe vraag 2) van die response (“altyd” en

“gereeld”) aangetoon het dat die onderrig van die Fisiese Wetenskappe-
onderwyser in die huistaal plaasgevind het.

Vanuit die literatuurstudie (sien 2.6.2.1) word daar geredeneer dat die Fisiese
Wetenskappe onderwyser wel 'n verantwoordelikheid het ten opsigte van die
bemagtiging van leerders in die TVOL. Volgens Creese (2005:146) behoort
formele onderwys die opbou van begrip deur middel van taal te ondersteun. Die
resultate van hierdie studie dui enersyds daarop dat die verantwoordelikheid ten
opsigte van die TVOL van Fisiese Wetenskappe tydens onderrig meestal
nagekom is, maar andersyds wys dit (volgens 14.6% van die response) ook die
ontduiking van verantwoordelikheid uit.

Uit die resultate van die volgende twee vrae van Tabel 5.13 is dit duidelik dat
ongeveer die helfte van die deelnemende leerders se besprekings van die
Fisiese Wetenskappe met ander leerders, meestal in die TVOL (Engels)
plaasgevind het. Hierdie afleiding word gemaak op grond van die feit dat 47.3%
(vraag 3) van die response (“altyd” en “gereeld”) aangetoon het dat leerders
Fisiese Wetenskappe in die TVOL met ander leerders bespreek. Dit word in 'n
groot mate bevestig deurdat 27.3% (alternatiewe vraag 4) van die response
 (“altyd” en “gereeld”) aangetoon het dat leerders Fisiese Wetenskappe meestal in
hul huistaal met ander leerders bespreek het.

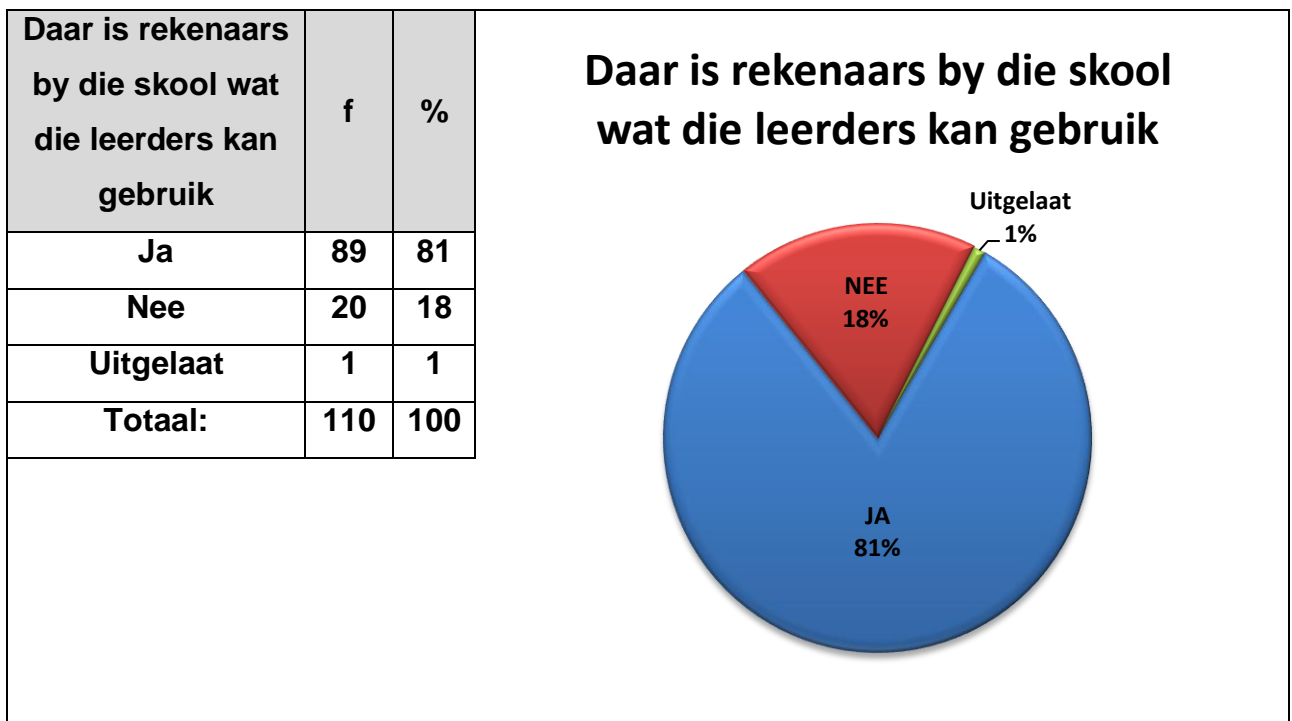
In die literatuurstudie (sien 2.6.2.1.1 en 2.6.2.1.2) word dit onomwonde gestel dat
daar daadwerklike geleenthede geskep moet word waartydens leerders in die
TVOL kan kommunikeer sodat betekenis daaraan in vakverband gegee kan
word. Om hierdie rede is dit die mening van die navorser dat die resultate van die
studie, naamlik dat net ongeveer die helfte van die deelnemende leerders
meestal in die TVOL met ander leerders besprekings aangaande Fisiese
Wetenskappe voer, glad nie oortuig dat daar genoeg geleenthede vir die
ontwikkeling van die TVOL in die Fisiese Wetenskappe is nie.

Die resultate van die laaste vraag van Tabel 5.13 dui daarop dat 20% (vraag 5) van die deelnemende leerders dit moeilik vind om hul gedagtes in suiwer vaktaal uit te druk. Die leemtes wat deur die resultate in die eerste vier vrae in verband met die hantering van die TVOL uitgewys is, kan 'n bydraende faktor wees tot die waarneming in vraag 5, aangesien taal en denke in voortdurende wisselwerking met mekaar is (sien 2.6.2.1).

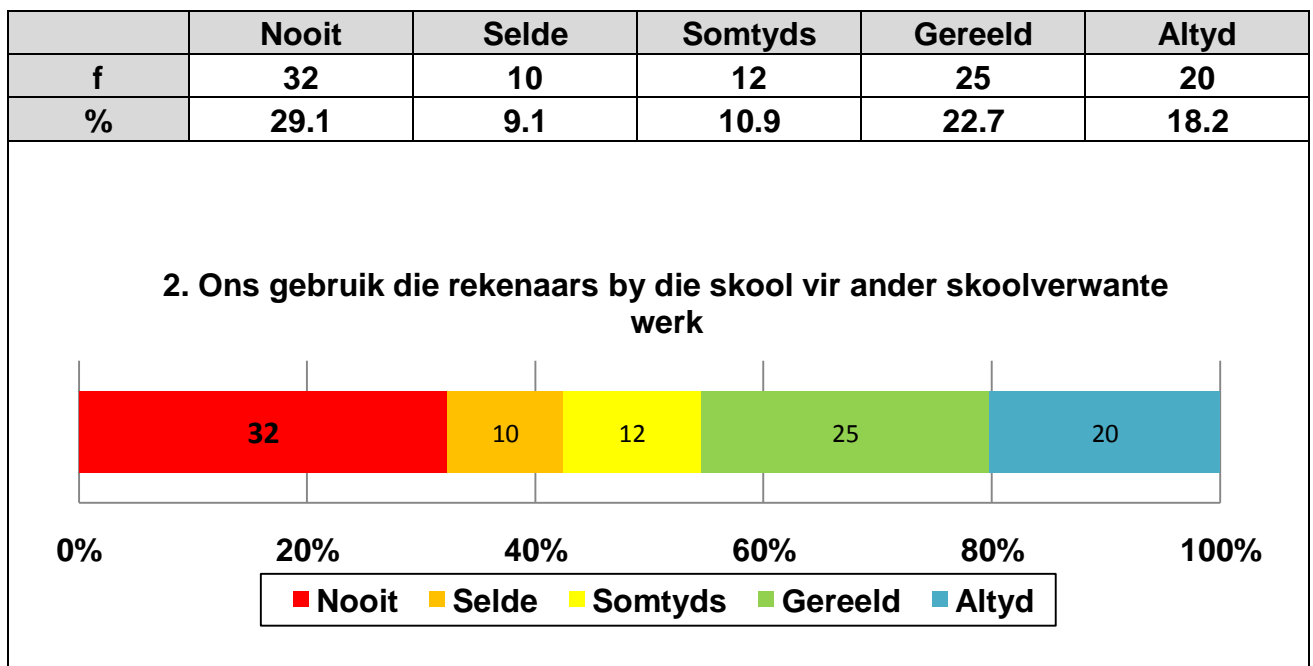
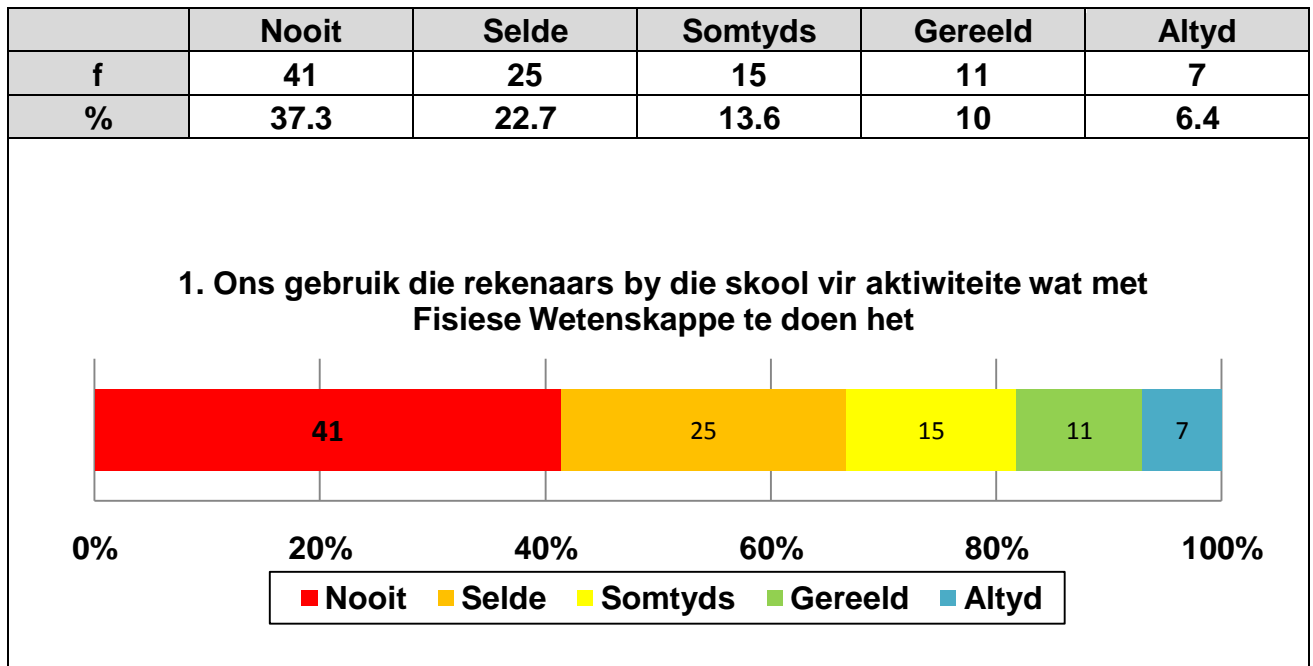
Die inligting wat uit die vraelys ten opsigte van die TVOL van die deelnemende leerders ingewin is, is in ag geneem met die maak van aanbevelings in die laaste hoofstuk (sien 6.4).

Tabelle 5.14 en 5.15 het betrekking op die beskikbaarheid en gebruik van rekenaars in die onderrig van Fisiese Wetenskappe in die betrokke skole.

Tabel 5.14: Beschikbaarheid van rekenaars wat deur leerders gebruik kan word



Tabel 5.15: Gebruik van rekenaars in die onderrigsituasie by die skool



Uit die resultate van Tabel 5.14 volg dit dat daar by die oorgrote meerderheid van deelnemende skole wel rekenaars beskikbaar is vir leerders om te gebruik. Dit is in lyn met die regering se poging om skole toe te rus met die nodige toerusting, in ooreenstemming met die Witskrif oor e-Onderwys (RSA DoE 2004b:40).

Die resultate van Tabel 5.15 dui daarop dat 'n relatief klein groepie leerders (16.4%) die rekenaars by die skool op 'n gereelde basis vir Fisiese Wetenskappe gebruik terwyl ongeveer die helfte van die leerders (45%) rekenaars op 'n gereelde basis vir ander skoolverwante werk gebruik. Hierdie data is volgens die navorser 'n aanduiding dat die doelwitte van die Witskrif oor e-Onderwys (RSA DoE 2004b:17) aangaande die skep van 'n kultuur by skole dat IKT nie 'n bykomstigheid maar integrale deel van die onderrigproses moet vorm, nog nie na die deelnemende skole deurgesyfer het nie.

Die inligting wat uit die vraelys ten opsigte van die beskikbaarheid en gebruik van rekenaars in die deelnemende skole ingewin is, is in ag geneem met die maak van aanbevelings in Hoofstuk 6.

5.4.4 Data-analise en interpretering van die leerders se belewenis van die IKT Laboratorium as leeromgewing

In die afdeling van die vraelys wat oor die IKT Laboratorium as leeromgewing gehandel het, is Likert-tipe vrae gebruik om data aangaande die deelnemende leerders se belewenis van die fasiliteit in te samel.

Aangesien 'n vyf-puntskaal by die Likert-tipe vrae gebruik is, is die maksimum telling wat by elke konstruk behaal kon word, verkry deur die aantal items met die maksimum skaalwaarde, naamlik 5 te vermenigvuldig, terwyl die minimum telling verkry is deur die aantal items met die minimum skaalwaarde, naamlik 1 te vermenigvuldig (sien 4.10).

Die rekenkundige gemiddelde (\bar{x}) van elke skaal is bepaal, aangesien dit meer geskik is vir verdere ontledings (byvoorbeeld standaardafwykings (s) en korrelasiekoëffisiënte) as ander lokaliteitsmaatstawwe soos die modus en mediaan (Steyn, Smit, Du Toit & Strasheim 2005:101).

Alhoewel dit in hierdie afdeling van die vraelys die oogmerk was om uiteindelik die response van die deelnemende leerders as 'n geheel te interpreteer, kon die feit dat daar drie sosio-ekonomiese groeperinge binne die groter groep deelnemende leerders (sien 5.4.2) geïdentifiseer is, nie geïgnoreer word nie en gevolglik moes daar eers vasgestel word of die terugvoer van die verskillende groeperinge nie beduidend van mekaar verskil nie en, indien wel, moes hierdie groepering geïdentifiseer word.

Die tegniek of prosedure wat gebruik word wanneer meer as twee onafhanklike groepe teen 'n enkele kwantitatiewe maatstaf met mekaar vergelyk moet word, staan bekend as 'n eenrigtingvariëansie-analise (ANOVA) – eenrigting omdat slegs een veranderlike op 'n keer, byvoorbeeld *gebruikersvriendelik* (sien 5.3), ter sprake is (Calder & Sapsford 2006:223; Pietersen & Maree 2007a:229).

Ten einde vas te stel of daar 'n beduidende verskil in die response van die verskillende sosio-ekonomiese groepe is, sal hipoteses geformuleer moet word. In die geval van 'n ANOVA sal die nulhipotese (H_0) veronderstel dat die rekenkundige gemiddelde van al drie die verskillende sosio-ekonomiese groepe presies dieselfde is. Die alternatiewe hipotese (H_a) veronderstel dat die rekenkundige gemiddeldes nie dieselfde sal wees nie.

Die volgende hipoteses is gestel:

5.4.4.1 Hipoteses ten opsigte van die leerders se belewenis van die IKT-toepassings in die IKT Laboratorium (oftewel IKT leeromgewing)

H_0 = Nulhipotese

H_a = Alternatiewe hipotese

(gb) = Gebruikersvriendelik

(op) = Opwindend

(ab) = Aktief betrokke

(se) = Selfvertroue

(kd) = Kritiese denke

(tv) = Terugvoering

(kl) = Koöperatiewe leer

$H_{0(gb)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **gebruikersvriendelikheid** van die verskillende IKT-toepassings te doen het nie.

$H_{a(gb)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **gebruikersvriendelikheid** van die verskillende IKT-toepassings te doen het.

$H_{0(op)}$: Daar is nie 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes, van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **opwindendheid** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan nie.

$H_{a(op)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **opwindendheid** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan.

$H_{0(ab)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **aktiewe betrokkenheid** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan nie.

$H_{a(ab)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **aktiewe betrokkenheid** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan.

$H_{0(se)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **selfvertroue** van leerders tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan nie.

$H_{a(se)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **selfvertroue** van leerders tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan.

$H_{0(kd)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **kritiese denke** van leerders tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan nie.

$H_{a(kd)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **kritiese denke** van leerders tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan.

$H_{0(tv)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **terugvoering** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan nie.

$H_{a(tv)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **terugvoering** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan.

$H_{0(kl)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **koöperatiewe leer** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan nie.

$H_{a(k)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **koöperatiewe leer** tydens die gebruik van die verskillende IKT-toepassings gepaard gaan.

5.4.4.2 Hipoteses ten opsigte van die leerders se belewenis van die IKT Laboratorium as leeromgewing in die algemeen (oftewel klaskameromgewing)

H_0 = Nulhipotese

H_a = Alternatiewe hipotese

(k) = Konstrueer van kennis

(g) = Gelykeberegting

(d) = Differensiasie

(o) = Ondersoekende benadering

(v) = Voorafkennis

(b) = Betrokkenheid

(p) = Persoonlike relevansie

(s) = Samewerking

(e) = Verantwoordelikheid vir eie leer

(i) = Integrasie

(m) = Doelmatigheid

$H_{0(k)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **konstrueer van kennis** te doen het nie.

$H_{a(k)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **konstrueer van kennis** te doen het.

$H_{0(g)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **gelykeberegting** te doen het nie.

$H_{a(g)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **gelykeberegting** te doen het.

$H_{0(d)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **differensiasie** te doen het nie.

$H_{a(d)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **differensiasie** te doen het.

$H_{0(o)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **ondersoekende benadering** te doen het nie.

$H_{a(o)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **ondersoekende benadering** te doen het.

$H_{0(v)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **voorafkennis** te doen het nie.

$H_{a(v)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **voorafkennis** te doen het.

$H_{0(b)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **betrokkenheid** te doen het nie.

$H_{a(b)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **betrokkenheid** te doen het.

$H_{0(p)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **Persoonlike relevansie** te doen het nie.

$H_{a(p)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **Persoonlike relevansie** te doen het.

$H_{0(s)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **samewerking** te doen het nie.

$H_{a(s)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **samewerking** te doen het.

$H_{0(e)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **verantwoordelikheid vir eie leer** te doen het nie.

$H_{a(e)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **verantwoordelikheid vir eie leer** te doen het.

$H_{0(i)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **integrasie** te doen het nie.

$H_{a(i)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **integrasie** te doen het.

$H_{0(m)}$: Daar is geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **doelmatigheid** te doen het nie.

$H_{a(m)}$: Daar is 'n beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met **doelmatigheid** te doen het.

'n ANOVA maak gebruik van die F -toets om beduidende verskille uit te wys tydens die proses van hipotesetoetsing. Die twee belangrike waardes wat deur die ANOVA opgelewer word, is die toetsstatistiek (F -waarde) en die p -waarde (Pietersen & Maree 2007a:230-231). Nadat hierdie waardes verkry is sal die hipoteses van 5.4.4.1 en 5.4.4.2 oorweeg word op 'n beduidenheidspeil van 1% of 5%.

Daar sal nou met die proses van hipotesetoetsing voortgegaan word.

5.4.4.3 Resultate van die ANOVA ten opsigte van die verskillende sosio-ekonomiese groeperinge se belevens van die IKT-leeromgewing

Tabel 5.16 verteenwoordig 'n opsomming van die gemiddelde terugvoering van elke sosio-ekonomiese groepering asook die groep as 'n geheel, ten opsigte van die skaal wat met die aspek van *gebruikersvriendelikheid* van die verskillende IKT-toepassings te doen het.

Tabel 5.16: Resultate aangaande die *Gebruikersvriendelikheid*-konstruk

ITA. Gebruikersvriendelik			
VERSKILLENDE GROEPE	Rekenkundige gemiddeld van skaal (\bar{x})	N	Standaardafwyking (s) van \bar{x}
Sosio-ekonomiese groep 1	11.4667	15	2.72204
Sosio-ekonomiese groep 2	12.2407	54	2.64172
Sosio-ekonomiese groep 3	12.7561	41	2.08303
TOTAAL	12.3273	110	2.47226

Deur 'n ANOVA op die data van die voorafgaande tabel toe te pas, word die volgende resultate opgelewer.

Tabel 5.17: ANOVA aangaande die *Gebruikersvriendelikheid*- konstruk

ITA. Gebruikersvriendelik	Som van kwadrate	df	Gemiddelde vierkantswortel	F	sig
Tussen sosio-ekonomiese groepe	19.054	2	9.527	1.575	0.212
Binne sosio-ekonomiese groepe	647.165	107	6.048		
TOTAAL	666.218	109			

Die F -waarde van 1.575 het 'n ooreenstemmende p -waarde van 0.212 wat groter as 0.01 en 0.05 is, wat beteken dat die nulhipotese aanvaar word en gevolglik is daar geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge, ten opsigte van die skaal wat met **gebruikersvriendelikheid** tydens die gebruik van verskillende IKT-toepassings te doen het nie.

Daar is op dieselfde wyse (soos in Tabelle 5.16 en 5.17 uiteengesit) voortgegaan om die resultate van die oorblywende konstrunkte, wat met die verskillende sosio-ekonomiese groeperinge se belewenis van die IKT-leeromgewing te doen het, op te som en 'n ANOVA daarop toe te pas. Die resultate van hierdie hele proses word in Tabel 5.18 uiteengesit.

Tabel 5.18: Die *F*-waarde en ooreenstemmende *p*-waarde wat deur die ANOVA opgelewer is – IKT-leeromgewing

Konstrukte	<i>F</i>	sig
ITA. Gebruikersvriendelik	1.575	0.212*
ITB. Opwindend	0.919	0.402*
ITC. Aktief betrokke	0.672	0.513*
ITD. Selfvertroue	1.352	0.263*
ITE. Kritiese denke	0.329	0.72*
ITF. Terugvoering	1.29	0.279*
ITG. Koöperatiewe leer	2.87	0.061*
(*) $p > 0.01$ en 0.05		

Uit Tabel 5.18 is dit duidelik dat al die *p*-waardes van die verskillende konstrunkte waardes groter as 0.01 en 0.05 het, wat beteken dat die nulhipotese van elke konstruk, soos uiteengesit in 5.4.4.1, aanvaar word en gevolglik is daar geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge, ten opsigte van die skaal wat met die betrokke konstruk tydens die gebruik van verskillende IKT-toepassings te doen het nie.

In die praktyk beteken dit dat die leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge se sienswyses oor die rol wat die verskillende IKT-toepassings ten opsigte van gebruikersvriendelikheid, aktiewe betrokkenheid, opwindendheid, selfvertroue, kritiese denke, terugvoering en koöperatiewe leer in die leeromgewing gespeel het, nie van mekaar verskil het nie.

Die afleiding kan dus in die algemeen gemaak word dat die leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge, die IKT-leeromgewing op dieselfde wyse beleef het.

Aangesien die ANOVA nie 'n statisties beduidende verskil tussen die verskillende sosio-ekonomiese groepe uitgewys het nie was dit nie nodig om 'n *post hoc*-toets, soos die TUKEY HSD, wat gebruik word om vas te stel tussen watter groepe die verskil is, uit te voer nie.

5.4.4.4 Resultate van die ANOVA ten opsigte van die verskillende sosio-ekonomiese groeperinge se belewenis van die klaskameromgewing

'n Opsomming van die gemiddelde terugvoering, van elke sosio-ekonomiese groepering asook die groep as 'n geheel, ten opsigte van die skaal wat met die **konstrueer van kennis** in die klaskameromgewing te doen het, word in Tabel 5.19 weergegee.

Tabel 5.19: Resultate aangaande die *Konstrueer van kennis*-konstruk

A. Konstrueer van kennis			
VERSKILLENDE GROEPE	Rekenkundige gemiddeld van skaal (\bar{x})	N	Standaardafwyking (s) van \bar{x}
Sosio-ekonomiese groep 1	33.4667	15	5.22175
Sosio-ekonomiese groep 2	33.8519	54	3.73867
Sosio-ekonomiese groep 3	33.561	41	4.696
TOTAAL	33.6909	110	4.29154

Nadat 'n ANOVA op die data van die voorafgaande tabel toegepas is, is die volgende resultate opgelewer.

Tabel 5.20: ANOVA aangaande die *Konstrueer van kennis*-konstruk

A. Konstrueer van kennis	Som van kwadrate	df	Gemiddelde vierkantswortel	F	p
Tussen sosio-ekonomiese groepe	5.76	2	2.88	0.162	0.85
Binne sosio-ekonomiese groepe	1899.00	107	17.75		
TOTAAL	1904.76	109			

Die *F*-waarde van 0.162 het 'n ooreenstemmende *p*-waarde van 0,85 wat groter as 0.01 en 0.05 is, wat beteken dat die nulhipotese aanvaar word en gevolglik is daar geen beduidende verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes, van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groepe, ten opsigte van die skaal wat met die **konstrueer van kennis** in die klaskameromgewing te doen het nie.

Hierdie proses is op soortgelyke wyse herhaal (soos in Tabelle 5.19 en 5.20) deur die resultate van die oorblywende konstrunkte, wat met die verskillende sosio-ekonomiese groeperinge se belewenis van die klaskameromgewing te doen het, op te som en 'n ANOVA daarop toe te pas. In Tabel 5.21 is die resultate van hierdie hele proses opgesom.

Tabel 5.21: Die *F*-waarde en ooreenstemmende *p*-waarde wat deur die ANOVA opgelewer is – klaskameromgewing

Konstrunkte	<i>F</i>	sig
A. Konstrueer van kennis	0.162	0.85*
B. Gelykeberegting	0.724	0.487*
C. Differensiasie	0.358	0.7*
D. Onderzoekende benadering	0.938	0.394*
E. Voorafkennis	0.339	0.713*
F. Betrokkenheid	1.817	0.167*
G. Persoonlike Relevansie	1.142	0.323*
H. Samewerking	0.377	0.687*
I. Verantwoordelikheid vir eie leer	0.364	0.696*
J. Integrasie	1.433	0.243*
K. Doelmatigheid	0.128	0.88*
(*) $p > 0.01$ en 0.05		

Al die *p*-waardes van die verskillende konstrunkte, soos uiteengesit in Tabel 5.21, is groter as 0.01 en 0.05 wat impliseer dat die nulhipotese van elke konstruk, soos uiteengesit in 5.4.4.2, aanvaar word en gevolglik is daar geen beduidende

verskil tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge, ten opsigte van die skaal wat met die betrokke konstruk te doen het nie.

In die praktyk beteken dit dat die leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge se sienswyses oor aspekte soos die konstrueer van kennis, gelykeberegting, differensiasie, ondersoekende benadering, voorafkennis, betrokkenheid, persoonlike relevansie, samewerking, verantwoordelikheid vir eie leer, integrasie en doelmatigheid in die klaskameromgewing nie van mekaar verskil het nie.

Uit die voorafgaande kan die afleiding gemaak word dat die leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge die klaskameromgewing op dieselfde wyse ervaar het.

Aangesien die ANOVA nie 'n statisties beduidende verskil tussen die verskillende sosio-ekonomiese groepe uitgewys het nie was dit nie nodig om in voorgenoemde gevalle 'n *post hoc*-toets, soos die TUKEY HSD, uit te voer ten einde groepe wat verskil, te identifiseer nie.

Vanuit die resultate van Tabele 5.18 en 5.21 en die daaropvolgende interpretasie daarvan in 5.4.4.3 en 5.4.4.4 kan die afleiding onomwonde gemaak word dat die verskillende sosio-ekonomiese groeperinge binne die deelnemende leerders nie 'n rol in die leerders se belewenis van die IKT Laboratorium gespeel het nie. Voorgenoemde is 'n insiggewende waarneming aangesien dit daarop dui dat die onderwyser nie die sosio-ekonomiese agtergrond van leerders as 'n striemende faktor behoort te sien wanneer 'n 21ste-eeuse leeromgewing, met die gepaardgaande IKT-toepassings, in die vooruitsig gestel word nie.

5.4.4.5 Resultate ten opsigte van die groep deelnemende leerders in die geheel se belewenis van die klaskameromgewing

In hierdie afdeling is data ingesamel om vas te stel tot watter mate die implementeringsbeginsels (2.7) beslag gevind het in die IKT Laboratorium as klaskameromgewing.

In Tabel 5.22 word die deelnemende leerders (as groep in geheel) se terugvoer aangaande hul belewenis van hoe die verskillende implementeringsbeginsels in die klaskameromgewing neerslag gevind het as gemiddelde waardes (sien 5.4.4) opgesom.

Tabel 5.22: Leerder terugvoer rondom die implementeringsbeginsels in die klaskameromgewing

GROEP IN GEHEEL	Rekenkundige gemiddelde van skaal (\bar{x}) en (aantal items)	Rekenkundige gemiddelde (\bar{y}) van die items	Standaardafwyking (s) van \bar{x}	Standaardafwyking (s) van \bar{y}
SKAAL: Klaskameromgewing				
A	Konstrueer van kennis 33.69 (8) maks 40	4.21	4.29	0.54
B	Gelykeberegting 36.27 (8) maks 40	4.53	4.36	0.54
C	Differensiasie 14.33 (4) maks 20	3.58	2.70	0.67
D	Ondersoekende benadering 24.29 (6) maks 30	4.05	3.72	0.62
E	Voorafkennis 12.38 (3) maks 15	4.13	2.47	0.82
F	Betrokkenheid 29.90 (8) maks 40	3.74	5.71	0.71
G	Persoonlike relevansie 36.59 (9) maks 45	4.07	4.96	0.55
H	Samewerking 22.18 (5) maks 25	4.44	2.85	0.57
I	Verantwoordelikheid vir eie leer 25.87 (6) maks 30	4.31	3.40	0.57

GROEP IN GEHEEL	Rekenkundige gemiddelde van skaal (\bar{x}) en (aantal items)	Rekenkundige gemiddelde (\bar{y}) van die items	Standaardafwyking (s) van \bar{x}	Standaardafwyking (s) van \bar{y}
J Integrasie	17.05 (4) maks 20	4.26	2.75	0.69
K Doelmatigheid	16.66 (4) maks 20	4.17	2.78	0.69
n = 110	$\bar{x}_g = 27.22$ maks 32.85			
Gesamentlike rekenkundige gemiddelde (\bar{x}_g)				

Die berekening van die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van verskeie stelle data uit die rekenkundige gemiddeldes van die individuele stelle is 'n toepassing van die geweepte rekenkundige gemiddelde. In Tabel 5.22 is die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale, naamlik $\bar{x}_g = 27.22$ verkry deur $\bar{x}_g = \frac{\sum n_i \bar{x}_i}{\sum n_i}$ te bereken waar n_i die grootte (oftewel aantal items binne die betrokke skaal) en \bar{x}_i die rekenkundige gemiddelde (van die betrokke skaal) vir die i-de datastel aandui, waar $i = 1, 2, \dots, 11$, die aantal skale in hierdie geval (Steyn, Smit, Du Toit & Strasheim 2005:102). Deur dieselfde tegniek op die maksimum waardes, wat by elke skaal behaal kon word, toe te pas, is vasgestel dat die maksimum gesamentlike rekenkundige gemiddelde waarde van die verskillende skale 32.85 is. Ten einde die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale in terme van die 5-punt Likert-skaal te interpreteer, is dit omgerek na 'n waarde uit 5 en gevolglik is 'n waarde van $(\frac{27.22}{32.85} \times 5) = 4.14$ verkry.

Op die Likert-skaal kan die verkreeë waarde van 4.14 vir die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale ten minste as "gereeld" geïnterpreteer word – 'n sterk aanduiding van die leerders se belewenis van die wyse waarop die implementeringsbeginsels in die IKT Laboratorium neerslag gevind het.

Uit die resultate van die individuele skale in Tabel 5.22 is dit duidelik dat rekenkundige gemiddelde waardes van 3.58 tot 4.53 vir die individuele items aangeteken is – dit kan as “gereeld” geïnterpreteer word (sien Tabel 4.10). Die waardes van die gemiddelde standaardafwyking van die individuele items het van 0.54 tot 0.82 gewissel – dit wil dus bleik dat die variansie rondom die rekenkundige gemiddeldes van die items gesentreer het.

Vanuit die voorafgaande analise van die data van Tabel 5.22 kan daar volgens die navorser die afleiding gemaak word dat daarin geslaag is om 'n leeromgewing in die IKT Laboratorium te skep wat aan die verwagtinge van die implementeringbeginsels, soos uiteengesit in 2.7, voldoen het.

5.4.4.6 Resultate van die groep deelnemende leerders in die geheel ten opsigte van die leerders se belewenis van die IKT-leeromgewing

In hierdie afdeling is data ingesamel om die deelnemende leerders se belewenis van die IKT-toepassings in die IKT Laboratorium vas te stel.

Tabel 5.23: Leerder terugvoer rondom die IKT-toepassings in die klaskameromgewing

GROEP IN GEHEEL		Rekenkundige gemiddelde van skaal (\bar{x}) en (aantal items)	Rekenkundige gemiddelde (\bar{y}) van die items	Standaardafwyking (s) van \bar{x}	Standaardafwyking (s) van \bar{y}
SKAAL: IKT-leeromgewing					
ITA	Gebuikersvriendelik	12.33 (3) maks 15	4.11	2.47	0.82
ITB	Opwindend	31.54 (8) maks 40	3.94	5.84	0.73
ITC	Aktief betrokke	13.25 (3) maks 15	4.42	2.07	0.69
ITD	Selfvertroue	12.88 (3) maks 15	4.29	2.43	0.81
ITE	Kritiese denke	11.12 (3) maks 15	3.71	2.73	0.91

GROEP IN GEHEEL		Rekenkundige gemiddelde van skaal (\bar{x}) en (aantal items)	Rekenkundige gemiddelde (\bar{y}) van die items	Standaardafwyking (s) van \bar{x}	Standaardafwyking (s) van \bar{y}
ITF	Terugvoering	17.28 (4) maks 20	4.32	2.65	0.66
ITG	Koöperatiewe leer	4.14 (1) maks 5	4.14	1.10	1.10
n = 110		$\bar{x}_g = 18.97$ maks 23.40			
Gesamentlike rekenkundige gemiddelde (\bar{x}_g)					

In Tabel 5.23 is die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale, naamlik $\bar{x}_g = 18.97$ op dieselfde wyse as in 5.4.4.5 bereken en die maksimum gesamentlike rekenkundige gemiddelde waarde van die verskillende skale is soortgelyk op 23.40 vasgestel. Ten einde die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale in terme van die 5-punt Likert-skaal te interpreteer, is dit omgerek na 'n waarde uit 5 en gevolglik is 'n waarde van $(\frac{18.97}{23.40} \times 5) = 4.05$ verkry.

Die waarde van 4.05 vir die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale kan op die Likert-skaal van die studie as “gereeld” geïnterpreteer word en dien as 'n goeie maatstaf van die leerders se belewenis van die IKT-toepassings in die IKT Laboratorium.

Tabel 5.23 se resultate ten opsigte van die individuele skale toon dat rekenkundige gemiddelde waardes van 3.71 tot 4.42 vir die individuele items aangeteken is – dit kan as “gereeld” geïnterpreteer word (sien Tabel 4.10). Die waardes van die gemiddelde standaardafwyking van die individuele items het van 0.66 tot 1.10 gewissel – dit wil dus bleik dat die variansie rondom die rekenkundige gemiddeldes van die items gesentreer het.

Vanuit die voorafgaande analise van die data van Tabel 5.23 kan daar volgens die navorser afgelei word dat die deelnemende groep leerders in die geheel die bydrae van die IKT-toepassings in die IKT Laboratorium hoog aanslaan (sien skaal in 4.10).

5.4.4.7 Direkte korrelasies tussen die verskillende IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels

In hierdie afdeling is data ingesamel om vas te stel tot watter mate die gebruik van die verskillende IKT-toepassings 'n direkte bydrae tot die ondersteuning van die implementeringsbeginsels gelewer het (sien 2.7). Die verwantskap tussen die gebruik van die verskillende IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels is gevolglik ondersoek.

Ten einde die verskillende verwantskappe te ondersoek is daar van Pearson korrelasies gebruik gemaak. Wanneer die Pearson korrelasie (r) geïnterpreteer word, word dit algemeen aanvaar dat 'n korrelasie van $r = \pm 1$, hoewel hoogs onwaarskynlik, 'n perfekte positiewe of negatiewe verwantskap tussen die veranderlikes aandui (Fraenkel & Wallen 2006:209-210; Pietersen & Maree 2007a:236). 'n Korrelasie van $r = 0.10$ tot $r = 0.29$ is heel moontlik 'n aanduiding van die afwesigheid van, of 'n klein verwantskap, terwyl tussen-in waardes van $r = 0.3$ tot $r = 0.49$ as medium en $r = 0.50$ tot 1.00 as groot verwantskappe beskou kan word indien r statisties beduidend is (Calder & Sapsford 2006:226; Pallant 2007:132). Volgens Fraenkel en Wallen (2006:344) word korrelasies van 0.4 en groter dikwels in opvoedkundige studies aangetref.

In Tabel 5.24 word die Pearson korrelasie tussen die gebruik van die verskillende IKT-toepassings en die aktiewe betrokkenheid van die deelnemende leerders in die klaskamer aangedui.

Tabel 5.24: Die Pearson korrelasie tussen die gebruik van verskillende IKT-toepassings en die aktiewe betrokkenheid van leerders in die klaskamer

		ITC. Aktief betrokke	F. Betrokkenheid
ITC. Aktief betrokke	Pearson korrelasie	1,000	0.380
	Sig (2-kantig)	-	0
	N	110	110
F. Betrokkenheid	Pearson korrelasie	0.380	1,000
	Sig (2-kantig)	0	-
	N	110	110

Die tabel toon 'n oënskynlike medium positiewe verwantskap as daar na die verwantskap ($r = 0.380$) tussen die twee veranderlikes gekyk word en dit toon verder dat die 2-kantige p-waarde gelyk aan 0 is.

Ten einde die statistiese beduidendheid van r te bepaal, word van 'n p-waarde gebruik gemaak in 'n rigtinggewende alternatiewe hipotese-toets (Calder & Sapsford 2006:226; Huysamen 1986:55; Pietersen & Maree 2007a:236-237).

Hiervolgens is:

$H_0: \rho = 0$ (daar bestaan geen beduidende verwantskap tussen die veranderlikes nie) en

$H_a: \rho > 0$ (daar bestaan 'n beduidende positiewe verwantskap tussen die veranderlikes).

Omdat 'n rigtinggewende¹⁴ alternatiewe hipotese-toets gebruik word, sal die p-waarde wat uit Tabel 5.24 verkry is deur twee gedeel moet word om 'n toepaslike waarde vir p te kry (Pietersen & Maree 2007a:236). Die p-waarde wat dus geïnterpreteer sal word, is nou gelyk aan $\frac{0}{2} = 0.00$ en aangesien hierdie waarde kleiner as 0.05 en 0.01 is sal die nulhipotese verwerp word op die 5% en 1% beduidendheidsvlak, menende dat daar 'n sterk aanduiding is dat daar 'n medium

¹⁴ Omdat vir die alternatiewe hipotese $\rho > 0$, word dit as rigtinggewend beskou in teenstelling met nie-rigtinggewend as $\rho = 0$ (Pietersen & Maree 2007a:236).

positiewe verwantskap tussen die gebruik van verskillende IKT-toepassings en die aktiewe betrokkenheid van leerders bestaan.

Ten einde die verwantskappe tussen die gebruik van die verskillende IKT-toepassings en die res van die implementeringsbeginsels te ondersoek, is daar van dieselfde prosedures, soos tot dusver in die paragraaf en in Tabel 5.24 uiteengesit, gebruik gemaak.

In Tabel 5.25 word die Pearson korrelasie (r) tussen die gebruik van die verskillende IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels, asook die ander tersaaklike inligting wat benodig word in die interpretasie van die r -waarde, opgesom.

Tabel 5.25: Die Pearson korrelasies tussen die gebruik van verskillende IKT-toepassings en die verskillende implementeringsbeginsels in die klaskamer

		ITA. Gebruikers- vriendelik	ITB. Opwindend	ITC. Aktief betrokke	ITD. Selfvertroue	ITE. Kritiese denke	ITF. Terugvoering	ITG. Koöperatiewe leer
A. Konstrueer van kennis	Pearson korrelasie (r)	0.285	0.289	0.38	0.181	0.219	0.315	0.247
	Sig. (2-kantig)	0.003	0.002	0	0.059	0.022	0.001	0.009
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.0015	0.001	0*	0.0295	0.011	0.0005*	0.0045
B. Gelykeberegting	Pearson korrelasie (r)	0.177	0.409	0.242	0.15	-0.075	0.12	0.175
	Sig. (2-kantig)	0.065	0	0.011	0.118	0.438	0.213	0.068
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.0325	0*	0.0055	0.059	0.219	0.1065	0.034
C. Differensiasie	Pearson korrelasie (r)	0.181	0.039	0.067	0.104	0.262	0.1	0.087
	Sig. (2-kantig)	0.059	0.682	0.487	0.279	0.006	0.298	0.365
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.0295	0.341	0.2435	0.1395	0.003	0.149	0.1825
D. Ondersoekende benadering	Pearson korrelasie (r)	0.127	0.32	0.363	0.244	0.085	0.331	0.233
	Sig. (2-kantig)	0.185	0.001	0	0.01	0.376	0	0.014
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.0925	0.0005*	0*	0.005	0.188	0*	0.007
E. Voorafkennis	Pearson korrelasie (r)	0.088	0.293	0.248	0.06	0.171	0.278	0.181
	Sig. (2-kantig)	0.363	0.002	0.009	0.536	0.075	0.003	0.059
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.1815	0.001	0.0045	0.268	0.0375	0.0015	0.0295
F. Betrokkenheid	Pearson korrelasie (r)	0.171	0.3	0.479	0.419	0.099	0.406	0.229
	Sig. (2-kantig)	0.075	0.001	0	0	0.303	0	0.016
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.0375	0.0005*	0*	0*	0.1515	0*	0.008

		ITA. Gebruikers- vriendelik	ITB. Opwindend	ITC. Aktief betrokke	ITD. Selfvertroue	ITE. Kritiese denke	ITF. Terugvoering	ITG. Koöperatiewe leer
G. Persoonlike relevansie	Pearson korrelasie (r)	0.097	0.407	0.355	0.204	0.208	0.299	0.149
	Sig. (2-kantig)	0.315	0	0	0.034	0.03	0.002	0.121
	N	109	109	109	109	109	109	109
	p/2	0.1575	0*	0*	0.017	0.015	0.001	0.0605
H. Samewerking	Pearson korrelasie (r)	0.104	0.172	0.387	0.174	0.235	0.413	0.213
	Sig. (2-kantig)	0.282	0.073	0	0.071	0.014	0	0.026
	N	109	109	109	109	109	109	109
	p/2	0.141	0.0365	0*	0.0355	0.007	0*	0.013
I. Verantwoordelikheid vir eie leer	Pearson korrelasie (r)	0.115	0.355	0.395	0.265	0.203	0.325	0.241
	Sig. (2-kantig)	0.23	0	0	0.005	0.034	0.001	0.011
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.115	0*	0*	0.0025	0.017	0.0005*	0.0055
J. Integrasie	Pearson korrelasie (r)	0.132	0.233	0.355	0.244	0.197	0.278	0.184
	Sig. (2-kantig)	0.171	0.014	0	0.01	0.04	0.003	0.055
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.0855	0.007	0*	0.005	0.02	0.0015	0.0275
K. Doelmatigheid	Pearson korrelasie (r)	0.122	0.283	0.342	0.283	0.254	0.19	0.416
	Sig. (2-kantig)	0.205	0.003	0	0.003	0.007	0.047	0
	N	110	110	110	110	110	110	110
	p/2	0.1025	0.0015	0*	0.0015	0.0035	0.0235	0*

()* p/2 < 0.01 en 0.05

In hierdie studie is die uitgangspunt in die interpretasie van die Pearson korrelasie-koëffisiënt dat indien $r \geq 0.3$ is, dit moontlike positiewe verwantskappe aandui. Hierdie gevalle is in Tabel 5.25 met rooi aangedui. In al laasgenoemde gevalle is die ooreenstemmende $p/2$ -waardes kleiner as 0.05 en 0.01 en sal die nulhipotese op die 5% en 1% beduidendheidsvlak verwerp word, menende dat daar 'n sterk aanduiding is dat daar 'n positiewe verwantskap bestaan tussen die veranderlikes, naamlik die gebruik van die verskillende IKT-toepassings in die klaskamer en die betrokke implementeringsbeginsel.

Volgens die data uit Tabel 5.25 is daar geen statisties beduidende negatiewe verwantskappe tussen enige van die kombinasies van veranderlikes aangeteken nie – slegs geen of positiewe verwantskappe is gemeet. Daar is 'n beduidende positiewe verwantskap ($r \geq 0,3$) tussen ten minste een of meer van die aanwendings van die verskillende IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels, behalwe in die geval van *differensiasie* en *voorafkennis*. Die navorser is van mening dat die afwesigheid van verwantskappe ten opsigte van die voorgenoemde twee veranderlikes moontlik enersyds te wyte was aan die klaskamersituasie waarin min tyd toegelaat is vir differensiasie vanweë 'n vaste programskedule wat gevolg moes word (sien 1.6) en andersyds omdat leerders nie altyd pertinent daarop attent gemaak is as hul voorafkennis informeel vasgestel is nie – die leerders se persepsie en gevolglike terugvoer in die vraelys kon hier dus deurslaggewend gewees het. Hierdie argument word ondersteun deur die feit dat *differensiasie* en *voorafkennis* ook die laagste Cronbach Alpha-waardes van al die konstrunkte gehad het (sien Tabel 5.5).

Die implementeringsbeginsel van *betrokkenheid* het die meeste beduidende verwantskappe, naamlik vier, met IKT-toepassings se bydraes ten opsigte van *opwindend* ($r = 0.3$), *aktief betrokke* ($r = 0.479$), *selfvertroue* ($r = 0.419$) en *terugvoering* ($r = 0.406$) getoon. Die bydrae van IKT-toepassings tot *aktiewe betrokkenheid* het beduidende verwantskappe met agt van die implementeringsbeginsels, naamlik *konstrueer van kennis* ($r = 0.380$),

ondersoekende benadering ($r = 0.363$), *betrokkenheid* ($r = 0.479$), *Persoonlike relevansie* ($r = 0.355$), *samewerking* ($r = 0.387$), *verantwoordelikheid vir eie leer* ($r = 0.395$), *integrasie* ($r = 0.355$) en *doelmatigheid* ($r = 0.342$) getoon.

Dit is baie belangrik om daarop te let dat die korrelasiekoëffisiënt nie noodwendig 'n oorsaak-en-gevolg-verwantskap aandui nie, maar wel 'n verwantskap wat 'n aanduiding van toekomstige voorspellings (prestasie) is (Best & Kahn 2003:376-377). Die positiewe verwantskappe wat in hierdie afdeling deur die Pearson korrelasiekoëffisiënt uitgewys is, beteken dus nie noodwendig dat daar tot die gevolgtrekking gekom kan word dat die gebruik van IKT-toepassings as sodanig die uitsluitlike oorsaak is waarom die implementeringsbeginsels in die leeromgewing neerslag gevind het nie – dit moet eerder as **voorspellende aanwysers**, soos in die volgende interpretasie, beskou word.

Die positiewe korrelasiekoëffisiënte dui daarop dat indien die verskillende IKT-toepassings aangewend word op die wyse soos in die studie voorgestel, daar 'n groot moontlikheid is (voorspelling) dat dit die implementering van die beginsels wat die kurrikulum onderskryf, sal bevoordeel – wanneer IKT-toepassings byvoorbeeld aangewend word om leerders *aktief* betrokke te hou skep dit heel moontlik 'n leeromgewing waarin die *konstruksie van kennis*, die *ondersoekende benadering*, *betrokkenheid*, *persoonlike relevansie*, *samewerking*, *verantwoordelikheid vir eie leer*, *integrasie* en *doelmatigheid* bevoordeel word

In hierdie opsig bied die gebruik van IKT-toepassings definitief 'n meganisme waardeur die implementeringsbeginsels, wat die Fisiese Wetenskappe kurrikulum implementering onderskryf, ondersteun en tot uitvoer gebring kan word.

5.5 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is daar hoofsaaklik aandag gegee aan die verwerking en interpretasie van die navorsingsdata wat deur middel van vraelyste vanaf die

deelnemende leerders ingesamel is. In hierdie proses is daar van beskrywende, sowel as inferensiële statistiek gebruik gemaak.

Voordat daar met data-analise begin is, moes die betroubaarheid van die vraestel eers geverifieer word – daar moes dus eers vasgestel word of die verskillende items in die vraestel meet wat hulle veronderstel is om te meet. As 'n eerste stap is die Cronbach Alpha-koëffisiënte van die verskillende konstrunkte in die afdelings van die vraestel wat oor die IKT-leeromgewing handel, statisties bepaal – dit is vir die loodsprojek sowel as die werklike studie gedoen. Aangesien hierdie studie verkennend van aard is, is daar besluit om die minimum aanvaarbare waarde van die betroubaarheidskoëffisiënt op 0.6 vas te stel. Sommige van die konstrunkte se koëffisiënte was kleiner as 0.6 en daar is besluit om hulle aan 'n item-analise te onderwerp. In hierdie proses is daar van die SPSS rekenaarprogram se “Cronbach's Alpha if item Deleted”-funksie gebruik gemaak om items wat die betroubaarheid geaffekteer het, te identifiseer en te elimineer van die vraelys. Omdat die aantal items onder die konstrunkte in die vraelys minder as tien was, en dit gevolglik die Cronbach Alpha-waardes kon beïnvloed, is die proses opgevolg deur die inter-item korrelasies van al die konstrunkte vas te stel. Hierna is die NKVLOV-vraelys as betroubaar vir die gebruik in hierdie studie beskou en daar is voortgegaan om die verskillende afdelings se data te verwerk.

Die persoonlike en algemene inligting wat van die deelnemende leerders bekom is, het daarop gedui dat almal se TVOL van hul huistaal verskil het en dat die geslagte min of meer gelykop verteenwoordig was. Daar is ook vasgestel dat feitlik almal toegang tot selfone gehad het maar dat minder as die helfte dieselfde toegang tot 'n rekenaar (by die huis) gehad het. Hierdie statistiek is gereflekteer in die selfoonvaardighede van die leerders. Wanneer 'n rekenaar byvoorbeeld benodig is om data vanaf die selfoon af te laai, het die betrokke selfoonvaardigheid afgeneem. Die meerderheid leerders het egter aangetoon dat hulle baie vertrouwd is met die gebruik van die rekenaar. Voorgenoemde inligting

het veral bevestig dat die deelnemende leerders die generasie Y-eienskappe betreffende tegnologie vertoon en “alledaagse tegnologie” met gemak gebruik.

Daar is ook vasgestel dat die leerders in verskillende sosio-ekonomiese groeperinge ingedeel kan word op grond van hul huislike omgewing. Dit is gedoen om later in die hoofstuk vas te stel of hierdie aspek die response van die leerders beïnvloed het of nie.

Ten einde meer inligting te bekom aangaande die hantering van die TVOL in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer in die deelnemende skole, is vrae rondom hierdie aspek in die vraelys gevra. Volgens die terugvoering vanaf die leerders vind die meeste onderrig in die klaskamer, sowel as hul gesprekke met medeleerders oor die vak, in die TVOL plaas. Dit wil egter ook voorkom asof daar nie altyd geleentheid in die klaskamer geskep word vir gesprekvoering oor die vak nie, maar meer onrusbarend is die persentasie onderrig wat nie in die TVOL plaasvind nie.

Wat betref die skoolomgewing van die deelnemende leerders, het die response uitgewys dat daar wel rekenaars by die skool is vir leerders om te gebruik maar dat dit baie beperk vir die onderrig van Fisiese Wetenskappe aangewend word. Dit wil ook voorkom asof daar nie 'n kultuur by die skole bestaan om die rekenaar as integrale deel van onderrig aan te wend nie.

Die laaste gedeelte van die hoofstuk het gehandel oor die deelnemende leerders se belewenis van die IKT Laboratorium as leeromgewing. Voordat die data-analise aangaande hierdie aspek gedoen kon word moes daar eers vasgestel word hoe die response van die verskillende sosio-ekonomiese groepering met mekaar vergelyk het. Dit is gedoen deur 'n eenrigtingvariensie-analise (ANOVA) op die verskillende konstrunkte toe te pas en dan deur hipotesetoetsing vas te stel of daar beduidende verskille in die response was. Die resultate het getoon dat daar geen beduidende verskille tussen die rekenkundige gemiddeldes van leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge bestaan het ten opsigte

van die skale wat in die vraelys gebruik is nie en gevolglik is daar voortgegaan met die data-analise van die groep deelnemende leerders in die geheel.

Daar was 'n sterk aanduiding dat die leerders die IKT Laboratorium as leeromgewing ervaar het waarin die implementeringsbeginsels gereeld neerslag gevind het. Dit is bevestig deurdat die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale, vanuit die verkreë data, as 4.14 op die Likert-skaal bereken is.

Die leerder terugvoer rondom die bydrae van die verskillende IKT-toepassings in die IKT Laboratorium het 'n gesamentlike rekenkundige gemiddelde van 4.05 op die Likert-skaal vir die verskillende skale opgelewer – dit is 'n aanduiding dat die leerders die bydrae van die IKT-toepassings hoog (sien 4.10) aangeslaan het.

In 'n poging om vas te stel of die verskillende IKT-toepassings 'n direkte invloed op die implementeringsbeginsels gehad het, is van Pearson korrelasies gebruik gemaak. Dit het aangetoon dat daar verskeie medium positiewe verwantskappe tussen die gebruik van IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels bestaan met die gevolglike afleiding dat die gebruik van IKT-toepassings die implementering van die beginsels wat die kurrikulum onderskryf, ondersteun.

HOOFSTUK 6

BEVINDINGS, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

6.1 INLEIDING

Hierdie studie is uitgevoer met die doel om uiteindelik aanbevelings ten opsigte van 'n praktiese strategie, wat tot die suksesvolle implementering van die NKV in die Fisiese Wetenskappe-klaskamersituasie sal lei, te maak. Die studie is teen die agtergrond van die eise wat globalisering, die 21ste eeu, asook effektiewe onderrig-en-leer-beginsels in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer stel, gedoen en daarom is 'n e-Onderwysgebaseerde benadering as strategie nagevors.

Die fokus van hierdie hoofstuk is om die bevindings van die navorsing aan te bied asook om gevolgtrekkings en toepaslike aanbevelings te maak ten einde riglyne vir die skep van 'n kragtige Fisiese Wetenskappe-leeromgewing, waarin 21ste-eeuse onderrig-en-leer kan plaasvind, voor te stel.

6.2 OORSIG VAN DIE NAVORSINGSMETODOLOGIE

In Hoofstukke 2 en 3 is 'n in-diepte literatuurstudie uitgevoer om enersyds die effektiewe onderrig van Fisiese Wetenskappe binne die konteks van kurrikulumtransformasie in Suid-Afrika te belig en om andersyds e-Onderwys in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe daarmee in verband te bring. Nie net het dit die teoretiese begronding vir die ontwikkeling van die leeromgewingmodelle (sien 2.7 en 3.9) verskaf nie, maar het ook as agtergrond vir die

samestelling van die vraelys, wat sentraal in die uitvoering van die empiriese studie gestaan het, gedien (sien 4.6.3).

Die vraelys is hoofsaaklik ontwerp om die IKT Laboratorium, asook die IKT-toepassings wat in die Laboratorium gebruik word, te ondersoek – 110 leerders van sewe verskillende skole was uiteindelik die respondente. Die metode van navorsing, asook die ontwerp van die meetinstrument is in Hoofstuk 4 beskryf terwyl daar in Hoofstuk 5 aandag aan die analise en interpretasie van die ingesamelde data gegee is. Voordat daar aan die bevindings van die empiriese studie in 6.2.2 aandag gegee word, sal die bevindings van die literatuurstudie eers bespreek word.

6.2.1 Bevindings van die literatuurstudie

Antwoorde op die eerste nege navorsingsvrae, wat in 1.3 gevra is, is deur middel van die literatuurstudie bekom. Hierdie inligting is aan die hand van spesifieke navorsingsdoelwitte nagevors.

Doelwit 1: Analiseer die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum aan die hand van UGO kurrikulumontwerp

Uit die literatuur, en in hierdie geval hoofsaaklik kurrikulumdokumente, het dit baie duidelik na vore gekom dat UGO die basis van Fisiese Wetenskappe-onderrig in Suid-Afrika vorm (sien 2.6). Selfs ten tyde van die debat rondom die sogenaamde CAPS-dokument wat vir Fisiese Wetenskappe in die vooruitsig gestel word, het die minister van Basiese Onderwys dit onomwonde gestel dat die praktiese implementeringsbeleid en nie UGO hersien word nie (sien 1.2.1).

Omdat die model vir UGO-kurrikulumontwerp (sien 2.5.2) in die literatuurstudie, as uitgangspunt in die analisering van die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum gebruik is, vereis elkeen van die komponente aandag:

- By **uitkomst** word die klem, anders as by doelwitte, op die aktiewe deelname van die leerder in die leerproses, geplaas – die aktiewe en leerdergesentreerde aard hiervan (sien 2.6.1 en 2.6.1.2) het implikasies op die wyse waarop onderrig in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer moet plaasvind.

Die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum word gerig deur drie leeruitkomste waardeur die kognitiewe, affektiewe en psigomotoriese domeine van die leerders aangespreek word (sien 2.6.1.3 en 2.6.1.1). Die eerste leeruitkoms veronderstel dat daar baie aandag aan prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering en probleemoplossing in die klaskamersituasie gegee moet word (sien 2.6.1.4). Uit die literatuurstudie kom dit baie duidelik na vore dat die prosesse teenwoordig by die wetenskaplike metode (sien 2.6.1.4.1) nie net 'n geleentheid in die klaskamer bied om aan voorgenoemde aspekte aandag te gee nie, maar ook as platvorm kan dien vir die ontwikkeling van onafhanklike en kritiese (en gepaardgaande basiese en kreatiewe) denke wat hoog aangeslaan word in die kurrikulum (sien 2.6.1.4.2). Die tweede leeruitkoms lê klem op Wetenskap vakkennis en veronderstel dat hierdie 'n baie belangrike aspek van die vak is (sien 2.6.1.5). Die implikasie hiervan is dat effektiewe onderrig-en-leer in die Fisiese Wetenskappe prioriteit behoort te geniet. Die derde leeruitkoms fokus veral daarop om leerders toe te rus met begrip vir die verwantskap tussen Wetenskap en die alledaagse lewe (sien 2.6.1.6). Wanneer hierdie aspek teen die agtergrond van die feit dat globalisering en tegnologiese verandering die afgelope 15 jaar in tandem plaasgevind het, geïnterpreteer word, is die bydrae wat 'n e-Onderwysgebaseerde benadering kan lewer, baie toepaslik (sien 1.1).

- **Konteks- of situasie-analise**, soos somtyds daarna verwys word, is daardie aspek van kurrikulumontwerp en -implementering wat verband hou met die toestande, omstandighede, geografiese herkoms asook agtergrond van die betrokke leerders (sien 2.6.2). Omdat die

navorsingsliteratuur wat in hierdie studie bestudeer is, dit uitgewys het dat die TVOL in Suid-Afrika 'n baie belangrike rol in Fisiese Wetenskappe vakprestasie en intervensie speel (sien 1.2.2.1 en 1.2.2.2) en omdat al die leerders wat in hierdie studie betrokke was se TVOL van hul huistaal verskil het (sien 5.4.1), is daar heelwat aandag aan hierdie aspek gegee en word dit as 'n volledige doelwit later in die afdeling bespreek (sien Doelwit 3).

Vanweë die feit dat skoolgaande leerders aan die sogenaamde “generasie Y” behoort beteken doodeenvoudig dat hulle seker eienskappe vertoon wat tydens onderrig-en-leer in ag geneem moet word. Hiervolgens behoort daar in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer onder andere voorsiening gemaak te word vir 'n leeromgewing:

- wat interaktief is en waarin groepwerk en tegnologie gekombineer word – gevolglik is koöperatiewe metodes uiters relevant;
 - waarin hulle die leerervaring kan geniet – kleur, klank en visuele aanbiedings asook verskeidenheid ten opsigte van onderrig is nodig, anders kan hulle maklik verveeld raak;
 - wat hoogs gestruktureerd is en waarin hulle presies weet wat van hulle verwag word en wanneer dit afgehandel moet wees – terugvoering en leiding deur die onderwyser is dus van uiterste belang;
 - waarmee hulle kan identifiseer en nie een wat verwyderd is van dit wat hulle in die alledaagse lewe ervaar nie – tegnologie kan aan hul behoefte van stimulasie en toegang tot informasie voldoen (sien 2.6.2.2).
- Die **leerinhoud** in die kurrikulumdokumente is uitvoerig uiteengesit en 'n hoë premie word op hoër vlakke van kennis en vaardighede geplaas (sien 2.6.4.1). Met die CAPS-dokument op die horison is die beklemtoning van vakkennis weereens benadruk. Die Fisiese Wetenskappe-onderwyser sal

- egter tog daarteen moet waak om nie die vakinhoud ten koste van die ander belangrike leerprosesse in die kurrikulum te verabsoluteer nie.
- Leerteorieë vorm die grondslag van onderrigstrategieë. Die filosofiese krag wat kurrikulumontwikkeling in Suid-Afrika die meeste beïnvloed het, is sosiale konstruktivisme (sien 2.6.4.4). Hiervolgens is leer 'n sosiale proses, in die opsig dat kennis deur middel van interaksie met die omgewing gekonstrueer word, in plaas daarvan om slegs van die onderwyser as bron van kennis afhanklik te wees. Voorafgaande het weereens 'n groot implikasie op hoe onderrig-en-leer in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer behoort plaas te vind volgens hierdie benadering – dit word volledig in die volgende afdeling aangespreek.

Al die voorafgaande inligting wat bekom en opgesom is was om 'n antwoord te verskaf op die volgende navorsingsvraag: Hoe is die Fisiese Wetenskappe kurrikulum, binne die konteks van UGO-kurrikulumontwerp saamgestel? (sien 1.3).

Doelwit 2: Ontleed en belyn die beginsels van die NKV met internasionaal erkende onderwysbeginsels ten opsigte van effektiewe onderrig-en-leer, asook onderrigstrategieë binne die konteks van UGO-beginsels

Deur die bestudering van literatuur aangaande onderrig en leer, met spesifieke verwysing na die werk van De Corte en Weinert (1996:37-39), was dit gou duidelik dat die eienskappe van effektiewe onderrig-en-leer as maatstaf gebruik kon word om die NKV binne die konteks van UGO en konstruktivistiese leer te beoordeel en te belyn. Hiervolgens is effektiewe leer:

- 'n **aktiewe en konstruktiewe proses** waartydens leerders kennis opbou deur middel van interaksie met die onmiddellike omgewing. Ontdekking en probleemoplossing deur 'n “minds-on”- en hands-on”-benadering is eie aan 'n konstruktivistiese leerprogram. Die NKV ondersteun hierdie beginsels deurdat Wetenskaplike ondersoek en probleemoplossing sentraal staan

- in die ontwikkeling van vaardighede wat leerders in staat sal stel om probleme op te los, krities te dink, besluite te neem en antwoorde op hul vrae te vind (sien 2.6.4.5.1);
- **koöperatief**, wat impliseer dat dit nie net individueel van aard is nie maar ook 'n sosiale komponent, naamlik interaksie met portuurgroepe, onderwysers ensovoorts impliseer. Die UGO-beginsel van *opeenstapeling* veronderstel dat leerders ondersteuning geniet in die uitvoering van take wat hulle nog nie op hulle eie kan doen nie, totdat hulle voldoende bemagtig is. Die ondersteuning, wat in konstruktivisme op medewerking neerkom, vind gewoonlik neerslag in 'n leersituasie wat groepwerk en bespreking toelaat (sien 2.7.2). In die NKV word dit veronderstel dat leerders “doeltreffend met ander lede van 'n span, groep organisasie en gemeenskap” moet kan saamwerk (sien 2.6.1.3). Eksperimentele werk in groepsverband is 'n uitstekende toepassing hiervan;
 - **individueel verskillend** wat beteken dat daar verskeie faktore is wat leer by individue beïnvloed en daar daarom gefokus moet word op elkeen se *sone van naaste ontwikkeling*. In die NKV word daar pertinent melding gemaak van die onderwyser se verantwoordelikheid om spesifiek aandag te gee aan die verskillende leerstyle van individue (sien 2.6.4.5.3);
 - **kumulatief** wat veronderstel dat voorafkennis noodsaaklik is in die opbou of leer van nuwe kennis. Die verantwoordelikheid berus dus by die onderwyser om eers seker te maak van die leerders se bestaande kennis voordat daar met nuwe werk aangegaan word. In die Fisiese Wetenskappe is dit dikwels nodig om seker te maak dat leerders vakterminologie en begrippe wat in die daaropvolgende les gebruik gaan word onder die knie het. Die kumulatiewe aard van leer word in die NKV vergestalt in die beginsel van progressie wat impliseer dat leerders slegs kan vorder indien hulle genoegsame kennis oor die vorige werk het (sien 2.6.4.5.4);
 - **self-regulerend**, met ander woorde leerders wat verantwoordelikheid vir die monitering van hul eie leer neem, behoort meer effektief te wees in die

gebruik van dit wat hulle geleer het in 'n onbekende situasie of by die oplossing van 'n onbekende probleem. *Metakognisie* oftewel *reflektering op eie leer* staan in verband met die konstruktivistiese beginsel van *refleksie* wat impliseer dat gereelde terugvoering leerders die geleentheid gee om hul oplossings te vergelyk met dié van ander – 'n aspek wat baie sterk na vore kom in die NKV wanneer kontinue assessering vereis word (sien 2.6.4.5.5 en 2.6.5);

- **situasie-gebonde** wat daarop neerkom dat dit binne die konteks waarin dit aangebied word, aangeleer word. In hierdie opsig is dit dus belangrik dat die konteks waarin Fisiese Wetenskappe ervaar en aangeleer word binne 'n lewensgetroue sosiale of fisiese konteks moet plaasvind ten einde leerders toe te laat om realistiese situasies te ervaar en te ontdek. Primêre data, vanaf byvoorbeeld die internet en lewensgetroue apparaat, soos tydens eksperimentele werk, word dus bo handboekvoorstellings verkies. Die konsep van “vakkennis in konteks” berus op die beginsel dat leer situasie-gebonde is (sien 2.6.4.5.6 en 2.6.1.5);
- **doelmatig** veronderstel dat leerders op hul effektiwste is wanneer hulle presies weet wat die gestelde doelwitte is. Die feit dat UGO in die algemeen en die NKV in die besonder die beginsel van 'n duidelike fokus onderskryf bely hierdie beginsel (sien 2.6.4.5.7 en 2.5.1).

Deurdat die eienskappe van effektiewe onderrig-en-leer, UGO- en konstruktivistiese beginsels in die literatuurstudie in verband met die NKV gebring is, is die volgende navorsingsvraag beantwoord: Is die beginsels wat in die NKV vervat is in lyn met internasionale onderwysbeginsels en onderrigstrategieë en op watter wyse vind laasgenoemde daarin neerslag? (sien 1.3).

Doelwit 3: Onderzoek hoe nie-huistaal leerders binne die onderrig van Fisiese Wetenskappe geakkommodeer kan word

Een van die sleutelaanbevelings in die “From laggard to world class” navorsingsverslag (1.2.2.1) wys daarop dat enige wetenskap intervensie in Suid-Afrika altyd met ’n taalkomponent moet gepaardgaan, vanweë die beduidende rol wat leerders se taalvaardigheid in die TVOL ten opsigte van vakprestasie speel. Hierdie aspek behoort dus ’n integrale deel van enige Fisiese Wetenskappe onderrig-en-leer-strategie te vorm.

Volgens die literatuur is taal, denke en daarom leer ineengewef – ’n taalvermoë is noodsaaklik vir die beoefening van kritiese denke (sien 2.6.2.1). In aansluiting hiermee is ’n stelling soos: “learning science means learning to talk science” (sien 2.6.2.1) verreikend in die sin dat die verantwoordelikheid om leerders wat Fisiese Wetenskappe as vak neem, kundigheid in die TVOL ten opsigte van die vak te leer, wel by die Fisiese Wetenskappe-onderwyser lê.

In die literatuurstudie word die integrering van taal en vakinhoud as ’n groeiende fenomeen gesien (sien 2.6.2.1). Daar word dikwels na inhoudgebaseerde-taalonderrig in hierdie verband verwys met die klem ten opsigte van die taal of inhoud wat mag verskil. Die beginsel wat egter vir hierdie studie van belang is, is die feit dat daar doelbewus ’n leeromgewing geskep moet word waarbinne leerders in die TVOL kan kommunikeer, en woordeskat binne die korrekte konteks kan aanleer en gebruik sodat die TVOL binne die Fisiese Wetenskappe-vakverband kan ontwikkel (sien 2.6.2.1). Dit is verder ook belangrik dat in ag geneem word dat verbandhoudende betekenis in ’n “hands-on”-omgewing aan konsepte geheg word (sien 2.6.2.1.3). Die feit dat die literatuur dit voorop stel dat tweede-taal bevoegdheid by leerders ondersteun moet word deur onderwysers wat bevoeg is in die taal, asook ’n sosiale opset waarbinne leerders met diegene wat die taal magtig is, op ’n gereelde basis kan kontak maak, kompliseer die situasie in Suid-Afrika (sien 2.6.2.1.4). Om hierdie rede kan alternatiewe idees,

soos die aanwending van IKT in hierdie verband, ook 'n bydrae lewer (sien 3.9.3 en 3.4.1.2).

Dit wil dus voorkom asof die integrering van taal, wetenskap en tegnologie deur middel van die konstruktivistiese benadering, sentraal in 'n strategie, wat die behoeftes van die nie-huistaal spreker kan aanspreek, staan.

Bogenoemde perspektiewe uit die literatuurstudie het die volgende navorsingsvraag belig: Hoe behoort nie-huistaal leerders binne die onderrig van Fisiese Wetenskappe geakkommodeer te word?

Doelwit 4: Stel kriteria op en ontwerp 'n meetmiddel waaraan die suksesvolle implementering van die NKV gemeet kan word

Die eerste stap in die ontwerp van 'n meetmiddel waaraan die suksesvolle implementering van die NKV gemeet kon word, was om tersaaklike brondokumente te analiseer ten einde die nodige agtergrondinligting te bekom sodat kriteria daaruit geïdentifiseer kon word – dit is gedoen terwyl doelwitte 1, 2 en 3 van die studie nagestreef is. Die volgende stap was om die inligting, wat uit die literatuurstudie verkry is, te sintetiseer in 'n lys van kriteria, wat uiteindelik in die meetmiddel as maatstaf van kurrikulumimplementering sou dien (sien 2.7.1). Hierdie proses het die volgende kriteria, wat deurgaans in die studie as die 11 NKV “implementeringsbeginsels” bekend gestaan het, opgelewer:

- Kennis word deur leerders opgedoen deurdat hulle in staat gestel word om kennis aktief te konstrueer en kritiese denke te beoefen.
- Gelykeberegting vind neerslag deurdat leerders as gelykes sowel as regverdig deur die fasiliteerder behandel word.
- Differensiasie vind plaas deurdat die fasiliteerder voorsiening maak vir verskillende leerders op grond van vermoë, leertempo en belangstelling.

- Die ondersoekende benadering word vooropgestel deurdat die vaardighede en prosesse van die wetenskaplike metode beklemtoon word.
- Die kumulatiewe aard van leer word erken en daarom word daar ag geslaan op die belangrikheid van voorafkennis van leerders.
- Leerdergesentreerde onderrig vind plaas deurdat leerders aktief deelneem aan die leerproses.
- Persoonlike relevansie vind neerslag wanneer die Wetenskap in die klaskamer in verband gebring word met die werklikheid buite die klaskamer.
- Samewerking onder leerders bestaan deurdat hulle eerder met mekaar saamwerk as teen mekaar kompeteer.
- Leerders is verantwoordelik vir hul eie leer deurdat hulle in beheer van hul eie leerproses is.
- Integrasie van Fisiese Wetenskappe met ander vakke en die wêreld daarbuite vind plaas.
- Doelmatigheid tydens die leerproses vind neerslag in die bewustheid van uitkomst wat bereik moet word.

Hierdie lys van kriteria is as konstrakte (sien 4.6.3.4) in die vraelys wat in hierdie studie gebruik is, ingesluit (sien Bylaag E).

Bogenoemde stel kriteria verskaf 'n duidelike maatstaf waaraan kurrikulumimplementering gemeet kan word en beantwoord uiteraard die volgende navorsingsvraag: Aan watter eienskappe of beginsels sal suksesvolle implementering van die NKV gemeet kan word?

Doelwit 5: Bepaal die eienskappe van 'n leeromgewing wat in diens van die NKV-implementering staan

Dit is vanselfsprekend dat die leeromgewing wat in diens van die NKV implementering staan, 'n leeromgewing is waarin die implementeringsbeginsels (sien 2.7.1) beslag kan vind.

In die literatuur wat oor leeromgewings bestudeer is, het die eienskappe van die leeromgewing wat deur Bransford voorgestel is (sien 2.7.1), volgens die navorser, voldoen aan al die behoeftes vir kurrikulumimplementering. Hierdie model wat vir die studie aangepas is, bestaan uit vier geïntegreerde leeromgewings met die implementeringsbeginsels wat sentraal daarin staan (sien 2.7.2). Hierdie leeromgewing is:

- **leerdersgesentreerd** – daar word ag geslaan op die kennis, vaardighede, houdings en menings van leerders. Dit beteken ook dat die taal en kultuur van die leerders (sien 2.6.2 en 2.6.2.1.2), hul vorige ondervinding en voorafkennis (sien 2.6.4.5.4), geleentheid vir gesprek (sien 2.6.4.4), asook hul behoeftes in terme van hul generasie (sien 2.6.2.2) na waarde geag word;
- **kennisgesentreerd** – dit is op dieper leer gerig en word onderskryf deur 'n konstruktivistiese en ondersoekende benadering wat “die doen van wetenskap” nie ondergeskik aan feitekennis stel nie. Verder word die vermoë tot kritiese denke en probleemoplossing in hierdie leeromgewing nagestreef, terwyl die bydrae van goed gestruktureerde vakkennis, daartoe erken word (sien 2.6.1.4.2 en 2.6.3.2);
- **assesseringgesentreerd** – daar word deur middel van assessering 'n geleentheid vir terugvoering en hersiening vir leerders geskep (sien 2.6.5);
- **gemeenskapgesentreerd** – leerders weet hoedat dit wat hulle in die skool leer, neerslag in die gemeenskap vind – vakkennis in konteks hou direk hiermee verband (sien 2.6.1.5 en 2.6.4.5.6 oor situasie-gebonde leer). Die vaardighede wat in die 21ste-eeuse samelewing, as

gemeenskap, belangrik is, word ook in hierdie leeromgewing gereflekteer (sien 1.1).

Die eienskappe wat die voorgenoemde leeromgewing vertoon, ondersteun die integrering van die implementeringsbeginsels daarin en spreek ook die volgende navorsingsvraag aan: Hoe moet 'n leeromgewing wat in diens van die NKV-implementering staan, lyk?

Doelwit 6: Identifiseer, ondersoek en ontleed spesifieke IKT-aanwendings, ten opsigte van die toepassingswaarde daarvan, in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe

Die literatuur het getoon dat die ontwikkeling van die gebruik van IKT in onderrig-en-leer, parallel aan die ontwikkeling van nuwer denke rondom leer, plaasgevind het. Dit het ontwikkel van rekenaars, wat aanvanklik hoofsaaklik die behavioristiese benadering deur drill-en-oefen ondersteun het, tot IKT-toepassings waardeur die kognitiewe benadering tot onderrig, leer en hoër orde denke ondersteun en uitgebou kan word (sien 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 en 3.2.4).

Dit is die mening van die navorser dat indien onderwysers nie voorafgaande gewaarwording ter harte neem nie, die toepassingswaarde van IKT in onderrig-en-leer heel moontlik nie tot sy volle reg sal kom nie. In samehang hiermee kan ingeligte besluit rondom die aanwending van IKT-toepassings, tot voordeel van onderrig-en-leer, slegs geneem word indien die toepassingsmoontlikhede daarvan bekend is (sien 3.7).

Die literatuur het uitgewys dat daar hoofsaaklik tussen **sagteware, hardeware (interaktiewe IKT-stelsels) en netwerktoepassings** onderskei word wanneer IKT-toepassings in onderrig-en-leer ondersoek word.

Sagteware kan ingedeel word in onderrigprogrammatuur soos tutoriaal-, drill-en-oefen-programmatuur, rekenaarsimulasies en modelleringsagteware. (sien 3.4.1.1, 3.4.1.2, 3.4.1.3 en 3.4.1.4) asook toepassingsagteware soos woordverwerking, sigblaaie en databasisse (sien 3.4.2.1, 3.4.2.2 en 3.4.2.3).

IKT-toepassings wat moontlik nie so bekend aan die onderwyser is nie maar wat innoverende toepassingsmoontlikhede in die Fisiese Wetenskappe leeromgewing het, is die sogenaamde **interaktiewe IKT-stelsels**, waar sagteware met doelspesifieke hardeware gekombineer word. **Tydens datavaslegging** word elektroniese sensors ingespan om (groot hoeveelhede) data (vinnig) op te neem, terwyl sagteware die ingesamelde data (dadelik) verwerk tot grafieke, tabelle ensovoorts. Die **Persoonlike Respons Sisteem (PRS)** maak dit vir die leerder moontlik om response elektronies en vinnig aan die onderwyser deur te gee. Die **tabletrekenaar met digitale skryfvermoë** stel die leerder in staat om dit wat gewoonlik met pen en papier gedoen is, digitaal voor te stel. Die **interaktiewe witbord** en die **selfoon**, in kombinasie met 'n **massa sms-stelsel**, is een van die groot voordele daaraan verbonde (sien 3.4.3.1, 3.4.3.2, 3.4.3.3, 3.4.3.4 en 3.4.3.5).

Netwerkt toepassings van verskillende IKT-komponente maak die aanwendingsmoontlikhede en gepaardgaande voordele daaraan verbonde daarvan, soveel groter. Die **internet** asook **lokale areanetwerk (LAN)** in die klaskamer maak nie net die beheer van IKT-gebruik in die klaskamer maklik nie, maar skep 'n geleentheid vir refleksie en terugvoering deur leerders. **Virtuele Leeromgewings (VL's)** maak die uitruil van dokumentasie asook inligting en opdragte tussen die onderwyser en leerders onderling maklik. Netwerkt toepassings word egter beperk deurdat die meeste leerders nie buite die klaskamer toegang daartoe het nie – die onus berus dus op die onderwyser om hierdie tegnologie binne klaskamerverband beskikbaar te stel. (sien 3.4.4.1, 3.4.4.2 en 3.4.4.3).

Voorgenoemde verteenwoordig die algemeenste IKT-toepassings wat in die literatuur voorkom en deur die gebruik daarvan na te vors, is die volgende navorsingsvraag voldoende aangespreek: Op watter wyses kan IKT in die Fisiese Wetenskappe-klaskamersituasie gebruik word?

Doelwit 7: Onderzoek die gebruikswaarde van IKT vir Fisiese Wetenskappe volgens die vakwetenskaplike praktyke wat daardeur ondersteun en uitgebou word

Die literatuur waarsku teen die gebruik om IKT as uitgangspunt te gebruik en Wetenskaponderrig hierby aan te pas. Daar behoort eers na vakwetenskaplike beginsels gekyk te word voordat gevra word hoe die gebruik van IKT 'n bydrae ten opsigte van die bestudering daarvan kan lewer (sien 3.5). Omdat die vakinhoudelike (sien 2.6.1.5) van die vak parallel en in ooreenstemming met die prosesse (sien 2.6.1.4) daarby betrokke bestudeer moet word, word die IKT-gebruikswaarde dienooreenkomstig gekategoriseer:

- Die **vakinhoudelike**, naamlik die feite, wette en teorieë kan uitstekend ondersteun word deur die gebruik van IKT-toepassings soos byvoorbeeld die internet vir die soektog na inligting, simulasië programmatuur om beginsels te demonstree en tutoriaalprogramme vir vaslegging.
- Die insameling en verwerking van data deur datavaslegging en die gebruik van sigblaaië, die aanbieding van navorsingsdata deur multimedia en ander sagteware is alles voorbeelde van die ondersteuning wat IKT-toepassings kan bied ten opsigte van die **prosesvaardighede** in die bestudering van Fisiese Wetenskappe (sien 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3 en 3.5.4).

Die waarde wat die gebruik van IKT in die onderrig-en-leer van Fisiese Wetenskappe toevoeg, kom kortliks daarop neer dat “ingewikkelde” eksperimente vinnig en effektief in die klaskamer gedoen kan word, dit 'n element van die relevansie met die 21ste-eeuse werklikheid in die klaskamer inbring

asook onmiddellike visuele terugvoer en herhaalbare aksies moontlik maak (sien 3.6)

Voorgenoemde verskaf antwoorde op die volgende navorsingsvraag: Watter vakwetenskaplike praktyke word deur die gebruik van IKT ondersteun en uitgebou?

Doelwit 8: Beskryf die rol wat die onderwyser in die gebruik van IKT in die klaskamer moet speel

Die literatuurstudie toon dat die onderwyser 'n kritieke rol speel wanneer die gebruik van IKT in die onderrig-en-leer-situasie ter sprake is. Dit word beklemtoon dat dit nie tegnologie as sodanig is nie, maar eerder die kombinasie van goeie onderrig en die effektiewe aanwending van tegnologie wat 'n verskil kan maak (sien 3.7). Die aspekte wat as baie belangrik deur die literatuur, betreffende die rol van die onderwyser, uitgewys is, behels dat die onderwyser:

- geskikte IKT-toepassings moet identifiseer wat enersyds in lyn met die implementeringsbeginsels (sien 2.7.1) is en andersyds die vakwetenskaplike toepassingswaarde in ag neem (sien 3.5);
- alle aktiwiteite wat die gebruik van IKT-toepassings vereis, goed sal organiseer en struktureer en dan ook in 'n fasiliterende hoedanigheid beskikbaar sal wees (sien 3.7.2 en 3.7.3);
- beheer sal toepas tydens aktiwiteite ten einde seker te maak dat leerders nie fokus verloor met dit waarmee hulle besig is nie en om ongewenste praktyke, soos byvoorbeeld die wanaanwending van die internet, hok te slaan (sien 3.7.4);
- IKT-toepassings met ander onderrig-en-leer-aktiwiteite en leerstrategieë in die klaskamer sal integreer (sien 3.7.5 en 3.7.6);
- die voordele wat IKT-toepassings, soos die PRS, in assessering kan raaksien en gebruik om die onderrig-en-leer meer effektief te maak (sien 3.7.7).

Die verskillende aspekte waaraan die onderwyser moet aandag gee tydens die gebruik van IKT-toepassings in die klaskamer onderstreep die onontbeerlike rol wat hulle speel.

Voorafgaande is gedoen om antwoorde op die volgende navorsingsvraag te verskaf: Watter rol moet die onderwyser in die gebruik van IKT in die klaskamer speel?

Doelwit 9: Omskryf volledig hoedat spesifieke IKT-toepassings in die onderrigsituasie aangewend kan word om elkeen van die NKV-implementeringsbeginsels tot uitvoer te bring

Ten einde hierdie navorsingsdoelwit te bereik, is die **leeromgewing-model** (sien Figuur 2.8) aangepas en uitgebrei tot die **IKT-gebaseerde leeromgewing-model vir die NKV-implementeringsbeginsels** (sien Figuur 3.14). Die implikasie hiervan was dat die navorser moes gaan vasstel hoe elkeen van die IKT-toepassings wat in hierdie studie gebruik is, spesifiek aangewend kon word om die implementeringsbeginsels tot uitvoer te bring. Omdat die toepassingswaarde van die verskillende IKT-toepassings op hierdie stadium reeds bekend was (sien Doelwitte 6 en 7) kon die navorser dit direk koppel aan die kriteria wat gestel is vir elkeen van die verskillende implementeringsbeginsels, wat ook reeds bekend was (sien Doelwit 4). Hiervolgens:

- kan die manipulering van data deur **datavaslegging** en die vergelyking van **internet**-inligting leerders in staat stel om kennis aktief te konstrueer terwyl uitdagende vrae deur middel van die **PRS** en probleemoplossing deur middel van die **tabletrekenaar**, in kombinasie met die **LAN**, kritiese denke kan bevorder (sien 3.9.1);
- kan heterogene groeipindelinge tydens **datavaslegging** of terugvoer via **tabletrekenaar** en **LAN** 'n kultuur van gelykeberegting skep deurdat

- leerders as gelykes sowel as regverdig deur die fasiliteerder behandel word (sien 3.9.2);
- kan **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal programmatuur**, op verskillende vlakke en teen eie tempo, differensiasie ondersteun deurdat daar voorsiening gemaak word vir verskillende leerders op grond van vermoë, leertempo en belangstelling (sien 3.9.3);
 - kan **datavaslegging**, **databasisse** en **sigblaai** in die ondersoekende benadering aangewend word (sien 3.9.4);
 - word die kumulatiewe aard van leer erken wanneer die **PRS** aangewend word om voorafkennis te toets, voordat nuwe werk behandel word (sien 3.9.5);
 - vind leerdergesentreerde onderrig plaas deurdat **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** wat op die individu gerig is leerders aktief laat deelneem aan die leerproses (sien 3.9.6);
 - word persoonlike relevansie bewerkstellig deurdat **simulasies**, **multimedia** en die **internet** in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer gebruik word om die Wetenskap met die werklikheid buite die klaskamer in verband te bring (sien 3.9.7);
 - word samewerking onder leerders aangemoedig wanneer ondersoeke in groepverband met **datavaslegging** vereis word (sien 3.9.8);
 - kan **interaktiewe rekenaarprogrammatuur** 'n geleentheid vir terugvoering tydens die leerproses skep en leerders het daardeur tot 'n mate beheer van hul eie leerproses (sien 3.9.9);
 - kan die blote gebruik van **IKT-toepassings** dui op die integrasie van Fisiese Wetenskappe met ander vakke en die wêreld daarbuite (sien 3.9.10);
 - kan doelmatigheid tydens die leerproses neerslag vind in die bewustheid van uitkomst wat bereik moet word deurdat sommige **dril-en-oefen-**, sowel as **tutoriaal-programmatuur** duidelike uitkomst vooraf definieer (sien 3.9.11).

Die navorsingsvraag: Hoe kan IKT in diens van die implementering van die NKV aangewend word, word deur voorgenoemde uiteensetting aangespreek.

6.2.2 Bevindings van die empiriese studie

Alhoewel die vraelys van die empiriese studie hoofsaaklik ontwerp is om die IKT Laboratorium, en gepaardgaande IKT-toepassings, te ondersoek moes dit terselfdertyd ook dien as 'n rigtinggewer om 'n leeromgewing, soos in die oorkoepelende doelstelling van die studie (sien 1.3) uiteengesit, voor te stel. Om hierdie rede het die vraelys uit verskillende afdelings bestaan wat enersyds op die IKT Laboratorium en die deelnemende leerders en andersyds op die IKT leeromgewing en die groter konteks van die literatuurstudie gefokus het. Afdelings A, B en C het vrae wat die deelnemende leerders en hul leeromgewing binne die breër konteks van die groter Suid-Afrikaanse onderwysopset wou posisioneer, bevat, terwyl Afdeling D spesifiek op die navorsingsdoelwitte van 1.3 gefokus het.

6.2.2.1 Algemene bevindings van die empiriese studie

Die inligting wat vanuit **Afdelings A, B en C** van die vraelys bekom is, het die volgende aangetoon.

Die deelnemende leerders is min of meer gelykop ten opsigte van geslag verteenwoordig en almal se TVOL (Engels) het van hul huistaal verskil (sien Tabela 5.7 en 5.8). Die Sesotho-sprekende leerders was in die meerderheid (n = 86) en dit is nie bevestig dat Engels noodwendig almal se tweede taal is nie (sien 5.4.1). Uit die literatuurstudie (sien 1.2.2.2) word aangetoon dat meer as 80% van alle Suid-Afrikaanse leerders Wetenskap-onderrig ontvang in 'n taal wat nie hul huistaal is nie. Hierdie statistiek het beteken dat die deelnemende leerders in die studie en die leerders in die groter Suid-Afrikaanse onderwysopset, ten opsigte van TVOL, hulself in soortgelyke posisies bevind het.

Op grond van hul huislike omgewing, is drie verskillende sosio-ekonomiese groeperinge onder die deelnemende leerders geïdentifiseer (sien Tabel 5.12). Tydens die analise van die vraelys is daar vasgestel dat daar geen statisties beduidende verskille in die response van die leerders van verskillende sosio-ekonomiese groeperinge, ten opsigte van die gebruik van IKT-toepassings in die IKT Laboratorium (sien 5.4.4.3) of die IKT Laboratorium as leeromgewing (sien 5.4.4.4) was nie en daarom kon die response van die groep deelnemende leerders in die geheel in elke situasie as maatstaf vir interpretasie gebruik word. Volgens die navorser is die voorafgaande bevinding verreikend omdat daar geredeneer kan word dat dit nie saak maak tot watter sosio-ekonomiese groepering die leerder behoort nie, hulle gaan die leeromgewing dieselfde ervaar en daarom is dit van groot belang dat die onderwyser sal besef dat alle leerders voordeel uit 'n 21ste-eeuse leeromgewing kan trek, mits dit deur die onderwyser daargestel word.

Die response van die leerders ten opsigte van hul toegang tot “alledaagse IKT-toepassings” was, veral binne die konteks van die betrokke studie, van groot belang. In hierdie verband is daar vasgestel dat die oorgrote meerderheid deelnemende leerders ($n = 103$) wel tot selfone by die huis toegang gehad het, maar dat minder as die helfte ($n = 43$) toegang tot 'n rekenaar by die huis gehad het (sien Tabel 5.9). Hierdie statistiek toon enersyds die hoë beskikbaarheid van 21ste-eeuse tegnologie (selfone) in feitlik alle huishoudings maar andersyds ook dat rekenaars (en gepaardgaande internet) nie as 'n gegewe in leerders se huise beskou kan word nie. Die navorser is van mening dat voorafgaande statistiek die verantwoordelikheid van die skool, betreffende die beskikbaarstelling van en toegang tot rekenaarfasiliteite aan leerders, tot prioriteit uitlig.

Die leerders se terugvoering aangaande hul vaardighede in die gebruik van “alledaagse IKT-toepassings” het 'n verband getoon met die beskikbaarheid daarvan. Wanneer 'n rekenaar byvoorbeeld nodig was om data van die selfoon af te laai, het die betrokke selfoonvaardigheid wat daarmee verband hou, afgeneem

(sien Grafiek 5.1). Ten spyte van hierdie feit was die vaardigheidsvlakke wat betref die gebruik van die selfoon bo-gemiddeld hoog onder die deelnemende leerders. Daar was 61.8% (n = 68) leerders wat aangetoon het dat hulle die rekenaar met selfvertroue kan gebruik, terwyl slegs 5.5% (n = 6) aangetoon het dat hulle dit nie met selfvertroue kon doen nie (sien Tabel 5.10). Die res was nie seker, moontlik omdat hulle nie seker was waar om hulleself ten opsigte van die vraag te posisioneer nie en nie noodwendig omdat hulle dit nie kon doen nie.

Dit is die mening van die navorser dat voorafgaande bevindings bevestig dat die deelnemende leerders, ongeag sosio-ekonomiese groeperinge, as geheel die profiel van generasie Y-leerders vertoon, soos in die literatuurstudie uitgewys (sien 2.6.2.2). Hiervolgens is hulle baie gemaklik met tegnologie – met die implikasie hiervan vir die betrokke studie dat 'n e-Onderwysbenadering in die implementering van die Fisiese Wetenskappe-kurrikulum baie relevant in die bereiking van die oorkoepelende doelstelling van die studie is (sien 1.3).

In aansluiting met die voorafgaande paragraaf, rakende IKT-gebruik, dui die response van die leerders daarop dat daar wel rekenaars by die skool is (sien Tabel 5.14) vir leerders om te gebruik maar dit baie beperk vir die onderrig van Fisiese Wetenskappe aangewend word. Dit wil voorkom asof daar nie by die deelnemende skole 'n kultuur bestaan om die rekenaar in die besonder en IKT in die algemeen as integrale deel van onderrig aan te wend nie (sien Tabel 5.15).

Voorafgaande inligting kan in die breër konteks op meer as een wyse geïnterpreteer word, veral as dit teen die agtergrond van die ideale van die Witskrif oor e-Onderwys, soos uiteengesit in die literatuurstudie (sien 3.1 en 5.4.3) gedoen word. Aan die een kant wil dit lyk asof die regering se poging om alle skole met rekenaars toe te rus op koers is maar aan die ander kant wil dit voorkom asof die doelwit om 'n kultuur by skole te skep dat IKT nie 'n bykomstigheid is nie, maar die onderrigproses moet ondersteun nog nie

deurgesyer het nie. Die aanbevelings van hierdie studie kan in hierdie verband 'n groot rol speel.

Die bevindings rondom die TVOL binne die deelnemende skole bevestig die noodsaaklikheid van die aandag wat daarin in die literatuurstudie gegee is (sien 2.6.2.1). Dit wil voorkom asof die onderrig van Fisiese Wetenskappe by die meeste deelnemende skole (86.4% van response), asook die gesprekke van die deelnemende leerders met ander leerders (47.3% van die response) rondom die vak, in die TVOL plaasvind (sien tabel 5.13). Uit hierdie data kan die afleiding gemaak word dat daar definitief by die deelnemende skole nie genoeg geleenthede vir die bespreking van Fisiese Wetenskappe deur die leerders geskep word nie. Gegewe hierdie agtergrond is dit nie verrassend dat 20% van die deelnemende leerders aangedui het dat hulle gesukkel het om hul gedagtes in suiwer vaktaal uit te druk nie. Die feit dat 14.6% van die leerder se response wel aangetoon het dat Fisiese Wetenskappe meestal in die leerders se huistaal plaasgevind het, is kommerwekkend.

6.2.2.2 Bevindings van die empiriese studie in terme van die navorsingsdoelwitte

Die laaste twee navorsingsvrae, wat in 1.3 gevra is, is beantwoord nadat data van **Afdeling D** van die vraelys bekom en geanaliseer is. Hierdie inligting is aan die hand van spesifieke navorsingsdoelwitte nagevors.

Doelwit 10: Onderzoek en meet die leeromgewing van die IKT Laboratorium aan die hand van die voorgestelde NKV-implementeringsbeginsels en maak op grond daarvan aanbevelings wat as riglyne vir die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe binne 'n e-Onderwysgebaseerde benadering kan dien

Die resultaat van een van die navorsingsdoelwitte (sien Doelwit 4) was 'n stel van 11 kriteria waaraan die suksesvolle implementering van die NKV gemeet kon word. Hierdie kriteria is in die vraelys opgeneem ten einde vas te stel tot watter mate die implementeringsbeginsels in die IKT Laboratorium as klaskamer beslag gevind het.

Likert-tipe vrae met 'n vyf-puntskaal is gebruik om data in te samel ten opsigte van elke implementeringsbeginsel (of konstruk). Die rekenkundige gemiddelde (\bar{x}) van elke konstruk is afsonderlik bepaal (sien 5.4.4). Die response van die leerders by die verskillende skale het baie hoë waardes opgelewer (sien Tabel 5.22) en waardes van 3.58 tot 4.53 vir die individuele items is aangeteken – dit kan as “gereeld” geïnterpreteer word (sien Tabel 4.10).

Die berekening van die gesamentlike rekenkundige gemiddelde waardes vanuit die data van die 11 verskillende konstrunkte het 'n waarde van 4.14 opgelewer. Op die Likert-skaal kan hierdie waarde ten minste as “gereeld” geïnterpreteer word – 'n sterk aanduiding van die leerders se belewenis van die wyse waarop die implementeringsbeginsels in die IKT Laboratorium neerslag gevind het. Daar kan dus uit hierdie bevindings tot die slotsom gekom word dat die implementeringsbeginsels suksesvol in die IKT Laboratorium neerslag gevind het.

Die volgende navorsingsvraag se eerste gedeelte, naamlik “Voldoen die leeromgewing wat in die IKT Laboratorium geskep word aan die vereistes van die implementeringsbeginsels van die NKV?”, is uit voorgenoemde bevindings

beantwoord. Die laaste gedeelte van die vraag, naamlik "... op watter wyse kan dit as riglyn vir die suksesvolle implementering van die NKV dien?", sal in 6.4 aangespreek word.

Doelwit 11: Bepaal watter direkte korrelasie/verwantskap daar tussen die gebruik van IKT en die implementeringsbeginsels is

Die navorser wou ook in hierdie studie vasstel of die gebruik van die verskillende IKT-toepassings in die IKT Laboratorium 'n direkte invloed gehad het op die feit dat die implementeringsbeginsels neerslag gevind het in die leeromgewing.

Voordat dit gedoen kon word moes die vrae in **Afdeling D** wat oor die individuele IKT-toepassings gehandel het, eers in nuwe skale (of konstrunkte) saamgegroepeer word sodat dit die leerders se belewenis van die IKT-toepassings in die geheel verteenwoordig het (sien Tabel 4.11). Hierdie skale is ook gebruik om die deelnemende leerders se belewenis van die IKT-toepassings in die IKT Laboratorium vas te stel. Tabel 5.23 se resultate ten opsigte van die individuele skale toon dat rekenkundige gemiddelde waardes van 3.71 tot 4.42 vir die individuele items aangeteken is – dit kan as “gereeld” geïnterpreteer word (sien Tabel 4.10). 'n Waarde van 4.05 vir die gesamentlike rekenkundige gemiddelde van die verskillende skale is verkry en kan op die Likert-skaal van die studie as “gereeld” geïnterpreteer word en dit dien as 'n goeie maatstaf van die leerders se belewenis van die IKT-toepassings in die IKT Laboratorium (sien 5.4.4.6).

Om vas te stel of daar 'n verband tussen die gebruik van die verskillende IKT-toepassings en die implementeringsbeginsels bestaan, is die verwantskappe tussen die konstrunkte (wat die verskillende dimensies van IKT-toepassings verteenwoordig – sien Tabel 4.11) en die implementeringsbeginsels deur middel van Pearson korrelasiekoëffisiënte ondersoek (sien 5.4.4.7). Die implementeringsbeginsel van *betrokkenheid* het die meeste beduidende

verwantskappe, naamlik vier, met IKT-toepassings se bydraes ten opsigte van *opwindend* ($r = 0.3$), *aktief betrokke* ($r = 0.479$), *selfvertroue* ($r = 0.419$) en *terugvoering* ($r = 0.406$) getoon. Die bydrae van IKT-toepassings tot *aktiewe betrokkenheid* het beduidende verwantskappe met agt van die implementeringsbeginsels, naamlik *konstrueer van kennis* ($r = 0.380$), *ondersoekende benadering* ($r = 0.363$), *betrokkenheid* ($r = 0.479$), *persoonlike relevansie* ($r = 0.355$), *samewerking* ($r = 0.387$), *verantwoordelikheid vir eie leer* ($r = 0.395$), *integrasie* ($r = 0.355$) en *doelmatigheid* ($r = 0.342$) getoon (sien 5.4.4.7).

Die interpretasie van die Pearson korrelasiekoëffisiënt is in ooreenstemming met die literatuur gedoen en het daarop neergekom dat die korrelasiekoëffisiënt nie noodwendig 'n oorsaak-en-gevolg-verwantskap aandui nie, maar wel 'n verwantskap wat 'n aanduiding van toekomstige voorspellings (prestasie) is (sien 5.4.4.7). Die positiewe verwantskappe wat in hierdie afdeling deur die korrelasiekoëffisiënte uitgewys is, moet dus hoogstens as **voorspellende aanwysers** beskou word. In die praktyk beteken dit dat die positiewe korrelasiekoëffisiënte eerder daarop dui dat indien die verskillende IKT-toepassings aangewend word op die wyse, soos in die studie uiteengesit, daar 'n groot moontlikheid is (voorspelling) dat dit die implementering van die beginsels wat die kurrikulum onderskryf, sal bevoordeel.

Deur voorgenoemde verwantskappe aan te toon is die volgende navorsingsvraag beantwoord: Watter direkte korrelasie/verwantskap is daar tussen die gebruik van IKT in die Laboratorium en die implementeringsbeginsels?

6.3 BEPERKINGS VAN DIE STUDIE

Omdat hierdie studie op 'n nie-eksperimentele navorsingsontwerp berus het, was daar verskeie faktore wat kon bydra dat die bevindings van die empiriese studie in werklikheid slegs op die deelnemende groep leerders van toepassing gemaak

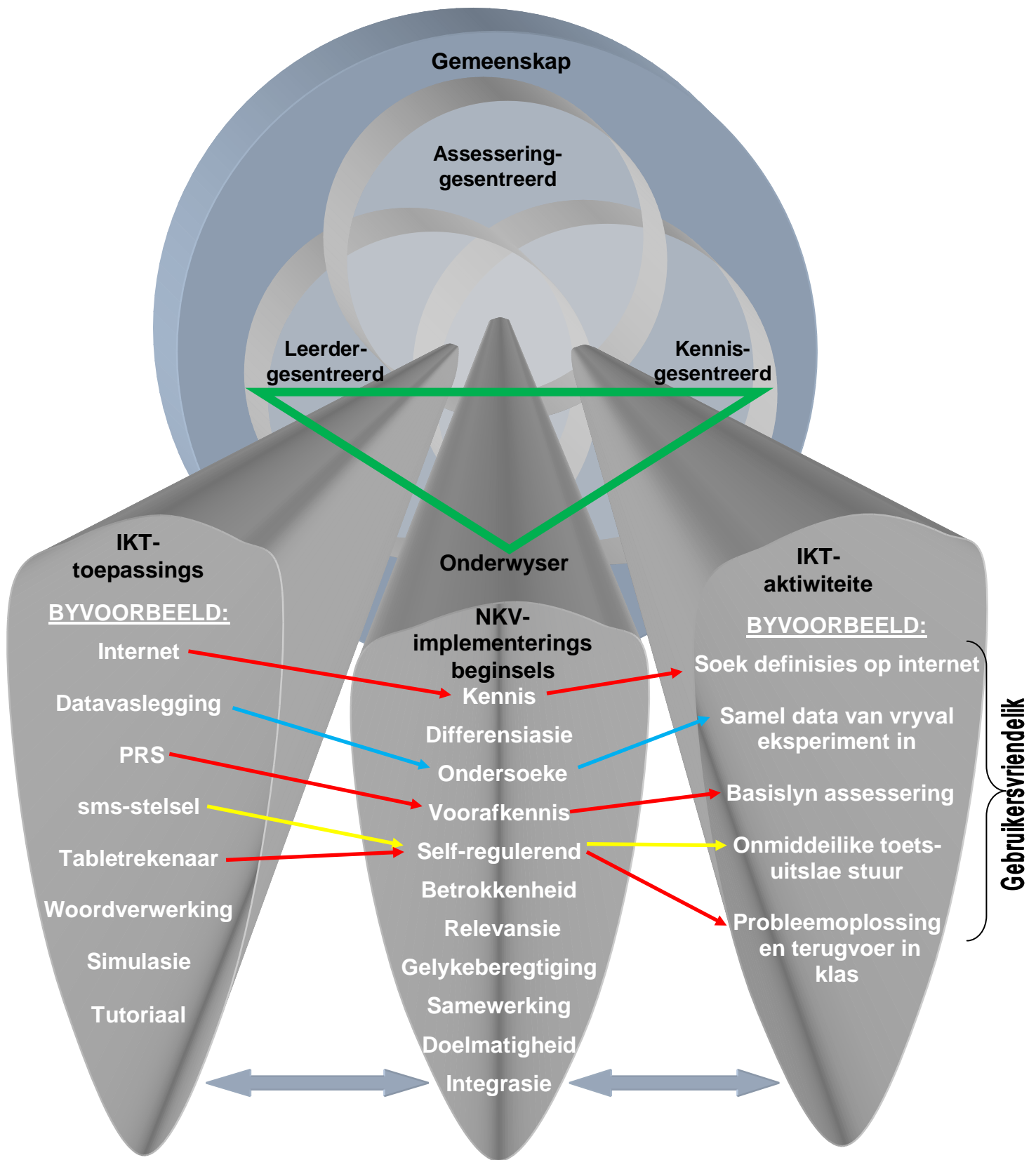
kon word. In hierdie verband het die navorser die volgende beperkings in die uitvoer van die navorsing geïdentifiseer:

- Die navorsing het nie vir uiteenlopende respondente in die vraelys voorsiening gemaak nie – slegs leerders se mening is in ag geneem. Onderwysers en ouers kon dalk ander perspektiewe rondom die vrae oor die skoolomgewing en huislike omgewing verskaf het. Die navorser is ook die fasiliteerder van die IKT Laboratorium en moes om etiese redes die response van die leerders aangaande die IKT Laboratorium as leeromgewing as maatstaf daarvan aanvaar.
- Omdat die response in die vraelys slegs die subjektiewe mening van die respondente was, kon dit 'n invloed op die akkuraatheid van die bevindinge gehad het.
- Die feit dat slegs kwantitatiewe navorsing gebruik is en dit nie deur kwalitatiewe metodes soos onderhoude aangevul is nie, kon moontlik die navorsingsresultate verskraal het.
- Die feit dat die deelnemende leerders se besoeke aan die IKT Laboratorium en gevolglik hulle blootstelling aan die werkswyse en verskillende IKT-toepassings slegs per geleentheid, vanweë praktiese redes, kon plaasvind (sien 1.6) kon moontlik 'n invloed op hul response gehad het – as die frekwensie van die besoeke verhoog word kan response heel moontlik beïnvloed word.
- Die vraelyste was nie in die respondente se huistaal vertaal nie, bloot omdat hulle 'n redelike onderlê in Engels behoort te gehad het – as daar egter na sommige van die response in die vraelys gekyk word, vermoed die navorser tog dat sommige leerders doodeenvoudig nie die vrae verstaan het nie – dit kon van die resultate beïnvloed het.
- Omdat die navorser afhanklik was van die groepe leerders wat die IKT Laboratorium op 'n gereelde basis besoek het en die seleksie van leerders wat aan die studie sou deelneem op grond van gerief (convenience sampling) gemaak is, was die moontlikheid van 'n groter steekproef nie haalbaar nie.

6.4 RIGLYNE EN AANBEVELINGS

Deur die bereiking van die verskillende navorsingsdoelwitte in hierdie studie kan daar nou voortgegaan word om riglyne vir 'n IKT-geïntegreerde onderrigbenadering en leeromgewing voor te stel waarvolgens Fisiese Wetenskappe aan leerders op so 'n wyse aangebied kan word dat die uitkomst en beginsels, soos vervat in die Nasionale Kurrikulumverklaring vir Fisiese Wetenskappe in die VOO-fase, suksesvol nagestreef kan word binne die konteks van 'n effektiewe onderrig-en-leerstrategie.

Die bevindings in hierdie studie aangaande die bydrae van IKT-toepassings tot die skep van 'n leeromgewing binne die IKT Laboratorium waarin die implementeringsbeginsels suksesvol neerslag gevind het, het daartoe aanleiding gegee dat 'n omvattende e-Onderwysgebaseerde leeromgewing-model (sien Figuur 6.1), uit die leeromgewing-model (sien Figuur 2.8), die IKT-gebaseerde leeromgewing-model (sien Figuur 3.3) vir die NKV-implementeringsbeginsels, asook die didaktiese driehoek (sien Figuur 3.13) saamgestel is. Hierdie model reflekteer nie net die verskillende komponente van die voorgestelde leeromgewing nie maar illustreer ook die IKT-strategie in belang van effektiewe onderrig-en-leer-beginsels, asook die wisselwerking tussen die onderwyser, leerder en vakinhoud soos vergestalt in die didaktiese driehoek.



Figuur 6.1: Omvattende e-Onderwysgebaseerde leeromgewing-model vir die NKV-implementeringsbeginsels

Ter ondersteuning van die e-Onderwysgebaseerde leeromgewing-model wat in Figuur 6.1 aangebied is, word die volgende aanbevelings in die besonder, sowel as in die algemeen gemaak:

- Onderwysers behoort die aanwending van IKT baie deeglik te beplan en daar moet deeglik besin word oor watter IKT-toepassing gebruik gaan word en hoe dit gebruik gaan word ten einde een van die effektiewe-onderrig-en-leer-beginsels aan te spreek (sien 3.7.1).
- IKT-toepassings behoort afgewissel te word en moet nie in isolasie van mekaar gebruik te word nie: dit behoort in kombinasie met en aanvullend tot mekaar gebruik te word want dan is dit in die woorde van Vanides (2009:11,12) nie net “... just a tool anymore ... it’s a toolbox” – en in die geval van hierdie studie ’n gereedskapkas met kragtige “implementerings-instrumente”.
- IKT-toepassings behoort geïntegreerd saam met ander onderrig en leeraktiwiteite in die klaskamer aangewend te word – dit is nie die tegnologie as sodanig nie, maar goeie onderrig en die effektiewe aanwending van tegnologie wat ’n verskil maak (sien 3.7, 3.7.6 en 3.3).
- Deur die gebruik van tegnologie in die Fisiese Wetenskappe-klaskamer kan die eiesoortige behoeftes van generasie-Y leerders binne die onderrig-en-leersituasie geakkommodeer word (2.6.2.2).
- Die Fisiese Wetenskappe onderwyser het wel ’n verantwoordelikheid ten opsigte van die bemagtiging van leerders in die TVOL in Fisiese Wetenskappe en daarom sal daar doelbewus geleenthede vir leerders geskep moet word om aandag aan hierdie aspek te gee (sien 3.9.3).
- Dit is die mening van die navorser dat daar behoort van IKT-toepassings, wat gebruikersvriendelik is, gebruik gemaak te word. Dit is teenproduktief as leerders sukkel om eers die tegnologie onder die knie te kry voordat hulle tot die regte doel daarvan oorgaan;
- Die gebruik van IKT in die klaskamer is ’n katalisator vir die verbetering van die kurrikulum en onderwyspraktyk en gevolglik kan dit net ’n

bydraende invloed op die skep van 'n effektiewe onderrig-en-leer-omgewing hê (sien 1.3).

- Vanweë die snelle ontwikkeling van tegnologie sal dit nodig wees dat die onderwyser nuwe IKT-toepassings van tyd tot tyd moet ondersoek vir funksionaliteit en dit dan oorweeg vir die onderrig-en-leer-situasie (sien 3.5).
- Wanneer alle betrokkenes, naamlik onderwysers, die skoolgemeenskap en die administrateurs die gebruik van IKT-toepassings ondersteun, word 'n leeromgewing geskep waarin die bydrae van die IKT-toepassings gemaksimeer word (sien 3.10).
- Die verbintenis van skoolleiers, soos spesifiek die skoolhoof, tot die gebruik van IKT staan in direkte verband met die suksesvolle implementering van 'n IKT-strategie in die skool (sien 3.10).
- Die navorser waarsku teen die geforseerde gebruik van IKT-toepassings in situasies waar dit nie werklik toepaslik is of enige waarde tot onderrig-en-leer toevoeg nie.
- Die navorser is van mening dat 'n strategie om 'n e-Onderwysgebaseerde leeromgewing te vestig nie oornag gebeur nie en dat onderwysers stelselmatig sodanige leeromgewing oor die verloop van tyd moet opbou (sien 3.10).
- Dit wil voorkom asof die beskikbaarheid van “alledaagse IKT-toepassings”, soos rekenaars en die internet, nie algemeen by leerders se huise beskikbaar is nie. Om hierdie rede behoort skole 'n spesiale poging aan te wend om leerders enersyds daaraan bloot te stel en andersyds om die rekenaarfasiliteite by die skool meer toeganklik vir leerders te maak (sien 6.2.2.1).
- 'n e-Onderwysgebaseerde benadering in die Fisiese Wetenskappeklaskamer, waartydens die gebruik van verskillende IKT-toepassings op die implementeringsbeginsels (sien 2.7.1) toegespits word, kan 'n groot bydrae tot kurrikulumimplementering lewer (sien 3.9).

- Wanneer daar van IKT-toepassings tydens praktiese Fisiese Wetenskappe-sessies gebruik gemaak word, of wanneer die omvang van die IKT-gebruik dit vereis, kan dit baie waardevol wees om van 'n laboratoriumassistent gebruik te om met monitering, asook prosedure en tegniese hulp, bystand te verleen (sien 3.7.2)

6.5 VOORSTELLE VIR VERDERE NAVORSING

Die volgende voorstelle aangaande verdere navorsing binne die konteks van hierdie studie word aanbeveel:

- Navorsing van dieselfde aard as in die empiriese gedeelte van hierdie studie maar met leerders waarvan die TVOL dieselfde is as hul huistaal.
- Navorsing rondom die gebruik van rekenaargebaseerde leesprogramme waarvan die inhoud met Fisiese Wetenskappe-vakinhoud vervang is, ter ondersteuning van die TVOL, kan 'n uitgebreide studie tot gevolg hê.
- Navorsing van dieselfde aard as in die empiriese gedeelte van hierdie studie wat die response van seuns en dogters ten opsigte van hul ervaring in die IKT Laboratorium, met mekaar vergelyk.
- Navorsing aangaande Fisiese Wetenskappe-onderwysers se gesindheid jeens en kundigheid in die gebruik van verskillende IKT-toepassings.
- Navorsing omtrent die benutting van gratis sagteware oftewel “freeware”, wat in sogenaamde “open educational resources” gesetel is.
- Navorsing om die toepassingsmoontlikhede van ander IKT-toepassings, sowel as die nuwe generasie “smart phone”-selfone in die onderrig-en-leer situasie te ondersoek.

6.6 SLOTSOM

In die laaste hoofstuk van hierdie studie is die bevindings rondom die verskillende navorsingsdoelwitte, wat in Hoofstuk 1 gestel is, afsonderlik

uiteengesit. Die gevolgtrekkings wat daaruit gemaak is, het uiteindelik die weg daartoe gebaan dat die navorser 'n omvattende leeromgewing-model (sien Figuur 6.1), sowel as aanbevelings aangaande die implementering van sodanige model as leeromgewing, kon saamstel. Hierdie model het die oorkoepelende doelstelling van die studie in alle opsigte aangespreek omdat dit, bo en behalwe die verskillende komponente van die leeromgewing, ook die strategie ten opsigte van die gebruik van IKT in belang van effektiewe onderrig-en-leer, geïnkorporeer het. Alhoewel die navorser sekere beperkinge van die studie uitgewys het lê die waarde daarin dat 'n prakties werkbare IKT-geïntegreerde onderrigbenadering in die implementering van die NKV voorgestel is.

Hoofstuk 6 is afgesluit met voorstelle rondom verdere navorsing op die terrein van hierdie ondersoek.

As daar na die studie in die geheel gekyk word wil dit voorkom asof die hoofrede daarvoor, naamlik die gebrek aan 'n duidelike, innoverende en prakties uitvoerbare strategie wat tot die suksesvolle implementering van die NKV vir Fisiese Wetenskappe in die klaskamersituasie, binne die konteks van globalisering en die eise van die 21ste-eeu kan lei, aangespreek is.

Nie net is daar aandag gegee aan daardie aspekte waaraan suksesvolle kurrikulumimplementering gemeet kan word nie, daar is ook in die proses op effektiewe onderrig-en-leer-beginsels, die taal van onderrig-en-leer, die behoeftes van generasie Y-leerders en die eise wat die hedendaagse samelewing aan leerders stel, klem gelê. Voortspruitend hieruit is 'n IKT-geïntegreerde onderrigbenadering en leeromgewing ondersoek as alternatief vir die tradisionele en dit het daartoe gelei dat 'n e-Onderwysgebaseerde benadering vir die Fisiese Wetenskappe-klaskamer voorgestel is as prakties uitvoerbare strategie om kurrikulumimplementering te ondersteun en heel moontlik ook by te dra tot beter Fisiese Wetenskappe-vakprestasie.

BRONNELYS

Aldridge, J.M. Fraser, B.J. & Ntuli, S. 2009. Utilising learning environment assessments to improve teaching practices among in-service teachers undertaking a distance-education programme. *South African Journal of Education* 29(2):47-170.

Asmal, K. 2000. Notes for remarks by Prof. Kader Asmal, MP, Minister of Education, at the first meeting of the Curriculum Review Committee. Pretoria: Department of Education.

Babbie, E. 2004. *The practice of social research*. 10th ed. Belmont, California: Thomson/Wadsworth.

Babbie, E. & Mouton, J. 2001. *The practice of social research*. Cape Town: Oxford University Press Southern Africa.

Barba, R.H. 1998. *Science in the multicultural classroom: a guide to teaching and learning*. 2nd ed. Boston: Allyn & Bacon.

Beane, J.A., Toepfer, C.E. & Alessi, S.J. 1986. *Curriculum Planning and Development*. Allyn and Bacon: Boston.

Bennett, B. 2009. What is a 21st-century classroom?

(<http://www.nwanews.com/nwat/News/77035/>)

Retrieved on 31 July 2009.

Bernstein, A. (Ed.). 2004. *From laggard to world class: Reforming maths and science education in South Africa's schools*. Johannesburg: The Centre for Development and Enterprise.

Best, J.W. & Kahn, J.V. 2003. *Research in Education*. 9th ed. Boston: Allyn & Bacon.

Bigge, M.L. & Shermis, S.S. 2004. *Learning Theories for Teachers*. 6th ed. Boston: Pearson.

Bitter, G. & Pierson, M. 2002. *Using Technology in the Classroom*. 5th ed. Boston. Allyn & Bacon.

Bober, M.J. 2002. Teacher Outcomes: Change Pedagogy. In Johnston, J. and Barker, L.T. (Eds). *Assessing the Impact of Technology in Teaching and Learning. A Sourcebook for Evaluators*. University of Michigan: Institute for Social Research.

BouJaoude, S. 2005. Electronic & Information Technologies for Science Teacher Preparation: The Experience of a Science Educator. In Haddad, D. (Ed.). *Technologies for Education for All: Possibilities and Prospects in the Arab Region*. Washington: Academy for Educational Development.

Bradsher, M. 2003. Technology in Secondary Science. In Alvarez, B. (Ed.). *Beyond Basic education - Secondary Education in the Developing World*. Washington: Academy for Educational Development and the World Bank Institute.

Bransford, J.D. Brown A.L. & Cocking, R.R. (Eds). 2001. *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington: National Academy Press.

Bruff, D. 2009. Classroom Response Systems ("Clickers").
(http://www.vanderbilt.edu/cft/resources/teaching_resources/technology/crs.htm)
Retrieved on 9 February 2010.

Bumstead, W. 2002. The Reality of Public Education in the 21st Century.
(<http://www.fcgp.org/publication.php/447?print=yes>)
Retrieved on 26 May 2011.

Business Day, 2000. Support for Curriculum 21. 4 July:17.

Business Day, 2004. SA can make education grade. 9 September:11.

Bybee, R.W. & Ben-Zvi, N. 1998. Science curriculum: transforming Goals to Practices.
In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*.
Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Calder, J. & Sapsford, R. J. 2006. Statistical Techniques. In Sapsford, R. & Jupp, V.
(Eds). *Data Collection and Analysis*. 2nd ed. London: SAGE Publications Ltd.

Carr, M., Barker, M., Bell, B., Biddulph, F., Jones, A., Kirkwood, V., Pearson, J &
Symington, D. 1994. The Constructivist Paradigm and Some Implications for Science
Content and Pedagogy. In Fensham, P., Gunstone, R. & White, R. (Eds). *The Content of
Science: A Constructivist approach to its Teaching and Learning*. London: The Falmer
Press.

Chinn, C.A. & Brewer, W.F. 1998. Theories of Knowledge Acquisition. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Coates, J. 2007. Generation Y - The Millennial Generation.
(<http://honolulu.hawaii.edu/intranet/committees/FacDevCom/guidebk/teachtip/GenY.htm>)
Retrieved on 26 April 2010.

Collins, J., Hammond, M. & Wellington, J. 1997. *Teaching and Learning with Multimedia*. New York: Routledge.

Conway, J. 1997. Educational Technology's Effect on Models of Instruction.
(<http://udel.edu/~jconway/EDST666.htm>)
Retrieved on 8 February 2010.

Cornford, I.R. 2000. Learning-to-learn Skills for Lifelong Learning: Some Implications for Curriculum Development and Teacher Education. (Paper presented at the AARE Annual Conference in Sydney on 7 December.) University of Technology, Sydney.

Creese, A. 2005. *Teacher Collaboration and Talk in Multilingual Classrooms*. Great Britain: Cromwell Press.

Cummins, J.P. 1981. *Bilingualism and Minority-Language Children*. Canada: OISE Press.

Davies, S. 2003. Content Based Instruction in EFL Contexts.

(<http://iteslj.org/Articles/Davies-CBI.html>)

Retrieved on 12 July 2006.

De Corte, E. & Weinert, F.E. 1996. Instructional Psychology: Overview. In de Corte, E. & Weinart, F.E. (Eds). *International Encyclopedia of Developmental and Instructional Psychology*. Pergamon: Oxford.

DeBoer, G. 1991. *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press.

Die Volksblad. 2009. Departement wil terug na ou onderwysstelsel. 30 Oktober:2.

Die Volksblad. 2010. 2009-matriekeksamenfeite. 9 Januarie:20.

Die Volksblad. 2010. Omvangryke inhoud van skoolvakke kan tot papegaiwerk lei – verslag. 6 Mei:4.

Doll, R.C. 1996. *Curriculum Improvement: Decision Making and Process*. 9th ed. Boston: Allyn and Bacon.

Donald, D., Lazarus, S. & Lolwana, P. 2002. *Educational Psychology in Social Context*. 2nd ed. Cape Town: Oxford South Africa.

Dreckmeyer, M., Maarschalk, J. & McFarlane, L.R. 1994. *Successful Physical Science Teaching: A guide for teachers and student teachers*. Pretoria: Kagiso.

Du Toit, G.F. 2010a. The student teacher and the teaching context. In Louw, L.P. & du Toit, E.R. (Eds). *Help: I'm a student teacher! Skills development for teaching practice*. Pretoria: Van Schaik.

Du Toit, G.F. 2010b. Planning your lesson. In Louw, L.P. & du Toit, E.R. (Eds). *Help: I'm a student teacher! Skills development for teaching practice*. Pretoria: Van Schaik.

Duit, R. & Treagust, D.F. 1998. Learning in Science - From Behaviorism Towards Social Constructivism and Beyond. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

English Academy of Southern Africa. 2010. CAPS IMPLEMENTATION DELAYED.

(<http://www.teachenglishtoday.org/index.php/2010/10/newsflash-caps-implementation-delayed/>)

Retrieved on 14 November 2010.

ERIC Digest. 1988. Critical Thinking Skills and Teacher Education. ERIC Digest 3-88.

(<http://www.ericdigests.org/pre-929/critical.htm>)

Retrieved on 24 June 2010.

Facione, P. A. 2010. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Millbrae: Measured Reasons and The California Academic Press.

Fairbrother, B. 1993. Problems in the assessment of scientific skills. In Edwards, D., Scanlon, E. & West, D. (Eds). *Teaching, Learning and Assessment in Science Education*. London: Paul Chapman Publishing.

Fakier, M. & Waghid, Y. 2004. On outcomes-based and creativity in South Africa. *International Journal of Special Education* 19(2):53-63.

Fensham, P.J. 1994. Beginning to Teach Chemistry. In Fensham, P., Gunstone, R., & White, R. (Eds). *The Content of Science: A Constructivist approach to its Teaching and Learning*. London: The Falmer Press.

Fisher, D. & Stolarchuk, E. 1998. The effect of using laptop computers on achievement, attitude to science and classroom environment in science.

(<http://www.waier.org.au/forums/1998/fisher.html>)

Retrieved on 8 July 2009.

Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. 2006. *How to design and evaluate research in education*. 6th ed. New York: McGraw-Hill.

Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). 1998. *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Fraser, B.J. n.d. Science Learning Environments: Assessment, Effects and Determinants.

(<http://surveylearning.moodle.com/cles/papers/Handbook98.htm>)

Retrieved on 15 March 2008.

Fraser, W.J., Loubser, C.P. & Van Rooy, M.P. 1993. *Didactics for the Undergraduate Student*. Durban: Butterworths.

Friedman, T.L. 2006. *The World is Flat: The Globalized World in the Twenty-first Century*. London: Penguin Books.

Fung, A. 1995. Management of Educational Innovations: The 'Six-A' Process Model. In Kam-Cheung, W & Kai-Ming, C. (Eds). *Educational Leadership and Change: An International Perspective*. Hong Kong: University Press.

Garson, G.D. 2011a. Scales and Standard Measures.
(<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765?standard.htm>)
Retrieved on 13 March 2011.

Garson, G.D. 2011b. Reliability Analysis.
(<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765?reliab.htm>)
Retrieved on 13 March 2011.

Gatt, I. 2009. Changing Perceptions, Practice and Pedagogy: Challenges for and Ways Into Teacher Change. *Journal of Transformative Education* 7(2):164-184.

Gerlič, I. 2010. Challenges of Advanced Technologies and School of the Future. *Organizacija* 43(1):49-53.

Giddings, G.J., Hofstein, A. & Lunetta, V. 1991. Assessment and evaluation in the science laboratory. In Woolnough, B.E. (Ed.). *Practical Science: The role and reality of practical work in school science*. Philadelphia: Open University Press.

Gilbert, J.K. & Boulter, C.J. 1998. Learning in Science Through Models and Modelling. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Gorard, S. 2001. *Quantitative Methods in Educational Research*. London and New York: Continuum.

Graesser, A.C., Person, N., Lu, Z., Jeon, M.G. & McDaniel, B. 2005. LEARNING WHILE HOLDING A CONVERSATION WITH A COMPUTER. In PyllikZillig, L.M., Bodvarsson, M. & Bruning, R. (Eds). *TECHNOLOGY-BASED EDUCATION: Bringing Researchers and Practitioners Together*. Greenwich: Information Age Publishing.

Granger, C., Morbey, M., Lotherington, H., Owston, R. & Wideman, H. 2002. Factors contributing to teachers' successful implementation of IT. *Journal of Computer Assisted Learning*. 18(4):480-488.

Gunstone, R. 1994. The Importance of Specific Science Content in the Enhancement of Metacognition. In Fensham, P., Gunstone, R., & White, R. (Eds). *The Content of Science: A Constructivist approach to its Teaching and Learning*. London: The Falmer Press.

Gunter, M.A., Estes, T.H. & Schwab, J. 1995. *Instruction: A Models Approach*. Boston: Allyn & Bacon.

Halliday, J. 2000. Critical thinking and the academic vocational divide. *The Curriculum Journal* 11(2):159-175.

Hargreaves, D. 2000. Knowledge Management in the Learning Society. (Paper presented at the Forum of OECD Education Ministers in Copenhagen on 13 and 14 March.) Copenhagen.

Hennesy, S. 2006. Integrating Technology into Teaching and Learning of School Science: a Situated perspective on Pedagogical Issues in Research. *Studies in Science Education* 42:1-40.

Hlophe, S. 2000. Further Education and Training Curriculum Transformation. In Hoppers, C.O., Mokgatle, M., Maluleke, M., Zuma, S., Hlope, S., Crouch, L., Lombard, C., Lolwana, P. & Makhene, M. *The Further Education and Training Implementation Handbook : from Policy to Practice*. Cape Town : Juta.

Hodson, D. 1993. Teaching and learning about science: considerations in the philosophy and sociology of science. In Edwards, D., Scanlon, E. & West, D. (Eds). *Teaching, Learning and Assessment in Science Education*. London: Paul Chapman Publishing.

Hodson, D. 1998. *Teaching and Learning Science: Towards a personalized approach*. Philadelphia: Open University Press.

Howie, S.J. 2001. *Mathematics and Science Performance in grade 8 in South Africa 1998/1999: TIMMS-R 1999 South Africa*. Pretoria: Human Sciences Research Council.

Huysamen, G.K. 1986. *Inferensïële Statistiek en Navorsingsontwerp: 'n Inleiding*. 4^{de} uitgawe. Pretoria: Academica.

Irons, A. 2008. *Enhancing Learning through Formative Assessment and Feedback*. London and New York: Routledge.

Jacobs, M. 2004. Curriculum design. In Jacobs, M., Nqabomzi, G. & Vakalisa, N. (Eds). *Teaching-Learning Dynamics: a participative approach for OBE*. Johannesburg: Heinemann Publishers.

Jacobs, S. Gibson, K., Labuschagne, E., Macmillan, P., Noomé, C., Stoffberg, K & Wassermann, U. 2007. *A textbook for Information Technology. Computers, part of your life part 2*. Dorandia: MC Printers.

Jacobs, S., Gibson, K., Labuschagne, E., Macmillan, P., Noomé, C., Stoffberg, K & Wassermann, U. 2006. *A textbook for Information Technology. Computers, part of your life part 1*. Dorandia: MC Printers.

Jacobson, W.J. & Bergman, A.B. 1980. *Science for Children: A Book for Teachers*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Jansen, J.D. 2007. The language of research. In Maree, K. (Ed.). *First steps in research*. Pretoria: Van Schaik.

Johansson, P. & Gärdenfors, P. 2005: Introduction to Cognition, Education, and Communication Technology. In Gärdenfors, P. & Johansson, P. (Eds). *Introduction to Cognition, Education, and Communication Technology*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.

Johnstone, A.H. 1993. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. In Edwards, D., Scanlon, E. & West, D. (Eds). *Teaching, Learning and Assessment in Science Education*. London: Paul Chapman Publishing.

Jonassen, D.H. 2000. *Computers as Mindtools for Schools: Engaging Critical Thinking*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall.

Kane, S. n.d. Generation Y.

(<http://legalcareers.about.com/od/practicetips/a/GenerationY.htm>)

Retrieved on 26 April 2010.

Kaufman, D. 2004. Constructivist Issues in Language Learning and Teaching. *Annual Review of Applied Linguistics* (24):303-319.

Killen, R. 2000a. *Teaching Strategies for Outcomes-based Education*. Lansdowne: JUTA.

Killen, R. 2000b. Outcomes- based education: Principles and possibilities. (Unpublished manuscript.) University of Newcastle, Newcastle.

Kinyanjui, P. 2005. e-School initiative of the New Partnership for Africa's Development (Nepad). (Speech at the Youth into Science Strategy conference held at the Birchwood Hotel in Boksburg on 25 and 26 October 2005.)

Knight, C., Knight, B.A. & Teghe, D. 2006. Releasing the pedagogical power of information and communication technology for learners: A case study. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)* 2(2):27-34.

Knight, P., Pennant, J. and Piggott, J. 2005. The power of the Interactive Whiteboard. *Micro Math* 21(2):11-15.

Kulik, J. 2003. Effects of using instructional technology in elementary and secondary schools: What controlled evaluation studies say.

(http://www.sri.com/policy/csted/reports/sandt/it/Kulik_ITinK-12_Main_Report.pdf)

Retrieved on 9 July 2009.

Lambert, S. & Williams, R. 1999. A model for selecting educational technologies to improve student learning. (Paper presented at the HERDSA Annual International Conference in Melbourne from 12 to 15 July.) Flinders University of South Australia, Adelaide.

Lamm, Z. 1991. Factors Affecting Curriculum: Educational Ideologies. In Lewy, A. (Ed.). *The International Encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon Press.

Laplante, B. 1997. Teaching Science to Language Minority Students in Elementary Classrooms. *NYSABE Journal* 12: 62-83.

Lauer, A.P. 2006. *An Education Research Primer: How to Understand, Evaluate, and Use it*. San Francisco: Jossey-Bass.

Lee, K. 2002. Effective Teaching in the Information Era: Fostering an ICT-based Integrated Learning Environment in Schools. *Asian Pacific Journal of Teacher Education and Development* 5 (1), 21-45.

Lemke, J.L. 1990. *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.

Lemmer, E.M. & Badenhorst, D.C. 1997. *Introduction to Education for South African Teachers: An orientation to Teaching Practice*. Cape Town: Juta.

Lim, C.P. 2002. A theoretical framework for the study of ICT in schools: a proposal. *British Journal of Educational Technology*. 33(4):411-421.

Linn, M.C. 1998. The Impact of Technology on Science Instruction: Historical Trends and Current opportunities. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Lunetta, V.N. 1998. The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Magadla, L. 1996. Constructivism: a practioner's perspective. *South African Journal of Higher Education* 10(1): 83-88.

Malan, B. 1997. *Excellence through outcomes*. Pretoria: Kagiso.

Malan, S.P.T. 2000. The 'new paradigm' of outcomes- based education in perspective. *Tydskrif vir Gesinsekologie en Verbruikerswetenskappe* 28:22-28.

Male, M. 1994. Cooperative Learning and Computers. In Sharan, S. (Ed.). *Handbook of Cooperative Learning Methods*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.

Maree, K. & Pietersen, J. 2007a. Surveys and the use of questionnaires. In Maree, K. (Ed.). *First steps in research*. Pretoria: Van Schaik.

Maree, K. & Pietersen, J. 2007b. The quantitative research process. In Maree, K. (Ed.). *First steps in research*. Pretoria: Van Schaik.

Maree, K. & Van der Westhuizen, C. 2007. Planning a research proposal. In Maree, K. (Ed.). *First steps in research*. Pretoria: Van Schaik.

Mayer, M. 1996b. Is it Constructivism?

(<http://www.sedl.org/pubs/sedletter/v09n03/construct.html>)

Retrieved on 2 September 2009.

Mayer, R.E. 1996a. Feedback in Learning. In de Corte, E. & Weinart, F.E. (Eds). *International Encyclopedia of Developmental and Instructional Psychology*. Pergamon: Oxford.

McFarlane, A.E. & Friedler, Y. 1998. Where You Want IT, When You Want IT: The Role of Portable Computers in Science Education. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

McPeck, J.E. 1990. *Teaching Critical Thinking*. London: Routledge, Chapman and Hall, Inc.

Medley, D.G. 1982. *An Introduction to Mechanics and Modelling*. London: Heinemann Educational Books.

Met, M. n.d. Content-Based Instruction: Defining Terms, Making Decisions.

(<http://www.carla.umn.edu/cobaltt/modules/principles/decisions.html>)

Retrieved on 12 July 2006.

Michael, K.Y. 2001. The Effect of a Computer Simulation Activity Versus a Hands-on Activity on Product Creativity in Technology Education. *Journal of Technology Education*, 13:31-43.

Millar, R. 1991. A means to an end: the role of processes in science education. In Woolnough, B.E. (Ed.). *Practical Science: The role and reality of practical work in school science*. Philadelphia: Open University Press.

Mock, K., Hammond, T. & Van Mantgem, M 2008. From Convertibles to Slates: More than a notebook. In Van Mantgem, M. (Ed.). 2008. *Tablet PCs in K-12 Education*. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education.

Moreno, R. 2005. INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY: Promise and Pitfalls. In PyllickZillig, L.M., Bodvarsson, M. & Bruning, R. (Eds). *TECHNOLOGY-BASED EDUCATION: Bringing Researchers and Practitioners Together*. Greenwich: Information Age Publishing.

Mostert, M. 2000. ICT's to enhance teaching and learning in higher education: A survey of teaching staff at Rhodes University. (Unpublished M.Ed. mini-dissertation.) University of Pretoria, Pretoria.

Mouton, J. & Marais, H.C. 1998. *Basiese Begrippe: metodologie van die geesteswetenskappe*. Hersiene uitgawe. Pretoria: RGN-Uitgewers.

Muijs, D. 2004. *Doing quantitative research in education with SPSS*. London: SAGE Publications.

Muijs, D. & Reynolds, D. 2006. *Effective teaching: evidence and practice*. 2nd ed. London: SAGE Publications.

Murphy, E. 1997. *Constructivism: From Philosophy to Practice*.

(<http://www.ucs.mun.ca/~emurphy/stemnet/cle3.html>)

Retrieved on 2 September 2008.

Neuman, W.L. 2006. *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. 6th ed. Boston: Allyn & Bacon.

Newby, T.J., Stepich, D.A., Lehman, J.D. & Russell, J.D. 1996. *Instructional Technology for Teaching and Learning*. New Jersey. Prentice-Hall.

Newhouse, C.P. 2002. *Literature review: The Impact of ICT on Learning and Teaching*. Perth: Specialist Educational Services.

Nieuwenhuis, J. 2007. Introducing qualitative research. In Maree, K. (Ed.). *First steps in research*. Pretoria: Van Schaik.

OECD, 2008. Reviews of National Policies for Education: South-Africa. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Paris: OECD Publishing.

Oppenheim, A.N. 1998. *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement: New Edition*. London: Cassell.

Ormrod, J. 1995. *Educational psychology: Principles and application*. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall.

Paine, D.M. 2005. *Instructional Leadership Regarding Curriculum 2005*. (Unpublished Ph.D. thesis.). University of the Free State, Bloemfontein.

Pallant, J. 2007. *SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using SPSS for Windows*. 3rd ed. Maidenhead: McGraw Hill.

Paul, R.W. 2004. *Critical thinking: what every person needs to survive in a rapidly changing world*. California: Sonomata State University, Center for Critical Thinking.

Pearlman, B. 2010. Students Thrive on Cooperation and Problem Solving.
(<http://www.edutopia.org/new-skills-new-century>)

Retrieved on 26 May 2011.

Picciano, A.G. 2004. *Educational Research Primer*. London: Continuum.

Pietersen, J. & Maree, K 2007a. Overview of statistical techniques. In Maree, K. (Ed.).
First steps in research. Pretoria: Van Schaik.

Pietersen, J. & Maree, K 2007b. Standardisation of a questionnaire. In Maree, K. (Ed.).
First steps in research. Pretoria: Van Schaik.

Pretorius, F. 1998. *Outcomes-based Education in South Africa*. Randburg: Hodder & Stoughton.

Pretorius, J.L. 1982. *Opvoedkundige Sielkunde*. Goodwood: NASOU.

Rapport, 2004. A-B-C en klaar, sê minister. 27 Junie:4.

Rapport, 2007. Kritiese denke is noodsaaklik. 8 Julie:i.

Rapport, 2008. Generasie Y doen dinge anders. 30 Maart:iii.

Rapport Loopbane, 2008. Moeilike tyd verg kreatiewe denke. 12 Oktober:1.

Reynolds, K.E. & Barba, R.H. 1996. *Technology for the Teaching and Learning of Science*. Massachusetts: Allyn & Bacon.

Roblyer, M.D., Edwards, J. & Havriluk, M.A. 1997: *Integrating educational technology into teaching*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.

Rosenthal, J.W. 1996. *Teaching Science to Language Minority Students*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 1995. *White Paper on education and training*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 1997. *Curriculum 2005: South African education for the 21st century*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2002a. *Revised National Curriculum Statement Grades R-9 (Schools): Overview*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2002b. *Revised National Curriculum Statement Grades R-9 (Schools): Overview. Natural Sciences*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2003a. *Further Education and Training Branch: Phasing OBE into FET: Frequently asked Questions*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2003b. *Phasing OBE into FET: Managing the Transition (2002-2008)*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2003c. *South African Curriculum for the twentieth century: Report of the Review Committee on Curriculum 2005. Presented to the Minister of Education, Prof Kader Asmal*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2003d. *National Curriculum Statement Grades 10-12: Physical Sciences: General*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2003e. *National Curriculum Statement Grades 10-12: Overview*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2004a. *Systemic Evaluation Intermediate Phase Grade 6 2004 Main Survey*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2004b. *White Paper on e-Education: Transforming Learning and Teaching through Information and Communication Technologies (ICT's)*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2005a. *Grade 6: Intermediate Phase Systemic Evaluation Report*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2005b. *Physical Sciences Learning Programmes Guidelines for FET*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2005c. *Grade 6: Intermediate Phase Systemic Evaluation: Free State Province*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2006. *National Curriculum Statement Grades 10 - 12 (General): Physical Science Content June 2006*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2007a. *National Curriculum Statement Grades 10-12 (General): Subject Assessment Guidelines: Physical Sciences January 2007*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2007b. *National Curriculum Statement Grades 10-12 (General): Learning Programme Guidelines: Physical Sciences January 2007*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2009a. *Curriculum News: Improving the quality of learning and teaching: Planning for 2010 and beyond*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2009b. *Report of the Task Team for the Review of the Implementation of the National Curriculum Statement*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2010a. *Curriculum News: Improving the quality of learning and teaching. May 2010*. Pretoria: Department of Education.

RSA DoE (Republic of South Africa Department of Education). 2010b. *Curriculum and Assessment Policy Statement (CAPS): Physical Sciences: Final Draft*. Pretoria: Department of Education.

RSA WKOD (Republiek van Suid-Afrika Wes-Kaapse Onderwysdepartement). 2006. *Riglyne vir IKT-integrasie by NKV-vakke in Graad 10-12*. Kaapstad: Wes-Kaapse Onderwysdepartement.

Scaife, J. & Wellington, J. 1993. *Information Technology in Science and Technology Education*. Suffolk: St Edmundsbury Press.

Scaife, J. 2003. Learning in science. In Wellington, J. *Teaching and Learning Secondary Science: Contemporary issues and practical approaches*. 3^d ed. London: Routledge.

Schafersman, D.S. 1991. An introduction to Critical Thinking.

(<http://www.freeinquiry.com/critical-thinking.html>)

Retrieved on 19 February 2010.

Schecker, H.P. 1998. Integration of Experimenting and Modelling by Advanced Educational Technology: Examples from Nuclear Physics. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Seaton, A. 2002. *The power of reform, or the reform of power?: Issues at the learning edge*, Australian Council for Educational Administration (ACEA) and Learning Environment.

Seopa, M.P., Laugksch, R.C., Aldridge, J.M. & Fraser, B.J. 2003. *Development of an instrument to Monitor the Success of Outcomes-Based Learning Environments in Science Classrooms in South Africa*. (Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL, during 21 to 25 April.) University of Cape Town, Cape Town.

Shuters, 2004. *Outcomes Based Education Explained*.

(<http://www.shuter.co.za/obe.htm>)

Retrieved on 14 October 2006.

Simon, S. 2008. *What's a good value for Cronbach's Alpha?*

(<http://www.childrens-mercy.org/stats/weblog2004/CronbachAlpha.asp>)

Retrieved on 13 March 2011.

Smith, P. (Ed.). 2011. *Classroom Assessment: Principles and practice for effective standards-based instruction*. 5th ed. Boston: Allyn & Bacon.

Somekh, B. 1997. *Classroom Investigations: exploring and evaluating how IT can support learning*. In Somekh, B. & Davis, N.E. (Eds). *Using IT effectively in teaching and learning: studies in pre-service and in-service teacher education*. London and New York: Routledge.

Spady, B. 2008b. OBE Lessons from SA.

(<http://www.theteacher.co.za/article/obe-lessons-from-sa>)

Retrieved on 14 October 2008.

Spady, W. & Schlebush, A. 1999. *Curriculum 2005: A guide for Parents*. Cape Town: Tafelberg Publishers.

Spady, W. 2004. Using the SAQA Critical Outcomes to empower learners and transform education. *Perspectives in Education*. Vol 22(2)

Spady, W. 1994. *Outcomes-Based education: Critical issues and answers*. Arlington, VA: American Association of School Administrators.

Spady, W. 2008a. Dis genoeg: Maak 'n einde aan die verwarring oor Uitkomsgerigte Onderwys in Suid-Afrika. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 27(1):17-29.

Steyn, A.G.W., Smit, C.F., Du Toit, S.H.C. & Strasheim, C. 2005. *MODERNE STATISTIEK VIR DIE PRAKTYK*. Pretoria: J.L. Van Schaik.

Steyn, P. & Wilkinson, A. 1998. Understanding the theoretical assumptions of outcomes-based education as a condition for meaningful implementation. *South African Journal of Education* 18(4): 203-208.

Sticht, T.G. n.d. The Theory Behind Content-Based instruction.

(<http://www.ncsall.net/?id=433>)

Retrieved on 12 July 2006.

Tanner, D. & Tanner, L. 1995. *Curriculum Development: Theory into Practice*. 3rd ed. Prentice-Hall: New Jersey.

Tanner, L.N. 1991. Factors Affecting Curriculum: Educational Psychology. In Lewy, A. (Ed.). *The International Encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon Press.

Taylor, P.C., Fraser, B.J. & White, L.R. 1994. *CLES: An instrument for monitoring the development of constructivist learning environments*. (Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, April.) Curtin University, Perth.

Tell, C. 2000. Understanding Youth Culture: Generation what? Connecting with Today's Youth. *Educational Leadership* 57(4):8-13.

The CEO Forum: School Technology and Readiness Report: Key Building Blocks for Student Achievement in the 21st Century. 2001. Washington: CEO Forum on Education & Technology.

Tinio, V.L. n.d. ICT in Education.

(<http://www.apdip.net/publications/iespprimers/eprimer-edu.pdf>)

Retrieved on 26 May 2010.

Tobin, K. & Garnett, P. 1993. Exemplary practice in science classrooms. In Edwards, D., Scanlon, E. & West, D. (Eds). *Teaching, Learning and Assessment in Science Education*. London: Paul Chapman Publishing.

Tobin, K. 1998. Issues and Trends in the Teaching of Science. In Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Toh, K. 1991. Factors affecting success in science investigations. In Woolnough, B. (Ed.). *Practical Science: The role and reality of practical work in school science*. Philadelphia: Open University Press.

Umalusi 2007. Umalusi Technical Report: If I were Minister of Education. Pretoria: Umalusi.

Umalusi 2009. From NATED 550 to the new National Curriculum: maintaining standards in 2008. Pretoria: Umalusi.

University of Colorado Science Education Initiative and UBC's Carl Wieman Science Education Initiative. n.d. An instructor's guide to the effective use of personal response systems ("clickers") in teaching.

(http://www.skylight.science.ubc.ca/~skylight/PRS_Instructor_Guide.pdf)

Retrieved on 9 February 2010.

Van der Horst, H. & McDonald, R. 1997. *OBE: Outcomes-based Education. A Teacher's Manual*. Pretoria: Kagiso.

Van Tonder, S.P. 2000. Die toepasbaarheid van kurrikulum 2005 as 'n uitkomsgerigte onderwysmodel in Vrystaatse Primêre skole: 'n kurrikulumteoretiese perspektief. (ongepubliseerde Ph.D. proefskrif.) Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.

Vanides, J. 2009. Re-Imagining the Classroom. Innovations from the HP Technology for Teaching Initiative.

(PowerPoint presentation presented at the HP Technology for Teaching Worldwide Higher Education Conference: "What I've learned in 5 years" held at the Estancia La Jolla Hotel in San Diego, California (USA) on 22, 23 and 24 February 2009).

Vernier. 2006. *Data-collection technology: computers and handhelds*. (Catalogue). Sarasota, USA

Watts, M. 1994. Constructivism, Re-constructivism and Task-orientated Problem-solving. In Fensham, P., Gunstone, R., & White, R. (Eds). *The Content of Science: A Constructivist approach to its Teaching and Learning*. London: The Falmer Press.

Wellington, J. 2003. *Teaching and Learning Secondary Science: Contemporary issues and practical approaches*. 3rd ed. London. Routledge.

Wilkinson, A.C. 1997. *'n Ondersoekende, tegnologie-verrykte benadering tot effektiewe onderrig en leer in 'n uitkomsgerigte model vir natuurwetenskaponderwys*. (Ongepubliseerde Ph.D. proefskrif.). Universiteit van die Oranje Vrystaat, Bloemfontein.

Wilson, M. & Sapsford, R. J. 2006. Asking Questions. In Sapsford, R. & Jupp, V. (Eds). *Data Collection and Analysis*. 2nd ed. London: SAGE.

Woerner, J. Rivers, H. & Vockell, E.L. 1991. *The Computer in the Science Curriculum*. New York. McGraw-Hill.

Your Child. 2008. Learning Styles. June:16-20.

Zhao, Y., Pugh, K., Sheldon, S. & Byers, J. 2005. Conditions for classroom technology innovations.

(<http://caret.iste.org/index.cfm?StudyID=415&fuseaction=studySummary>)

Retrieved on 9 July 2009.

Bylaag A

UNIVERSITEIT VAN DIE VRYSTAAT
UNIVERSITY OF THE FREE STATE
YUNIVESITHI YA FREISTATA

Sentrum vir Onderwysontwikkeling (waarby ingelyf NIOB)
Centre for Education Development (whereby incorporated RIEP)
Fakulteit Geesteswetenskappe / Faculty of the Humanities



22 June 2010



ICT Laboratory

e-Education in Science and Mathematics

THE DIRECTOR
QUALITY ASSURANCE
ROOM 401, SYFRETS BUILDING
PRIVATE BAG X20565
BLOEMFONTEIN
9301

Dear Sir/Madam

REGISTRATION OF RESEARCH PROJECT

The ICT Laboratory at the Centre for Education Development (CED), University of the Free State (UFS), focuses on e-education in Science and Mathematics. By utilizing the advantages of PC tablet technology and other ICT's (Information and Communication Technologies) to support and enhance effective teaching and learning methodology, it is envisaged to impact on learners' understanding of science principles.

Since the launch of the facility, Physical Sciences learners from Free State schools have been invited to attend carefully planned, curriculum related ICT Laboratory sessions.

I am also registered for a PhD degree at the UFS and as part of the requirements for my degree I need to **conduct a research project on the learning environment, established in the laboratory**. The title of my research is: **"An e-Education based approach in the implementation of the National Curriculum Statement for Physical Sciences – a didactical perspective"**

Data collection, regarding the learning environment in the facility, will be in the form of questionnaires and will be completed by learners from schools which are attending the sessions. All responses will be treated confidentially and solely for the permission of this research.

I Hope you will consider my request favourably.

Yours faithfully

Mr Cobus van Breda

Centre for Education Development (CED), UFS

P.O. Box 339, Bloemfontein, 9300

Cell: 072 240 0613 ; Tel : +27 51 401 9110 ; Fax : +27 51 444 6627

E-mail : vbredaj@ufs.ac.za



Bylaag B



education

Department of
Education
FREE STATE PROVINCE

Enquiries: Malimane IM
Reference: 16/4/1/28-2010

Tel: 051 404 8662
Fax: 051 447 7318
E-mail: malimane@edu.fs.gov.za

2010 – 06 – 22

Mr. J VAN BREDA
UNIVERSITY OF THE FREE STATE

Dear Mr. Van Breda

REGISTRATION OF RESEARCH PROJECT

1. This letter is in reply to your application for the registration of your research project.
2. Research topic: **An e-Education based approach in the implementation of the National Curriculum Statements for Physical Sciences – a didactical perspective.**
3. Your research project has been registered with the Free State Education Department.
4. Approval is granted under the following conditions:-
 - 4.1 Learners participate voluntarily in the project.
 - 4.2 The names of the participants and the schools involved remain confidential.
 - 4.3 The questionnaires are completed and the interviews are conducted outside normal tuition time.
 - 4.4 This letter is shown to all participating persons.
 - 4.5 A bound copy of the report and a summary on a computer disc on this study is donated to the Free State Department of Education.
 - 4.6 Findings and recommendations are presented to relevant officials in the Department.
5. The costs relating to all the conditions mentioned above are your own responsibility.
6. **You are requested to confirm acceptance of the above conditions in writing to:**

The Head: Education, for attention: DIRECTOR : QUALITY ASSURANCE
Room 401, Syfrets Building, Private Bag X20565, BLOEMFONTEIN, 9301

We wish you every success with your research.

Yours sincerely



FR SELLO
DIRECTOR: QUALITY ASSURANCE

Directorate: Quality Assurance, Private Bag X20565, Bloemfontein, 9300
Syfrets Center, 65 Maitland Street, Bloemfontein
Tel: 051 404 8750 / Fax: 051 447 7318 E-mail: quality@edu.fs.gov.za

Bylaag C

UNIVERSITEIT VAN DIE VRYSTAAT
UNIVERSITY OF THE FREE STATE
YUNIVESITHI YA FREISTATA

Sentrum vir Onderwysontwikkeling (waarby ingelyf NIOB)
Centre for Education Development (whereby incorporated RIEP)
Fakulteit Geesteswetenskappe / Faculty of the Humanities



22 June 2010



The Principal

Dear Sir/Madam

INVITATION TO PARTICIPATE IN THE “e-Education in Science and Mathematics” PROJECT

The Centre for Education Development (CED), at the University of the Free State, established a computerised science laboratory in the Education Building at the start of 2005. Since then more than 2000 learners and 500 educators participated in the ICT Laboratory sessions.

The purpose of the so-called “ICT Laboratory” is to introduce learners to the latest technology used by engineers and other scientists in practice on the one hand, but on the other hand to stimulate the learner’s interest in the field of science in such a manner that more of them will enter into science related careers (including Mathematics and Science Teachers).

In order to accomplish this objective, learners conduct experiments, based on their schoolwork. The fact that staff members of the University act as facilitators, the approach of learner centeredness as well worksheets provided and completed by the learners, enables the subject teacher to use the laboratory session as an opportunity to assess the skills of the learners, as required by the National Curriculum Statement. Learners can also add the printed computerised results and worksheets to their portfolios.



☎339, Bloemfontein, 9300 ☎+27(0)51 401 2636 ☎+27(0) 51 444 6627, Republic of South Africa / Republiek van Suid-Afrika
✉vdlindhj.hum@ufs.ac.za, Web adres/Website: www.ufs.ac.za/CED

UNIVERSITEIT VAN DIE VRYSTAAT
UNIVERSITY OF THE FREE STATE
YUNIVESITHI YA FREISTATA

Sentrum vir Onderwysontwikkeling (waarby ingelyf NIOB)
Centre for Education Development (whereby incorporated RIEP)
Fakulteit Geesteswetenskappe / Faculty of the Humanities



As there are six computer workstations available for the activities, it makes it possible to keep the individual learner involved in the group activities. The convenience for the subject teacher lies in the fact that the ICT Laboratory staff handles all the fuss and bother, usually associated with experimental work.

Your school visited the ICT Laboratory in the past on a regular basis and has been identified as one of the schools to be invited by the CED to engage in a fixed programme of laboratory sessions. The CED will also consider a small contribution towards travelling costs.

A **research project on the learning environment, established in the laboratory**, will also be conducted. The topic of the research is:

“An e-Education based approach in the implementation of the National Curriculum Statement for Physical Sciences – a didactical perspective”

Data collection, regarding the learning environment in the facility, will be in the form of questionnaires and will be completed by learners from schools which are attending the sessions. All responses will be treated confidentially and solely for the permission of this research.

Yours faithfully


Mr Cobus van Breda | Project Manager
Centre for Education Development (CED), UFS
P.O. Box 339, Bloemfontein, 9300
Tel : +27 51 401 9110 ; Fax : +27 51 444 6627
E-mail : vbredaj@ufs.ac.za



☎339, Bloemfontein, 9300 ☎+27(0)51 401 2636 ☎+27(0) 51 444 6627, Republic of South Africa / Republiek van Suid-Afrika
✉vdlindhj.hum@ufs.ac.za, Web address/Website: <http://www.uovs.ac.za/faculties/humanities/niob/default.htm>

Bylaag E



ICT Laboratory

e-Education in Science and Mathematics



MALE

FEMALE

QUESTIONNAIRE TO GRADE 12 LEARNERS REGARDING THEIR EXPERIENCE OF THE CLASSROOM ENVIRONMENT IN THE COMPUTERISED SCIENCE LABORATORY AT THE UNIVERSITY OF THE FREE STATE.

The questionnaire consists of five sections:

- Section A: Personal information and general information
- Section B: Home environment
- Section C: School environment
- Section D: Computerised Science Laboratory environment

General information to complete this questionnaire

1. This questionnaire consists of 13 pages. It will take you about 30 minutes to complete.
2. Your responses will be used for research purposes. Your identity and the identity of your school will not be made available to any one else than the researcher. Your responses and the analysing thereof will be confidential. The purpose of the questionnaire is not to evaluate you or your school.
3. The purpose of the research can only be achieved with your friendly, honest, accurate and thorough completion of the questionnaire.

THANK YOU FOR YOUR FRIENDLY CO-OPERATION

SECTION A: PERSONAL INFORMATION AND GENERAL INFORMATION

Read through the questions and **circle the answer you select**. It is important to take note of the fact that there are **no "right" or "wrong" answers**.

1. I am able to use a computer confidently :

Agree	Not sure	Disagree
-------	----------	----------

2. Regarding the use of a cell phone I know how to:
(Circle the relevant box of each of the following)

2.1	Make and take calls	YES	NO
2.2	Send and read sms's	YES	NO
2.3	Use a cell phone camera to take pictures	YES	NO
2.4	Use the calculator of the cell phone	YES	NO
2.5	Go onto the internet via the cell phone	YES	NO
2.6	Download music and/or pictures	YES	NO
2.7	Send or receive data from a cell phone to a computer	YES	NO

SECTION B: HOME ENVIRONMENT

The aim of this section is to obtain information regarding the environment where you stay during the week when you attend school. Read through the questions and **circle the answer you select**.

1. Where do you stay during the week when you attend school?
(Circle **only one** of the options)

Stay on my own	1
Stay with friends or family	2
Private lodging	3
Hostel	4
Parents or guardians	5

2. Which of the following are available at the place where you stay during the week when you attend school?
(Circle the relevant box of each of the following)

		Available	Not available
2.1	Electricity (mains, solar, generator)	1	2
2.2	Tap water	1	2
2.3	Flush toilet	1	2

3. Which of the following resources are available at the place where you stay during the week when you attend school?
(Circle the relevant box of each of the following)

		Available	Not available
3.1	Television	1	2
3.2	Telephone / Cell phone	1	2
3.3	Radio	1	2
3.4	Magazines	1	2
3.5	Video cassette recorder (VCR) / DVD	1	2
3.6	CD player	1	2
3.7	Computer	1	2
3.8	Daily newspaper	1	2

4. The floor of the place where you stay during the week when you attend school is made of ...
(Please circle **only one** box)

Mud or soil	1
Planks or other wood	2
Bricks or stones	3
Cement or wooden board	4
Tiles	5

5. The wall of the place where you stay during the week when you attend school is made of ...
(Please circle **only one** box)

Grass	1
Mud	2
Wood	3
Cardboard	4
Plastic	5
Corrugated iron sheets (zinc)	6
Asbestos sheet	7
Stone	8
Brick (cement)	9

6. The roof of the place where you stay during the week when you attend school is made of ...
(Please circle **only one** box)

Grass	1
Wood	2
Plastic	3
Asbestos sheet	4
Cement	5
Corrugated iron sheets (zinc)	6
Tiles	7

7. How many books are in the place where you stay during the week when you attend school?
(Please circle **only one** box)

No books	1
From 1 to 10 books	2
More than 10 books	3

8. Do you or your parents (guardians) own any of the following items / assets?
(Please circle the appropriate box for each item)

	Item	Yes	No
8.1	Car	1	2
8.2	Motor bike	1	2
8.3	Bicycle	1	2
8.4	Refrigerator	1	2
8.5	Livestock (cattle, sheep, etc)	1	2
8.6	Telephone (landline)	1	2
8.7	Cell phone	1	2
8.8	Fixed assets (land, buildings, etc)	1	2

SECTION C: SCHOOL ENVIRONMENT

The aim of this section is to obtain information regarding your school environment. Read through the statements and **circle the answer you select**.

1. How often does the following occur **AT YOUR SCHOOL?**

		Never	Seldom	Often	Most of the time	Always
1.1	The teacher uses English to teach us Physical Sciences.	1	2	3	4	5
1.2	The teacher uses my home language to teach us Physical Sciences.	1	2	3	4	5
1.3	I discuss Physical Sciences with other learners in English	1	2	3	4	5
1.4	I use my home language when I discuss Physical Sciences with others	1	2	3	4	5
1.5	It is difficult for me to express my thoughts in pure subject language	1	2	3	4	5

2. We have computers at our school which learners can use

Yes	No
-----	----

If your answer in 2 is yes, then read through the next statements and **circle the answer you select**.

		Never	Seldom	Often	Most of the time	Always
2.1	We use the computers at our school for Physical Sciences related activities	1	2	3	4	5
2.2	We use the computers at our school for other school related work	1	2	3	4	5

SECTION D: COMPUTERISED SCIENCE LABORATORY ENVIRONMENT

The following are statements about practices which took place in the Computerised Science Laboratory at the University of the Free State. You will be asked how often each practice took place.

Again there is **no “right” or “wrong” answers**. Your opinion is what is wanted. Think about how well each statement describes what this class was like for you.

THE INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGY (ICT) ENVIRONMENT

	My experience regarding the Personal Remote System (PRS)	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
1	It was difficult for me to use the PRS	1	2	3	4	5
2	I found the PRS exciting to work with	1	2	3	4	5
3	I was actively involved during the use of the PRS	1	2	3	4	5
4	I gained self-confidence by using the PRS system	1	2	3	4	5
5	The use of the PRS forced me to think deeply about the work.	1	2	3	4	5
6	The feedback from the PRS helped me to assess my own knowledge	1	2	3	4	5
7	The immediate feedback from the PRS is better for my own learning than feedback which comes a long time afterwards	1	2	3	4	5

	My experience regarding the Data logging system	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
8	It was difficult for me to use the data logging system	1	2	3	4	5
9	I found the data logging system exciting to work with	1	2	3	4	5
10	I was actively involved during the use of the data logging system	1	2	3	4	5
11	I gained self-confidence by using the data logging system	1	2	3	4	5
12	The use of the data logging system forced me to think deeply about the results of the activity.	1	2	3	4	5
13	The feedback from the data logging system helped me to evaluate my own knowledge	1	2	3	4	5
14	The immediate feedback from the data logging system is better for my own learning than feedback which comes a long time afterwards	1	2	3	4	5
15	I would rather capture data the conventional way than with the data logging system	1	2	3	4	5
16	The results captured by the data logging system lead to group discussions	1	2	3	4	5
17	I have a better understanding of the graphs and results because of the use of the data logging system	1	2	3	4	5

	My experience regarding the Internet	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
18	It was difficult for me to use the internet	1	2	3	4	5
19	I found the internet exciting to work with	1	2	3	4	5
20	I was actively involved during the use of the internet	1	2	3	4	5
21	I gained self-confidence by using the internet	1	2	3	4	5
22	I prefer the internet to books, when seeking for information	1	2	3	4	5

	My experience regarding the Interactive White Board (IWB)	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
23	I found the IWB exciting	1	2	3	4	5
24	I prefer that the facilitator rather use chalk and the blackboard	1	2	3	4	5
25	The use of the IWB forced me to think deeply about the work.	1	2	3	4	5
26	I is easier for me to follow explanations on the IWB than on the blackboard	1	2	3	4	5

THE CLASSROOM ENVIRONMENT

	A. KNOWLEDGE CONSTRUCTION	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
27	The focus was on understanding the work	1	2	3	4	5
28	The focus was on remembering a lot of facts	1	2	3	4	5
29	The results obtained from the activities helped me to understand the work better	1	2	3	4	5
30	I've been asked to write down feedback on what I've learnt	1	2	3	4	5
31	There were opportunities to discuss and reason about the work	1	2	3	4	5
32	The facilitator asked questions that made me thinking deeply about the work	1	2	3	4	5
33	Time was provided to reflect on what I have learnt during each session	1	2	3	4	5
34	The facilitator asked reasons for the answers when asking questions	1	2	3	4	5
35	The facilitator regarded the questions I asked and the answers I gave to be important	1	2	3	4	5

	B. EQUITY	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
36	If I had questions, the facilitator would give as much attention to my questions as to other learners' questions	1	2	3	4	5
37	I got the same amount of help from the facilitator as other learners	1	2	3	4	5
38	I had the same amount of say in this class as other learners	1	2	3	4	5
39	I was treated the same as other learners in this class	1	2	3	4	5
40	I received the same encouragement from the facilitator as other learners do	1	2	3	4	5
41	I got the same opportunity to contribute to class discussions as other learners	1	2	3	4	5
42	I got the same opportunity to answer questions as other learners	1	2	3	4	5
43	I had the same opportunity to work with the electronic equipment as other learners	1	2	3	4	5

	C. DIFFERENTIATION	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
44	I worked at my own speed	1	2	3	4	5
45	Learners who worked faster than me moved on to the next topic	1	2	3	4	5
46	I was given work that matched my abilities	1	2	3	4	5
47	I felt successful in what I was doing	1	2	3	4	5

	D. INQUIRY LEARNING	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
48	I carried out investigations to confirm science ideas and theory	1	2	3	4	5
49	I carried out investigations to answer questions coming from discussions	1	2	3	4	5
50	I explained the meaning of results and graphs	1	2	3	4	5
51	I found out answers to questions by doing investigations	1	2	3	4	5
52	I solved problems by using information obtained from our investigations	1	2	3	4	5
53	There was always somebody available to help me if I needed some assistance	1	2	3	4	5
54	The facilitator guided us, rather than lectured us through the session	1	2	3	4	5

	E. PRE-KNOWLEDGE	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
55	I had difficulty with the activities because of a lack of pre-knowledge	1	2	3	4	5
56	I had some pre-knowledge regarding the topic of the sessions	1	2	3	4	5
57	The facilitator did some kind of assessment of my knowledge before commencing with the session	1	2	3	4	5
58	The facilitator made sure that I had some basic knowledge before commencing with the session	1	2	3	4	5
59	I could ask the facilitator questions about the work if I needed more information about it	1	2	3	4	5

	F. INVOLVEMENT	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost always
	During the sessions in this class					
60	I discussed ideas during sessions	1	2	3	4	5
61	I gave my opinions during sessions	1	2	3	4	5
62	The facilitator asked me questions	1	2	3	4	5
63	My ideas and suggestions were used during classroom discussions	1	2	3	4	5
64	I asked the facilitator questions	1	2	3	4	5
65	I explained my ideas to other learners	1	2	3	4	5
66	Learners discussed with me how to go about solving problems	1	2	3	4	5
67	I was asked to explain how I solve problems	1	2	3	4	5

	G. PERSONAL RELEVANCE	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
68	I learned about the world outside of school	1	2	3	4	5
69	My new learning started with problems about the world outside of school	1	2	3	4	5
70	I learned how science can be part of my out-of-school life	1	2	3	4	5
71	I got a better understanding of the world outside of school	1	2	3	4	5
72	I learned interesting things about the world outside of school	1	2	3	4	5
73	What I learned I can use in my out-of-school life	1	2	3	4	5
74	What I learned I can link to what I already know	1	2	3	4	5
75	When the results of the activities deviated from the results in the textbook we discussed the reason for the difference	1	2	3	4	5

76	The results from the different activities made me realise that there are many real-life factors to be taken into consideration when explaining results.	1	2	3	4	5
----	---	---	---	---	---	---

	H. CO-OPERATION	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
77	I co-operated with other learners when doing activities	1	2	3	4	5
78	When we worked in groups in this class, there were teamwork	1	2	3	4	5
79	I worked with other learners on projects in this class	1	2	3	4	5
80	I learned from other learners in this class	1	2	3	4	5
81	Learners worked with me to achieve group goals	1	2	3	4	5

	I. RESPONSIBILITY FOR OWN LEARNING	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
82	The facilitator encouraged me to make sure which outcomes I must achieved	1	2	3	4	5
83	The facilitator encouraged me to be involved in all the activities all the time	1	2	3	4	5
84	The facilitator encouraged me to ask for help if I had any problems	1	2	3	4	5
85	The facilitator encouraged me to assess my learning	1	2	3	4	5
86	I had the opportunity to reflect on what I did during the session	1	2	3	4	5
87	I had the opportunity to compare my answers with those of other learners	1	2	3	4	5

	J. INTEGRATION	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
88	Examples were given where Physical Sciences are applied in real life	1	2	3	4	5
89	It became clear to me that I need to use skills and knowledge from other subjects to do Physical Sciences	1	2	3	4	5
90	It became clear to me that Physical Sciences is not an isolated subject on it's own	1	2	3	4	5
91	It became clear to me that I can also use the skills I applied in the Physical Sciences sessions, in other subjects and in real-life	1	2	3	4	5

	K. GOAL ORIENTATED	Almost Never	Seldom	Sometimes	Often	Almost Always
	During the sessions in this class					
92	Before I started the activities in the session I exactly knew what my goals for the session were	1	2	3	4	5
93	The outcomes of the activities were clearly defined	1	2	3	4	5
94	I knew what I had to do to achieve the outcomes of the activities	1	2	3	4	5
95	We achieved the outcomes of the session	1	2	3	4	5

THANK YOU!

BYLAAG F

Die praktiese implikasies van die kritieke en ontwikkelingsuitkomst vir die Wetenskap-onderwyser en -leerder (RSA DoE 2005b:31-33)

Kritieke uitkoms	Implikasie vir onderwyser	Implikasie vir leerder
<p>1.</p> <p>Identifiseer en los probleme op en neem besluite deur kritiese en kreatiewe denke.</p> <p>Die leerder is in staat om prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering asook strategieë om probleme te ondersoek en op te los aan te wend in 'n verskeidenheid van wetenskaplike, tegnologiese, omgewings en alledaagse verbande.</p> <p>Die leerder is in staat om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak daarvan op die kwaliteit van die sosio-ekonomiese, die omgewing en die ontwikkeling van die mens.</p>	<p>*Dit vereis onderwysbenaderings en metodes wat wegbeweeg van die blote oordrag van feitekennis aan leerders wat van hulle vereis om dit later slegs in toetse en ander assesseringsaktiwiteite weer te gee.</p> <p>*Onderrig moet daarop gerig wees om leerders uit te daag met tegnologiese en wetenskaplike probleme/vraagstukke of om hulle te lei om dit in die onmiddellike omgewing te identifiseer.</p> <p>*Leerders moet in staat wees om die verkreeë kennis en vaardighede toe te pas om probleme/vraagstukke te bestuur of op te los.</p> <p>*Hierdie prosesse moet plaasvind in 'n omgewing waar kritiese en kreatiewe denke aangemoedig word.</p> <p>*Natuur- en Skeikunde behoort leerders te rig in wetenskaplike ondersoek en probleemoplossing deur ondersoeke en ander metodes van kritiese denke.</p>	<p>Die ondersoekende benadering is 'n belangrike strategie om leerders te help met probleemoplossing. Hulle moet die vaardigheid aanleer om die vrae te vra wat die ondersoek sal rig.</p> <p>Die volgende is tipiese soort vrae wat deur wetenskaplikes gevra word. Dit mag verander na gelang van die onderwerp en die doel van die studie/navraag.</p> <p>*wat is die probleem/vraagstuk?</p> <p>*wie/wat is betrokke?</p> <p>*waar vind dit plaas?</p> <p>*waarom is dit daar?</p> <p>*hoekom/hoe het dit gebeur?</p> <p>*watter wetenskaplike feit kan dit verklaar?</p> <p>*watter impak het dit?</p> <p>*met watter gevolge?</p> <p>*hoe moet dit bestuur/hanteer word?</p>
<p>2.</p> <p>Werk doeltreffend saam met ander as lede van 'n span, groep, organisasie en gemeenskap.</p> <p>Die leerder is in staat om prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering asook strategieë om probleme te ondersoek en op te los aan te wend in 'n verskeidenheid van wetenskaplike, tegnologiese, omgewings en alledaagse verbande.</p>	<p>*Die skool is die ideale plek om die kwessie van groeifunksionering aan te spreek.</p> <p>*Om leerders die geleentheid te gee om saam te werk en om koöperatiewe leeraktiwiteite te fasiliteer moet 'n integrale deel van Wetenskaponderrig word.</p> <p>*Samewerking in groepe skep 'n ondersteunende omgewing waarin selfs die swakker leerder die geleentheid gebied word om te leer, 'n bydrae te maak en om sukses te ervaar.</p>	<p>*Deur saam te werk in voorafgedefinieerde rolle word leerders die geleentheid gebied om verskillende wetenskaplike vaardighede te bemeester. Hulle neem verantwoordelikheid vir die take aan hulle opgedra. Leerders voel vry om hul standpunte te stel.</p> <p>*Meer belangrik, hulle leer dat samewerking tot groei vir alle lede in die groep lei en hulle in staat stel om take uit te voer wat individueel baie moeilik of onmoontlik sou wees.</p> <p>*Leerders ervaar die vreugde van sukses gouer en makliker.</p> <p>*Dit help die proses van nasiebou en samewerking wat nodig is om die uitdagings te aanvaar waarmee hulle as Suid- Afrikaanse burgers gekonfronteer gaan word.</p>
	<p>*Die studie van Natuur- en Skeikunde gee aan leerders die</p>	<p>*Werkopdragte en blootstelling aan klein ondersoeke en</p>

<p>3.</p> <p>Organiseer en bestuur hulself en hul aktiwiteite verantwoordelik en doeltreffend.</p> <p>Die leerder is in staat om prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering asook strategieë om probleme te ondersoek en op te los aan te wend in 'n verskeidenheid van wetenskaplike, tegnologiese, omgewings en alledaagse verbande.</p> <p>Die leerder is in staat om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak daarvan op die kwaliteit van die sosio-ekonomiese, die omgewing en die ontwikkeling van die mens.</p>	<p>geleentheid om 'n reeks vaardighede te ontwikkel wat hulle regdeur hul lewens kan gebruik.</p> <p>*Een hiervan is bestuursvaardighede, wat organisering asook die bestuur van tyd, vermoëns en energie insluit. Die sukses van feitlik alle wetenskaplike ondersoeke berus op effektiewe bestuur en organisasie. Onderwysers moet leerders aanmoedig om wetenskaplike ondersoek te ontwikkel.</p> <p>*Onderwysers moet die belangrikheid van bogenoemde beklemtoon wanneer leerders aan 'n taak werk of navorsing in die omgewing doen. 'n Goeie Strategie sal wees om van leerders te verwag om 'n aksieplan in te handig voordat 'n taak aangepak word.</p>	<p>navorsingsprojekte op 'n gereelde basis sal leerders in staat stel om hierdie vaardighede uit te bou.</p> <p>*Hierdie vaardighede met betrekking tot effektiwiteit moet neerslag vind op ander gebiede van die leerder se lewe soos byvoorbeeld die beplanning van 'n sistematiese tydskedule asook 'n gedissiplineerde werkwysse om daarby te hou.</p>
<p>4.</p> <p>Versamel, ontleed en organiseer inligting en evalueer dit krities.</p> <p>Die leerder is in staat om prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering asook strategieë om probleme te ondersoek en op te los aan te wend in 'n verskeidenheid van wetenskaplike, tegnologiese, omgewings en alledaagse verbande.</p> <p>Die leerder is in staat om wetenskaplike en tegnologiese kennis te verduidelik, te interpreteer en te evalueer en kan dit in die alledaagse verband toepas.</p> <p>Die leerder is in staat om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak daarvan op die kwaliteit van die sosio-ekonomiese, die omgewing en die ontwikkeling van die mens.</p>	<p>*Hierdie is een van die kritieke uitkomstes met die mees diepgaande implikasie vir die onderrig van Natuur- en Skeikunde.</p> <p>*Geleenthede moet vir leerders geskep word om byvoorbeeld fenomene waar te neem of om wetenskaplike data en inligting in te samel deur praktiese eksperimente en ander metodes.</p> <p>*Leerders moet verbind word tot die vra van vrae en evaluering tydens die rekordering van hul waarnemings en bevindings op 'n logiese en sistematiese wyse (vrae en evalueer).</p> <p>*Hierna moet leerders gerig word om hul waarnemings of bevindings logies en sistematies te rekordeer. Gebaseer op hierdie rekorderings behoort logiese gevolgtrekkings en afleidings gemaak te word (kennis word opgebou).</p>	<p>Soos wat leerders 'n wetenskaplike ondersoek doen sal hulle inligting wat relevant tot die ondersoek is</p> <p>*moet insamel.</p> <p>*die inligting benodig in 'n sekere formaat soos tabelle, grafieke, kaarte ensovoorts organiseer ten einde die interpretasie daarvan te vergemaklik</p> <p>*inligting moet analiseer (breek af in basiese komponente) en sintetiseer (voeg saam)</p> <p>*die bevindinge moet evalueer en toepas in hul leefwêreld.</p>
<p>5.</p>	<p>*Onderwysers moet altyd bewus wees van die diversiteit van</p>	<p>*Leerders moet blootgestel word aan verskillende wyses waarop</p>

<p>Kommunikeer doeltreffend deur middel van visuele, simboliese en/of taalvaardighede in verskillende vorme</p> <p>Die leerder is in staat om prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering asook strategieë om probleme te ondersoek en op te los aan te wend in 'n verskeidenheid van wetenskaplike, tegnologiese, omgewings en alledaagse verbande.</p> <p>Die leerder is in staat om wetenskaplike en tegnologiese kennis te verduidelik, te interpreteer en te evalueer en kan dit in die alledaagse verband toepas.</p>	<p>leerders in hul klas ten opsigte van vermoëns. Sommige leerders kan byvoorbeeld hul sienings goed in geskrewe formaat aanbied; sommige is goed met die gebruik van die rekenaar, terwyl ander die vermoë het om dit goed mondelings oor te dra.</p> <p>*Natuur- en Skeikunde onderwysers fokus meestal nie op taal (kommunikasie) vermoë nie, maar op die verstaan van konsepte in verskillende tegniese en wetenskaplike kontekste.</p> <p>*Leerders moet egter blootgestel word aan verskillende maniere om wetenskaplike inligting te kommunikeer. Assesseringstake moet op so 'n wyse gestruktureer word dat dit leerders sal toelaat om hul insigte op meer as een wyse aan te bied.</p>	<p>hulle bevindings en insigte kan kommunikeer byvoorbeeld die skryf van opstelle, teken van grafieke met verklarende aantekeninge, diagramme met byskrifte, aanbiedings (deur die gesproke woord, plakkate of muurkaarte, transparante, rekenaargegenereerde beelde en teks) ensovoorts.</p> <p>*Terwyl leerders ondersteun word op die gebiede waar hulle probleme ondervind, moet hulle ook voortdurend riglyne ten opsigte van die verbetering van hul sterkpunte ontvang.</p>
<p>6.</p> <p>Gebruik wetenskap en tegnologie doeltreffend en krities deur verantwoordelikheid teenoor die omgewing en die gesondheid van ander te toon</p> <p>Die leerder is in staat om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak daarvan op die kwaliteit van die sosio-ekonomiese, die omgewing en die ontwikkeling van die mens.</p>	<p>*Een van die basiese konsepte wat in die Natuur- en Skeikunde klas aangeraak moet word, is die interafhanklikheid tussen die mens en sy omgewing en die noodsaaklikheid daarvan om die volhoubare lewe na te streef.</p> <p>*Die verantwoordelikheid om wetenskaplike en tegnologiese kennis te bestuur tot voordeel van die mensdom en die omgewing moet beklemtoon word. Die verbetering in die lewenskwaliteit en gesondheid van alle mense en die volhoubare ontwikkeling van die omgewing moet 'n fokuspunt van wetenskaplike navorsing en ondersoek wees.</p> <p>*Verantwoordelike aanwending van wetenskap en tegnologie moet gekweek word deur byvoorbeeld navorsing waardeur die bewustheid van etiese kwessies vooropgestel word.</p>	<p>*Leerders moet bewus gemaak word dat die vak Natuur- en Skeikunde rondom hulle is. Hulle ruik, sien, hoor en voel dit. Hulle moet op 'n daaglikse basis bewus wees van die wetenskap en tegnologie rondom hulle. Uiteindelik sal hulle die insigte en kennis wat hulle in die Natuur- en Skeikunde klas opdoen uit hul eie rondom hulle sien, hoor, voel en ervaar.</p> <p>*Hulle moet aangemoedig word om wetenskap en tegnologie aan te wend in die verstaan van kennis en die aanwending daarvan ten einde 'n aktiewe bydrae te maak ten opsigte van 'n gesonde omgewing en gemeenskap.</p>
<p>7.</p> <p>Begryp dat die wêreld 'n stel verwante stelsels is waarin probleme nie in isolasie opgelos word nie.</p> <p>Die leerder is in staat om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak daarvan op die kwaliteit van die sosio-ekonomiese, die</p>	<p>Onderwysers behoort daarop klem te lê dat :</p> <p>*Natuur- en Skeikunde die insigte en kennis van verskillende vakdisiplines integreer en nie in isolasie staan nie.</p> <p>*Die effektiwiteit in die hantering van die sake/probleme wat ons vandag in die gesig staar afhanklik is van die vermoë om kennis en vaardighede van Natuur- en Skeikunde en ander</p>	<p>Leerders moet aangemoedig word om :</p> <p>*Holisties te dink. Die holistiese denker is die een wat 'n oorsig het oor al die komponente van die vakgebied, byvoorbeeld sterrekunde, geologie, chemiese reaksies, beweging, kragte ensovoorts. Leerder moet hierdie onderwerpe nie as geïsoleerde entiteite sien nie, maar as deel van 'n groter geheel.</p>

omgewing en die ontwikkeling van die mens.	dissiplines te integreer.	*Ekologies te dink. Hulle moet die mens as 'n integrale deel van die ekosisteem sien wat wetenskaplike en tegnologiese kennis kan inwin om probleme op te los.
--	---------------------------	--

Ontwikkelings uitkoms	Implikasie vir onderwyser	Implikasie vir leerder
<p>1.</p> <p>Dink na oor en ondersoek 'n verskeidenheid strategieë om doeltreffender te leer.</p> <p>Die leerder is in staat om prosesvaardighede, kritiese denke, wetenskaplike beredenering asook strategieë om probleme te ondersoek en op te los aan te wend in 'n verskeidenheid van wetenskaplike, tegnologiese, omgewings en alledaagse verbande.</p>	<p>*Leerders het verskillende leerstyle. Onderwysers moet so veel as moontlik geleentheid skep om leerders aan verskillende leerstyle bloot te stel byvoorbeeld "mind mapping", "authentic learning" (buite klaskamer), "action learning techniques" ensovoorts</p>	<p>*Leerders moet verskillende leerstyle uitprobeer en die mees effektiewe identifiseer in hul bemeestering van Fisiese Wetenskappe.</p>
<p>2.</p> <p>Neem as verantwoordelike burgers aan die lewe van die plaaslike, nasionale en wêreldgemeenskap deel.</p> <p>Die leerder is in staat om wetenskaplike en tegnologiese kennis te verduidelik, te interpreteer en te evalueer en kan dit in die alledaagse verband toepas.</p> <p>Die leerder is in staat om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak daarvan op die kwaliteit van die sosio-ekonomiese, die omgewing en die ontwikkeling van die mens.</p>	<p>*Die assesseringsaktiwiteit wat onderwysers aan leerders gee plaas klem op die rol wat leerders moet speel as verantwoordelike landsburgers in hul omgewing.</p> <p>*Die waarde van wetenskaplike en tegnologiese kennis en vaardighede lê in die aanwending daarvan in byvoorbeeld plaaslike omstandighede, wat later uitgebrei word tot nasionale, kontinentale en globale sake en uitdagings.</p>	<p>*Die natuurlike en sosiale omgewing staan ongekende uitdagings en probleme in die gesig.</p> <p>*Leerders moet hulleself daarop voorberei om betrokke te raak in die soeke na oplossings en bestuurstrategieë.</p> <p>*Deur op kleinskaal te begin, kan leerders die geleentheid kry om aktief betrokke te raak in die hantering van bestaande probleme in plaaslike konteks.</p>
<p>3.</p> <p>Is kultureel en esteties sensitief in verskeie sosiale kontekste</p> <p>Die leerder is in staat om aansprake van wetenskaplike kennis te identifiseer en krities te evalueer asook die impak</p>	<p>*Suid- Afrika, net soos die meeste ander lande in die wêreld, het 'n multikulturele samelewing. Kennis van en respek vir alle groepering in ons land is belangrik.</p> <p>*Natuur- en Skeikunde kan 'n belangrike rol speel om leerders</p>	<p>*Hierdie proses moet in die konteks van die skoolgemeenskap hanteer word.</p> <p>*Leerders moet ander se kulture en gelowe respekteer en waardeer.</p>

<p>daarvan op die kwaliteit van die sosio- ekonomiese, die omgewing en die ontwikkeling van die mens.</p>	<p>se houding en waardes te ontwikkel wat te doen het met respek vir ander se sieninge en maniere om inheemse kennis aan te wend om fenomene te verklaar.</p>	
<p>4. Onderzoek opleidings- en beroepsmoontlikhede. Die leerder is in staat om wetenskaplike en tegnologiese kennis te verduidelik, te interpreteer en te evalueer en kan dit in die alledaagse verband toepas.</p>	<p>*Onderwysers moet leerders sensitief maak ten opsigte van beroepsmoontlikhede, wat kan voortvloei as gevolg van studies in Natuur- en Skeikunde. *Leerder behoort so veel as moontlik bekendgestel te word aan persone en organisasies wat in die veld van Natuur- en Skeikunde werk.</p>	<p>*Die bywoon van beroepsuitstallings en besoeke aan werkplekke, tersiêre en ander opleidingsinstellings kan van groot waarde wees om leerders bloot te stel aan die verskillende beroepsgeleenthede.</p>
<p>5. Ontwikkel entrepreneursgeleenthede.</p>	<p>*Dit is belangrik om te beklemtoon dat die waarde van verworwe wetenskaplike en tegnologiese kennis, in die aanwending daarvan in die ekonomie en betekenisvolle lewe lê.</p>	<p>*Natuur- en Skeikunde het te doen met gebeurtenisse in die alledaagse lewe. Die aanwending van wetenskaplike kennis in die tegnologie skep die ideale geleentheid vir entrepreneursgeleenthede.</p>

BYLAAG G

Riglyne vir die kies van rekenaarprogrammatuur (Wellington, 2003:221-222 & RSA WKOD, 2006:4-5):

Opvoedkundig

- Manier waarop dit deur die leerders gebruik gaan word. Vir gebruik deur individue, klein groepe op vir vol-klas onderrig, met of sonder 'n interaktiewe witbord of 'n NetOp-stelsel.
- Opvoedkundige doel van die programmatuur, byvoorbeeld die oordrag van kennis, drill-en-oefen, simulasie, probleemoplossing, analitiese denke, skryfwerk, grafika ens.
- Onafhanklike gebruik van die programmatuur deur die leerder of mate van leiding wat nodig is.
- Wat betref die inhoud van die programmatuur:
 - tersaaklikheid vir Fisiese Wetenskappe en versoenbaarheid met UGO-metodes (leeruitkomste en assesseringstandaarde)
 - relevansie vir die Suid-Afrikaanse konteks: vry van kulturele, rasse-, geslags-, en taalvooroordeel, en in 'n geskikte taal vir leerders.
 - logiese opeenvolging in konseptuele ontwikkeling en inhoud
 - akkuraatheid van vakinligting
 - speling vir differensiasie ten einde verskillende werkvlakke vir verskillende leerders moontlik te maak, indien nodig
 - voorsiening vir interaktiewe leerder deelname en –belangstelling, afwisseling in aktiwiteite, met toenemende vlakke van ingewikkeldheid.
 - voldoende, relevante oefening vir toepaslike vaardighede
 - toepaslike evaluering van leerderreaksie, en terugvoering aan leerders, wat remediërend van aard kan wees indien nodig.
- Wat betref die aanbieding van die programmatuur:
 - duidelike instruksies wat maklik is om te volg
 - duidelike aanduiding van leeruitkomste
 - uitleg en voorkoms van rekenaarskerm
 - die effektiewe gebruik van die regte hoeveelheid teks
 - die sinvolle gebruik van klank en gesprek

Bestuur en administrasie

- Opsie vir leerders om aktiwiteit te stop en later te hervat

<ul style="list-style-type: none"> • Leerderprestasierekord wat uitslae en analise van resultate, asook rapportering insluit.
<ul style="list-style-type: none"> • Administrasiesetel en opvoederbeheer
<ul style="list-style-type: none"> • Byvoeg van nuwe leermateriaal.
<ul style="list-style-type: none"> • Tyd benodig deur onderwyser om voor te berei
<ul style="list-style-type: none"> • Manier waarop dit deur die leerders gebruik gaan word. Vir gebruik deur individue, klein groepe op vir vol-klas onderrig.
<p><i>Meegaande materiaal en ondersteuning</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Materiaal wat saam met die programmatuur verskaf word soos 'n verbruikersgids, of onderwysersgids.
<ul style="list-style-type: none"> • Materiaal wat deur leerder gebruik kan word en onderrig steun soos agtergrondinligting en werksvelle.
<p><i>Tegniese aspekte</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tegniese vereistes van die rekenaar waarop die program moet loop. Addisionele vereistes soos ekstra geheue, hoë resolusie grafika, ens.
<ul style="list-style-type: none"> • Versoenbaarheid met die skoolnetwerk, en of dit Windows- of Linux- gebaseer is.
<ul style="list-style-type: none"> • Beskikbare ondersteuning vir die programmatuur in terme van 'n hulplyn, aanlynhulp, gratis opleiding en/of gratis opgradering deur die verskaffer.
<ul style="list-style-type: none"> • Direkte koste verbonde aan die programmatuur en of dit eenmalig of lopend is.
<ul style="list-style-type: none"> • Vry van tegniese swakpunte
<p><i>Subjektiviteit</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Reaksie van onderwysers en leerders op die programmatuur.
<ul style="list-style-type: none"> • Interessant en motiverend vir leerders.
<ul style="list-style-type: none"> • Bydrae tot die opbou van selfvertroue by die individuele leerders.
<ul style="list-style-type: none"> • Programmatuur te maklik of te moeilik vir leerders
<ul style="list-style-type: none"> • Bydrae van die programmatuur tot die professionele ontwikkeling van die onderwyser.

Aanvullende kriteria vir die kies van rekenaarprogrammatuur wanneer leerders waarvan die taal van onderrig en leer verskil van hul huistaal asook 'n multikulturele situasie ter sprake kom (Barba 1998:291-292):

Visualisering strategieë: Die mate waarin die programmatuur addisioneel gebruik maak van visuele voorstellings (prente, foto's ens) wat kan bydra tot die leerproses van taal- en kultuur diverse leerders.

Prosessering van inligting: Is die sagteware daarop ingestel om inligting en kennis deur middel van meer as een strategie oor te dra. Word daar byvoorbeeld gebruik gemaak van hersieningsgedeeltes, analogieë, woordeboeke, omskrywings ens wat ondersteunend tot die leer van genoemde leerders kan wees.

Aktiewe leer strategieë: Tot watter mate word leerstrategieë soos die afneem van notas, die onderstreep van hoofteite ens. deur die sagteware weerspieël in die fasilitering van nuwe kennis aan die leerder.

Ondersteunende strategieë: Hoe goed word die leeruitkomste in die programmatuur uiteen gesit en watter aktiwiteite word ter bereiking daarvan in die sagteware ingespan?

Tweede taal ondersteuning: Maak die programmatuur voorsiening vir hulp in 'n tweede taal en indien moontlik, word daar voorsiening gemaak vir meer as een taalvoorkeur in die program?

Kultureel bekende voorwerpe: Is die verwysings na voorwerpe, mense en gebeure deel van die milieu van die leerder?