

**EVALUERING VAN NATUURWETENSKAPHANDBOEKE
VIR DIE
ONDERRIG VAN WARMTE IN GRAAD 7**

**JO-ANNE MARGARET EDWARDS,
B.Ed. Honneurs (NWU)**

**Verhandeling vir die nakoming van die vereistes vir die graad
Magister in Opvoedkunde
in die Skool vir Opvoedkunde
aan die
Noordwes-Universiteit**

Studieleier: Dr. M. Lemmer

Mede-studieleier: Prof. J.J.A. Smit

POTCHEFSTROOM
2007

BEDANKINGS

Ek wil graag met dank die volgende persone uitsonder wat 'n bydrae gelewer het tot hierdie studie:

- My familie vir hul geduld, liefde en ondersteuning.
- Professor J.J.A. Smit vir sy insette, geduld en raad.
- Dr. M. Lemmer vir haar ondersteuning en bydraes tot hierdie studie.
- Elsa Brand vir proeflees en taalversorging.
- Susan van Biljon vir die tegniese versorging.
- Mev. M. Vosloo vir haar ondersteuning en vriendelikheid.
- Mnr. Sello Rapule vir sy bydrae tot hierdie studie.

OPSOMMING

Die doel van die studie is om Graad 7 natuurwetenskap-handboeke se aanbieding van die onderwerp warmte en Graad 7-onderwysers se beoordeling daarvan te evalueer in die lig van die vereistes van die Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring (HNKV) (Departement van Onderwys, 2003). Die studie fokus op die onderwerp warmte, wat grondliggend is tot studie in chemie en fisika. Aanbevelings word gedoen met betrekking tot die opleiding van onderwysers en hulp met die selektering van wetenskap-handboeke vir klaskamergebruik.

Gestruktureerde onderhoude is gevoer met 17 Graad 7 natuurwetenskap-onderwysers van die Potchefstroom-distrik. Die vrae het gehandel oor hoe die onderwysers handboeke kies en hoe hulle die handboeke wat hulle tans gebruik, evalueer. Die onderwysers was ook behulpsaam met die invul van 'n vraelys oor die leerderhandboeke en onderwysersgidse se aanbieding van die onderwerp warmte. Hierbenewens het die navorser 'n ondersoek gedoen om die vakinhoud en wetenskaplike korrektheid van die teks en moontlike alternatiewe begrippe wat in die handboeke mag voorkom, te bepaal.

Die resultate toon dat die handboeke wel grootliks voldoen aan die vereistes van die HNKV. Daar is egter tekortkomings, veral ten opsigte van die vlak van aanbieding en aktiwiteite, die hoeveelheid werk wat gedek word en die wetenskaplike korrektheid van die inhoud. Hoewel meer as 'n derde van die onderwysers uitsluitlik van die handboek as onderrigleerhulpmiddel gebruik maak, vind die meerderheid dit noodsaaklik om ander bronne ook te gebruik om substansie aan die inhoud te gee en uitdagender aktiwiteite aan die leerders te bied.

ABSTRACT

The aim of the study is to evaluate Grade 7 natural sciences textbooks' presentation of the subject heat and the Grade 7 teachers' assessment thereof in the light of the requirements for the Revised National Curriculum Statement (RNCS) (Department of Education, 2003). The study focuses on the subject heat, which forms the foundation for a study in chemistry and physics. Recommendations are made with regard to the training of teachers and assistance with the selection of natural sciences textbooks for classroom use.

Structured interviews were held with 17 Grade 7 natural sciences teachers of the Potchefstroom district. The questions related to how the teachers select the textbooks and how they evaluate those textbooks that they are currently using. The teachers also helped to complete a questionnaire on learner textbooks' and teacher guidebooks' presentation of the subject heat. The researcher also did an investigation to determine the subject contents and scientific accuracy of the text and possible alternative conceptions that might appear in the textbooks.

The results indicate that the textbooks do to a large extent comply with the requirements of the RNCS. However, there are shortcomings, especially with regard to the level of presentation and activities, the amount of work that is covered and the scientific accuracy of the contents. Although more than a third of the teachers use only the textbook as a teaching-learning aid, the majority find it necessary to use additional sources to give substance to the contents and to provide more challenging activities to the learners.

INHOUD

HOOFSTUK 1	PROBLEEMANALISE EN NAVORSINGSONTWERP	1
1.1	MOTIVERING EN PROBLEEMSTELLING	1
1.2	DOEL VAN NAVORSING.....	4
1.3	POPULASIE	4
1.4	NAVORSINGSONTWERP.....	4
1.4.1	LITERATUURSTUDIE.....	4
1.4.2	EMPIRIESE STUDIE.....	5
1.5	BETEKENIS VAN DIE STUDIE	5
1.6	OORSIG.....	6
HOOFSTUK 2	HANDBOEKE IN NATUURWETENSKAPONDERRIG.....	7
2.1	INLEIDING.....	7
2.2	GESKIEDENIS VAN WESTERSE NATUURWETENSKAP- ONDERRIG.....	7
2.2.1	VAN 1840 TOT 1960.....	7
2.2.2	VAN 1960 TOT 1970.....	8
2.3	DIE HANDBOEK AS ONDERWYSHULPMIDDEL.....	8
2.4	VOOR- EN NADELE VAN HANDBOEKE IN SKOOLONDERRIG.....	9

2.4.1	VOORDELE	9
2.4.2	NADELE	10
2.5	KEUSE VAN HANDBOEKE	11
2.5.1	KRITERIA VIR DIE SELEKSIE VAN WETENSKAPHANDBOEKE	11
2.5.2	STRUIKELBLOKKE.....	14
2.6	SAMEVATTING	15
HOOFSTUK 3	DIE ONDERWERP WARMTE IN NATUURWETENSKAP	16
3.1	INLEIDING	16
3.2	HISTORIESE ONTWIKKELING VAN DIE BEGRIP WARMTE	17
3.2.1	LAVOISIER SE KALORIETEORIE	17
3.2.2	GRAAF RUMFORD	17
3.2.3	JAMES PRESCOTT JOULE	18
3.3	DIE DEELTJIE-AARD VAN MATERIE	18
3.4	KINETIESE MOLEKULÊRE GASTEORIE	19
3.5	ENERGIE	20
3.5.1	VORMS VAN ENERGIE	20
3.5.2	WET VAN BEHOUD VAN ENERGIE	21
3.5.3	ENERGIEDEGRADASIE	21
3.6	TEMPERATUUR EN MOLEKULÊRE KINETIESE ENERGIE	21
3.7	WARMTE	22

3.8	VERBAND TUSSEN WARMTE, TEMPERATUUR EN INTERNE ENERGIE	23
3.9	ALTERNATIEWE BEGRIPPE IN NATUURWETENSKAP.....	25
3.9.1	WAT IS ALTERNATIEWE BEGRIPPE?	25
3.9.2	HOE VORM LEERDERS ALTERNATIEWE BEGRIPPE?	26
3.10	ALTERNATIEWE BEGRIPPE VAN WARMTE.....	26
3.10.1	LEERDERS SE ALTERNATIEWE BEGRIPPE VAN WARMTE	26
3.10.2	OORSAKE VAN ALTERNATIEWE BEGRIPPE VAN WARMTE	29
3.10.3	ONTWIKKELING VAN DIE WARMTEBEGRIP BY KINDERS.....	30
3.11	SAMEVATTING	31
HOOFSTUK 4	KONSTRUKTIVISTIESE ONDERRIG- EN LEERSTRATEGIEË	33
4.1	INLEIDING.....	33
4.2	KONSTRUKTIVISTIESE LEERTEORIE.....	33
4.2.1	WAT BEHELS KONSTRUKTIVISME?	33
4.2.2	EIENSKAPPE VAN KONSTRUKTIVISME	34
4.2.3	KONSTRUKTIVISTIESE ONDERRIGSTRATEGIEË	36
4.2.4	PROBLEEMOPLOSSING	37

4.3	ONDERSOEKBENADERING (INQUIRY).....	38
4.4	PRAKTIESE WERK IN DIE LABORATORIUM.....	40
4.4.1	INLEIDING	40
4.4.2	DIE DOEL VAN LABORATORIUMAKTIWITEITE	40
4.4.3	FAKTORE WAT PRAKTIESE WERK BEMOEILIK.....	42
4.5	DEMONSTRASIES.....	42
4.5.1	VOORDELE VAN DEMONSTRASIES	43
4.5.2	NADELE VAN 'N DEMONSTRASIE.....	44
4.6	ONDERRIG VAN DIE HISTORIESE ONTWIKKELING VAN DIE VAK NATUURWETENSKAP	44
4.7	KURRIKULUM 2005 EN UITKOMSGEBASEERDE ONDERWYS (UGO)	45
4.7.1	DIE INSTELLING VAN UITKOMSGEBASEERDE ONDERWYS	45
4.7.2	WAT BEHELST UGO-ASSESSERING?	46
4.7.3	VOORBEELDE VAN UGO-ASSESSERING (EVALUERING).....	48
4.8	DIE NATUURWETENSKAPPE-LEERAREA	50
4.8.1	HOOFMODUSSE EN FOKUSAREAS.....	50
4.8.2	LEERUITKOMSTE EN ASSESSERINGSTANDAARDE	50
4.9	SAMEVATTING	51

HOOFSTUK 5	METODOLOGIE VAN EMPIRIESE STUDIES	53
5.1	INLEIDING	53
5.2	PROSEDURE	53
5.2.1	OORSIG	53
5.2.2	EVALUERING DEUR ONDERWYSERS.....	54
5.2.3	EVALUERING DEUR NAVORSER.....	55
5.3	NAVORSINGSMETODIEK.....	56
5.4	NAVORSINGSINSTRUMENTE	57
5.4.1	VRAELYS.....	57
5.4.2	ONDERHOUDE.....	58
5.5	SAMEVATTING.....	58
HOOFSTUK 6	RESULTATE EN BESPREKINGS VAN RESULTATE	59
6.1	INLEIDING	59
6.2	KEURING VAN HANDBOEKE.....	60
6.2.1	HANDBOEKE WAT GEBRUIK WORD.....	60
6.2.2	LOGISTIEK TEN OPSIGTE VAN DIE KEURING VAN HANDBOEKE (VRAE 1 - 3).....	61
6.2.3	KRITERIA VIR KEUSE VAN HANDBOEKE (VRAAG 4)	62
6.3	ONDERWYSERS SE EVALUERING VAN DIE AANBIEDING VAN DIE ONDERWERP WARMTE IN DIE HANDBOEKE (VRAE 5 – 10).....	65

6.3.1	INLEIDING	65
6.3.2	AANBIEDING VAN WARMTE IN DIE HANDBOEK.....	65
6.3.3	INHOUD, AKTIWITEITE, ASSESSERING EN UITLEG	68
6.4	ONTLEDING VAN HANDBOEKE DEUR ONDERWYSERS	70
6.4.1	ONTLEDING VOLGENS SKEMA.....	70
6.4.2	ALGEMENE KOMMENTAAR VAN ONDERWYSERS	75
6.4.3	KOMMENTAAR OOR SPESIFIEKE HANDBOEKE	78
6.5	ONTLEDING VAN VAKINHOUD.....	79
6.5.1	VOORSKRIFTE VAN DIE HNKV OOR DIE WARMTEBEGRIIP	79
6.5.2	ONTLEDING VAN HANDBOEKE.....	81
6.5.3	KONSEPTUALISERING VAN DIE WARMTEBEGRIIP	83
6.6	SAMEVATTENDE EVALUERING	86
6.6.1	LEERUITKOMS 1: WETENSKAPLIKE ONDERSOEK.....	87
6.6.2	LEERUITKOMS 2: KONSTRUKSIE VAN WETENSKAPKENNIS	88
6.6.3	LEERUITKOMS 3: WETENSKAP, DIE SAMELEWING EN DIE OMGEWING.....	90
HOOFSTUK 7	SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS	91
7.1	OORSIG OOR STUDIE	91
7.2	VERNAAMSTE BEVINDINGS VAN DIE EMPIRIESE STUDIE.....	93

7.2.1	SELEKTERING EN GEBRUIK VAN HANDBOEKE	93
7.2.2	ONDERRIGFOKUS IN HANDBOEKE.....	93
7.2.3	ONDERWYSERHANDLEIDING	94
7.2.4	VAKINHOUDELIKE	95
7.3	GEVOLGTREKKINGS.....	96
7.4	AANBEVELINGS.....	97
BIBLIOGRAFIE		99
APPENDIX B		111
APPENDIX C		113

LYS VAN FIGURE

FIGUUR 3.1:	Voorstelling van die verband tussen warmte, interne energie en temperatuur (Cutnell & Johnson, 2007:372).	24
GRAFIEK 6.1:	Grafiese voorstelling van resultate oor aanbieding van warmte in handboeke.	66
GRAFIEK 6.2:	Grafiese voorstelling van resultate oor inhoud, aktiwiteite, assessering en progressie in die aanbieding van warmte in handboek.	69

LYS VAN TABELLE

TABEL 4.1	UGO-assesseringstrategieë (Vermeulen, 2002:86)	48
TABEL 6.2:	Gebruiksfrekwensie van Graad 7-handboeke.....	60
TABEL 6.3:	Resultate van vrae oor logistiek (Vrae 1 tot 3)	61
TABEL 6.4 :	Resultate van vrae oor aanbieding van warmte in handboek	65
TABEL 6.5:	Resultaat van die ontleding van die 10 handboeke	71
TABEL 6.6:	Voorkoms in vyf handboeke van inhoud wat op die warmtebegrip betrekking het	82
TABEL 6.7	Konseptualisering van warmte in verskillende handboeke	84

HOOFSTUK 1 **PROBLEEMANALISE EN NAVORSINGSONTWERP**

1.1 MOTIVERING EN PROBLEEMSTELLING

Natuurwetenskaponderwysers maak grootliks staat op handboeke vir die oordra van wetenskaplike kennis, kurrikulumbepanning en onderrigmetodes (Chiappetta *et al.*, 1991:714; Hubisz, 2003:52; Leite, 1999:76; Malcolm & Alant, 2004:49-104; Stoffels, 2005:148). 'n Rede daarvoor is dat 'n groot persentasie natuurwetenskap- onderwysers nie genoeg vakkundige en pedagogiese kennis het nie (Chiappetta *et al.*, 1991:714; Hubisz, 2003:51,52). 'n Handboek gee egter nie 'n neutrale of betroubare uitdrukking van 'n kurrikulum nie maar 'n rekonstruksie van die kurrikulum soos ingeklee deur die skrywer se kennis en voorveronderstellings (Leite, 1999:76). Daarby is daar empiriese getuienis dat handboeke wetenskaplike inhoud foutief kan aanbied en selfs alternatiewe begrippe by leerders kan oordra of veroorsaak (Hubisz, 2003:50; Odom, 1993).

Die vraag wat in hierdie studie ondersoek word, is of Graad 7 natuurwetenskap- onderwysers en hul leerders daarop kan staat maak dat Suid-Afrikaanse handboeke betroubare en voldoende bronne van wetenskaplike inligting en hedendaagse onderrigstrategieë is. Graad 7 is aan die begin van die senior fase en uitkomsgerigte onderwys (UGO) word reeds ses jaar in hierdie fase toegepas. Daar bestaan 'n wye verskeidenheid handboeke, waarvan sommige reeds hersien is. Die meeste Graad 7-onderwysers behoort ervare te wees in die implementering van die vereistes van UGO soos vervat in die Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring (HNKV) vir Grade R tot 9 (Departement van Onderwys, 2003).

Volgens die HNKV (Departement van Onderwys, 2003:4-5) streef die Natuurwetenskap-leerarea (Graad R - 9) na die bevordering van wetenskaplike geletterdheid deur die volgende leeruitkomste:

Leeruitkoms 1: Wetenskaplike ondersoek

Die leerder is in staat om wetenskapprosesse in 'n verskeidenheid omgewings te ontwikkel en gebruik.

Leeruitkoms 2: Konstruksie van wetenskapkennis

Die leerder is in staat om wetenskaplike kennis en begrip te ontwikkel en toe te pas.

Leeruitkoms 3: Wetenskap, die samelewing en die omgewing

Die leerder is in staat om begrip te hê vir die verwantskap tussen wetenskap en samelewing asook die verantwoordelikhede van die wetenskap teenoor die samelewing.

Hierdie uitkomste van die leerarea is gegrond op die konstruktivistiese onderrig-leerteorie. Volgens Kruger en Adams (2002:72) bestaan die konstruktivistiese benadering of beskouing van leer daaruit dat die leerder aktief en doelgerig nuwe inligting sy eie maak deur dit te konstrueer in terme van sy voorkennis, behoeftes, instellings, houdings, oortuigings en gevoelens. Die leerder gee betekenis aan dit wat hy leer. Schunk (2000:25) sluit hierby aan deur die invloed van die wisselwerking tussen 'n leerder en sy leeromgewing te beklemtoon. Hy redeneer dat begrip in kontekste voorkom en daarom in hierdie kontekste aangebied moet word. Onderrigmetodes en strategieë moet leerders help om temas aktief te ondersoek en hul denke te ontwikkel. Wanneer leerders wetenskap deur middel van ondersoeke en probleemoplossings bestudeer, word 'n verskeidenheid prosesvaardighede ontwikkel (Trowbridge *et al.*, 2000:150).

Die konstruktivistiese benadering tot leer word vandag algemeen in natuurwetenskaponderrig aanvaar. Hedendaagse onderrigmetodes, lesbeplanning, keuse van onderrigmateriaal en assesseringstegnieke word in 'n groot mate hierop gebaseer. Die HNVK se beklemtoning van 'n leerdergerigte en aktiwiteitgebaseerde benadering (Departement van Onderwys, 2003:1) stem ooreen met die konstruktivistiese benadering. In hierdie studie sal ondersoek word in watter mate natuurwetenskapshandboeke aan hierdie vereistes van die HNKV voldoen. Daarby moet die handboeke ook die kernkennis bevat wat in die HNKV gegee word.

Die studie fokus op die onderwerp warmte soos aangebied in die Graad 7-handboeke en wetenskaponderwysers se beoordeling daarvan. Warmte is energietoedrag van 'n voorwerp (of sisteem) by 'n hoër temperatuur na een by 'n laer temperatuur. Warmte is teenwoordig in alle termiese en chemiese prosesse (Lea & Burke, 1997:677; Kotz & Purcell, 1991:198).

In Graad 7 word die fondament gelê vir latere toepassings van warmte in termiese en chemiese prosesse. 'n Verdere rede vir die keuse van 'n ondersoek na die aanbieding van die onderwerp warmte is dat daar maklik uitvoerbare aktiwiteite met alledaagse apparaat gedoen kan word. Die tema leen hom dus vir die onderrig van ondersoekvaardighede en kontekstuele toepassings.

'n Aspek wat in die onderrig van warmte na vore behoort te kom, is dat die alledaagse betekenis van die begrip verskil van die wetenskaplike gebruik (Ericksen & Tiberghien, 1989:52; Lea & Burke, 1997:274; Stephenson & Warwick, 2002:25). Uitdrukkings soos “energie gaan verlore as warmte” en “warmte vloei in die metaal” is voorbeelde van onwetenskaplike gebruik van die warmtebegrip. Laasgenoemde voorbeelde sluit aan by die historiese kaloriebegrip waar warmte as 'n soort vloeistof (genaamd kalorie) gesien word (Jones, 2005). Wetenskaplik korrekte terminologie moet in handboeke gebruik word om alternatiewe en wanbegrippe te voorkom (Carvalho & Perez, 1993:40).

Die probleem wat in die studie nagevors word, is of Graad 7 natuurwetenskap-handboeke se aanbieding van die warmtebegrip aan bogenoemde vereistes soos vervat in die Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2003) voldoen.

1.2 DOEL VAN NAVORSING

Die doel van die studie is om Graad 7 natuurwetenskap-handboeke se aanbieding van die onderwerp warmte en Graad 7 onderwysers se beoordeling daarvan te evalueer in die lig van die vereistes van die Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring.

1.3 POPULASIE

In die empiriese studie is onderhoude gevoer met Graad 7 natuurwetenskap-onderwysers van 17 laerskole in die Potchefstroom-skooldistrik. Die skole is geleë in verskillende dele van die stad Potchefstroom asook in die plattelandse dorp Fochville.

1.4 NAVORSINGSONTWERP

1.4.1 LITERATUURSTUDIE

'n Literatuurstudie is gedoen om agtergrondkennis vir die empiriese studie te verkry in verband met:

- Aspekte wat by die selektering van natuurwetenskapskoolhandboeke in ag geneem behoort te word;
- konstruktivisme en hedendaagse onderrig- en assesseringstrategieë; en
- begrippe, teorieë en wette wat deel vorm van die onderwerp warmte in natuurwetenskap.

Die sleutelwoorde wat in elektroniese databasissoektogte gebruik is, is: *textbook selection; science teaching; science learning; constructivism; heat concept; alternative conceptions of heat.*

1.4.2 EMPIRIESE STUDIE

Die doelstellings van die empiriese studie was om:

- (1) Kriteria waarvolgens Graad 7 natuurwetenskaponderwysers in die Potchefstroom-distrik handboeke kies, te bepaal;
- (2) die Graad 7-onderwysers se evaluering van die aanbieding van die onderwerp warmte in die leerderhandboek wat hulle in die klaskamer gebruik, te ondersoek;
- (3) 'n vakinhoudelike ontleding van die aanbieding van die warmtebegrip in Graad 7 leerderhandboeke te doen; en
- (4) die resultate van bogenoemde te evalueer in die lig van die leeruitkomste en assesseringstandaarde soos gestel in die HNKV.

Die eerste twee doelstellings is bereik deur middel van gestruktureerde onderhoude met Graad 7 natuurwetenskaponderwysers. Die navorser het die vakinhoudelike ontleding (doelstelling 3) en evaluering (doelstelling 4) gedoen.

1.5 BETEKENIS VAN DIE STUDIE

Natuurwetenskaponderwysers in Suid-Afrika kan tans self handboeke vir gebruik in hul klaskamers kies. Die waarde van die studie is dat die resultate gebruik kan word om leiding te gee aan natuurwetenskaponderwysers in hul toekomstige evaluering en keuse van handboeke.

1.6 OORSIG

In hierdie hoofstuk is aangetoon dat natuurwetenskaponderwysers grootliks op hul handboeke staat maak. Die vraag wat in hierdie studie ondersoek word, is of die handboeke aan die vereistes van die HNKV (Departement van Onderwys, 2003) voldoen.

Hoofstuk 1 gee 'n oorsig van die motivering, doel en ontwerp van die studie. Die vereistes van die HNKV (Departement van Onderwys, 2003:46) wat as maatstaf vir die evaluering van natuurwetenskapshandboeke gebruik is, word saamgevat in die Leeruitkomste en Assesseringstandaarde (Sien paragraaf 4.7). Drie aspekte word hierdeur geraak, naamlik wetenskaplike ondersoeke, die konstruksie van vakkennis en die toepassing daarvan in die samelewing en omgewing. Ná 'n algemene agtergrond vir die studie verkry is deur 'n literatuurstudie met betrekking tot die gebruik en keuse van handboeke in natuurwetenskaponderrig (Hoofstuk 2), word bogenoemde drie aspekte bestudeer deur 'n verdere literatuurstudie (hoofstukke 3 en 4) en die empiriese studie (hoofstukke 5 en 6). Die gevolgtrekkings uit die resultate en aanbevelings wat daaruit volg, word in Hoofstuk 7 gegee.

HOOFSTUK 2

HANDBOEKE IN NATUURWETENSKAPONDERRIG

2.1 INLEIDING

Volgens Carvalho en Perez (1993:1) het die handboek sy ontstaan in antieke Griekeland. Die gebruik van handboeke vir formele onderrig het sedertdien die toets van die tyd deurstaan. Tot vandag is die handboek een van die hoofbronne wat onderwysers gebruik en wat hul pedagogie beïnvloed. Handboeke interpreteer die kurrikulum (Leite, 1999:76) en organiseer die daaglikse klaskamerroetine (Gouws & Smith, 2000).

Die volgende kort oorsig van die geskiedenis van natuurwetenskaponderrig in die Westerse wêreld (paragraaf 2.2) gee perspektief op die huidige stand van sake in skole. Die handboek wat die primêre onderwys hulpmiddel van die meeste onderwysers is (paragraaf 2.3), het voor- en nadele (paragraaf 2.4) wat in gedagte gehou moet word wanneer onderwysers handboeke kies (paragraaf 2.5).

2.2 GESKIEDENIS VAN WESTERSE NATUURWETENSKAPONDERRIG

2.2.1 VAN 1840 TOT 1960

Voor 1840 was daar weinig of geen sprake van formele natuurwetenskaponderrig in Westerse skole (Strube 1985:17-51). In Brittanje was daar 'n aantal skoolleesboekies soos "Conversations in Chemistry" en tydskrifte soos "Mechanics Magazine" beskikbaar. Van 1840 tot 1900 ontstaan daar onder meer as gevolg van die Industriële Revolusie skoolvakke soos Chemie, Fisika, Plantkunde en Dierkunde. Hierdie handboeke was swak geskryf, het nie tot die kinders gespreek nie en was outoritêr met 'n skyn van gesaghebbende alwetendheid.

Van 1900 tot 1960 is chemie-onderwys gekenmerk deur die sogenaamde “preps and props”-benadering, dit wil sê dit het gegaan oor die voorkoms, bereiding en eienskappe van gasse soos suurstof, waterstof, stikstof, koolsuurgas, chloor en swaeldioksied (Strube, 1985).

Die chemie van bekende stowwe is ondersoek vanuit 'n verwysingsraamwerk van sure, basisse en soute. Die periodieke tabel was bykans onaangeraak.

Die fisika-onderwys het uit meganika, warmte, lig en klank, elektrisiteit en magnetisme bestaan. Onder invloed van mense soos Dewey en Armstrong is die ontdekkings- of heuristiese metode sterk gepropageer (Strube, 1985:17-51). Daar is daadwerklik in skoolhandboeke en sillabusse gepoog om benewens die natuurwetenskaplike beginsels ook toepassings daarvan in die nywerheid en tegnologie weer te gee. Welbekende onderwerpe uit daardie era is onder meer die stoomenjin en elektriese motor as toepassings van die relevante terreine van termodinamika en elektromagnetisme.

2.2.2 VAN 1960 TOT 1970

Met die lansering van die Russiese Sputnik 1 in Oktober 1957 het die mens vir die eerste keer daarin geslaag om 'n voorwerp ontsnapsnelheid uit die aarde se gravitasieveld te laat bereik. Dit het die Verenigde State van Amerika en die Westerse wêreld met 'n skok laat besef hoe groot hul agterstand op tegnologiese en natuurwetenskaplike gebied was (Strube, 1985:17-51). In talle indringende ondersoeke na die tekort aan hoëvlakmannekrag in die natuurwetenskappe en tegnologie is die gehalte van natuurwetenskaponderrig telkens uitgesonder as die belangrikste onderliggende oorsaak. Vanaf die jare 60 ontstaan 'n aantal vernuwingsprojekte om die gehalte van natuurwetenskaponderrig te verbeter, eers in die VSA en daarna in ander lande.

2.3 DIE HANDBOEK AS ONDERWYSHULPMIDDEL

Hoewel skoolhandboeke primêr vir leerders geskryf is, toon navorsing dat onderwysers ook daarvan afhanklik is (Leite, 1999). Volgens Trowbridge, *et al.* (2000:229) is handboeke vandag die middelpunt van wetenskaponderrig. Wetenskaponderwysers gebruik handboeke as riglyn om leer te bevorder. 'n Goeie natuurwetenskapshandboek voorsien 'n verskeidenheid ondersteuningsmateriaal aan die onderwyser om hom/haar te

help beplan (Tarr *et al.*, 2006:53). Dit lewer ook agtergrondmateriaal en insig aan onderwysers om leerders ontdekkings te laat doen en algemene wetenskaplike idees te ontwikkel (Seeley, 2003). Verder behoort dit die onderwyser te help om sy eie kennis in die vak te verbreed deur 'n oorsig van die "groot idees" in elke eenheid te gee en deur te verduidelik hoe hierdie idees bou op vorige inhoud asook waartoe dit mag lei (Seeley, 2003).

Om handboeke te gebruik, is een van die maniere om die vakinhoud te interpreteer en te organiseer met die oog op effektiewe onderrig (Seeley, 2003). Handboeke kan van groot hulp wees vir onervare onderwysers. Die handboek kan as riglyn vir die organisering van die vakinhoud gebruik word. Dit bevat belangrike verduidelikings, voorbeelde, probleme, eksperimente en huiswerkoefeninge. In baie gevalle sal die onderwyser bykomende vakinhoud in die handboek vind wat gebruik kan word om begaafde leerders te stimuleer.

Onderwysers moet weet waarmee leerders probleme ondervind en hoe om hulle daarmee te help. 'n Kwaliteit-handboek sal die onderwyser toerus met assesseringsbronne. Handboeke kan onderwysers toerus met insig oor wat leerders reeds mag weet oor 'n sekere wetenskaplike onderwerp, insluitend wanbegrippe wat na vore mag kom (Seeley, 2003).

2.4 VOOR- EN NADELE VAN HANDBOEKE IN SKOOLONDERRIG

2.4.1 VOORDELE

Volgens Hubisz (2003:52) beskik baie onderwysers nie oor die nodige wetenskaplike opleiding om wetenskap in die klaskamer toe te pas nie. Met 'n goeie handboek kan hulle leer terwyl hulle onderrig voortgaan. Buiten die primêre doel om leiding aan leerders ten opsigte van die voorgestelde kurrikulum te gee, is die handboek ook 'n belangrike middel om die leerder as wetenskaplike op te voed (Dall'Alba *et al.*, 1993:86).

Dreckmeyr (1994:57) som die voordele wat die gebruik van 'n handboek kan inhou soos volg op. Die handboek kan gebruik word:

- as 'n vertrekpunt van 'n les;

- vir selfstudie en klaskameraktiwiteite;
- Vir bykomende materiaal wat die les/onderwerp meer interessant kan maak; en
- as 'n akkurate bron van kennis;
- vir hersiening.

2.4.2 NADELE

Daar is empiriese bewyse dat handboeke onakkuraat en vol foute is en selfs alternatiewe begrippe by gebruikers kan veroorsaak of versterk (Odom, 1993:468; Hubisz, 2003:50). Hubisz (2003:50) het byvoorbeeld die volgende foute in wetenskaphandboeke gevind:

- Lampe verskaf volts.
- Die absolute nulpunt word gedefinieer as die temperatuur waarby molekules so koud is dat hulle nie kan beweeg nie.
- Gravitatieversnelling op die maan is een-sesde van die waarde op die aarde omdat die maan se massa een-sesde van die van die aarde is.

Foute kom ook as gevolg van swak taalgebruik voor. Uitdrukkings soos spoed, snelheid en versnelling word byvoorbeeld verwar. Dit is uiters belangrik dat handboeke akkuraat moet wees en gemik word op die graad van die leerling wat dit gebruik (Hubisz, 2003:51).

Wetenskaphandboeke in die VSA probeer om te veel onderwerpe te dek, maar misluk daarin om enige daarvan in diepte te ontwikkel (NSTA, 2005). Die meeste wetenskaphandboeke bevat mooi prentjies en 'n lae leesvlak, waarskynlik omdat leerders makliker op illustrasies, grafieke en items wat uitgelig (in swart gedruk is) reageer (Hubisz, 2003:52). Daar moet egter meer op die inhoud gefokus word. Daar is ook bevind dat baie van die materiaal in die handboeke niks met wetenskap te doen het nie.

Die meeste handboeke wat Hubisz (2003) geëvalueer het, het nie wetenskaplike metodes beskryf nie. Hy of sy is van mening dat leerders van vroeg af moet leer wat die verskil tussen 'n wet en 'n teorie is. Hulle moet ook verstaan wat navorsing is en dat dit beide teoreties en eksperimenteel is. Wetenskaphandboeke is ook geneig om wetenskap as klaargemaakte feite aan te bied en wiskundige formulering te oorbeklemtoon (Stinner, 1992:2).

Leerders moet die nodige vaardighede aanleer en verstaan waarom hulle die nodige eksperimente op 'n sekere manier doen. Leerders moet leer om hul bevindings met ander te deel en te bespreek (Hubisz, 2003, Trowbridge *et al.*, 2000) .

Dreckmeyr (1994:57) het die volgende lys saamgestel van nadele wat handboeke vir die onderwyser en leerderinhoud inhou:

- Dit kan lei tot 'n wanbegrip dat alle wetenskaplike kennis en navorsingsprosedures net in boeke gevind kan word.
- Die handboek kan uit inhoud bestaan wat nie voorgeskryf is deur die kurrikulum nie.
- Die temas in die handboek kan verskil van die onderrigwerkskedule/syllabus.
- Die inhoud van die boek moet goed georganiseerd wees en nie konflik uitlok nie.
- Die handboek se taalgebruik moet vir almal in die klaskamer verstaanbaar wees.

2.5 KEUSE VAN HANDBOEKE

Uit paragrafe 2.3 en 2.4 volg dat die wetenskaponderwyser se keuse van handboeke om ondersteuning, rigting en fokus aan te dui, baie belangrik is. 'n Handboek kan sy organisasie en aanbieding van die vakinhoud beïnvloed. 'n Onderwyser moet dus elke handboek wat beskikbaar is, versigtig oorweeg, sekere kriteria toepas (paragraaf 2.5.1) en bewus wees van struikelblokke (paragraaf 2.5.2).

2.5.1 KRITERIA VIR DIE SELEKSIE VAN WETENSAPHANDBOEKE

Volgens Tarr *et al.* (2006:50) sukkel onderwysers om uit 'n wye verskeidenheid van handboeke die regte een te kies. 'n Belangrike kriterium vir die keuse van 'n handboek is om op die regte wetenskaplike terme en begrippe te fokus (Seeley, 2003). Navorsers het bevind dat handboeke 'n belangrike rol speel in die wetenskapklaskamer en volgens Gouws en Smith (2000) en Peak (1996) moet aandag geskenk word aan die inhoud en hoe dit oorgedra word.

Tarr *et al.* (2006:54) noem drie sleutelvrae wat met die seleksie van wiskundehandboeke gevra kan word. Dieselfde vrae behoort ook vir die seleksie van natuurwetenskapshandboeke te geld, naamlik:

- Vakinhoudelike beklemtoning: Bevat en ontwikkel die handboek vakinhoudelike begrippe op 'n wyse wat voldoende, uitdagend, en toeganklik is vir alle studente?
- Onderrigfokus: Is die studente besig met die vak, of anders gestel, is daar genoeg aktiwiteit vir alle studente?
- Onderwyserondersteuning: Het ondersteuningsmateriaal die potensiaal om die kwaliteit van die vakonderrig te bevorder?

Volgens Hubisz (2003) en Dreckmeyer (1994) moet tegniese aspekte ook aandag geniet in die keuse van 'n geskikte handboek deur die wetenskaponderwyser.

Kriteria waarna die wetenskaponderwyser moet oplet ten opsigte van bogenoemde vier aspekte (vakinhoudelike beklemtoning, onderrigfokus, onderwyserondersteuning en tegniese aspekte), word in die volgende paragrafe gegee.

Beklemtoning van vakinhoud

Hubisz (2003:51) stel die noodsaaklikheid van die vakinhoud in 'n natuurwetenskapshandboek onomwonde: "When a book purports to be about physical science, I expect to find science". Ongelukkig word baie irrelevante inligting aangetref.

'n Kwaliteit-wetenskapshandboek behoort aan die volgende vakinhoudelike kriteria te voldoen (Dreckmeyer, 1994:59; Tarr *et al.*, 2006):

- Die inhoud moet verband hou met die kurrikulum.
- Die inhoud moet wetenskaplik korrek wees.
- Onderwerpe moet in diepte bestudeer word en progressief uitgebrei word in volgende grade.
- Daar moet 'n balans wees tussen vaardigheidsontwikkeling, begripvorming en wetenskaplike prosesse.
- Interessante beprekings van gegewe onderwerpe moet ingesluit word.
- Die inhoud moet geskik wees vir die ouderdomsgroep en die ervaring van die groep.
- Voorbeelde moet alledaags wees en van toepassing wees op die staat en land waar dit gebruik word.

- Leermateriaal moet geïntegreer word met ander afdelings en vakke.

Onderrigfokus

Volgens Dreckmeyer (1994:59) moet die aanbieding van die inhoud aan die volgende vereistes voldoen:

- 'n Ondersoekende benadering moet gevolg word in plaas van 'n voorstelling aan wetenskaplike feite, wette en teorieë.
- Diagramme moet korrek, duidelik en netjies wees en moet bydra tot die beter verstaan van die vakinhoud.
- Inligting moet voorgestel word in die vorm van tabelle, grafieke en histogramme.
- Die onderwerpe moet goed georden wees en op mekaar volg.
- Die taal moet gepas wees vir die spesifieke graad.

Ten opsigte van probleemoplossing en aktiwiteite stel Tarr *et al.* (2006:51) en Dreckmeyer (1994: 59) die volgende voor:

- Probleme moet uitdagend en van toepassing wees op die leerders se daaglikse lewe.
- Interessante aktiwiteite wat verband hou met die inhoud, is belangrik
- Aktiwiteite moet leerders help om hul voorkennis met nuwe ervaring en kennis te verbind.

Handboeke, aktiwiteite en probleme moet van so 'n aard wees dat dit die leerders wetenskaplik aan die dink sit (Seeley, 2003). Leerders leer wetenskap meer effektief wanneer hulle aktief betrek word. Handboeke kan 'n sleutelrol speel om onderwysers te help om 'n leeromgewing te skep waarin leerders gebeurtenisse en eksperimente self ervaar en probleme self oplos. Goeie handboeke voorsien onderwysers van probleme, aktiwiteite en navorsing wat leerders in ondersoeke betrek. Dit help leerders om hul eie werk en die van hul maats te evalueer en wetenskaplike vaardighede te ontwikkel (NCTM, 2000:21).

Onderwyserondersteuning

Volgens Tarr *et al.* (2006:53) kan onderwysers op die volgende let wanneer 'n onderwysershandleiding geselekteer word. Die handleiding moet:

- Assesseringhulpmiddels (take, oop vrae, en toetse) voorsien om leer te assesser en besluite ten opsigte van verdere onderrig te lei;
- geleenthede bied vir onderwysers om hul eie begrip van die vakkundige idees uit te brei;
- voorsiening maak vir leerders met spesiale behoeftes;
- inligting gee oor wat leerders reeds mag weet en watter wanbegrippe mag voorkom;
- genoeg probleemaktiwiteite, oefeninge en projekte wat vir huiswerk gegee kan word, voorsien; en
- diagramme, grafieke, datastelle en modelle insluit om leerders te help om vakkundige idees te formuleer.

Tegniese aspekte

Vir Dreckmeyer (1994:59) en Hubisz (2003) is dit belangrik dat wanneer 'n wetenskapshandboek gekies word, tegniese aspekte ook in ag geneem moet word: Die handboek moet:

- Aantreklik wees met 'n buiteblad wat aandag trek;
- maklik leesbare letters en opskrifte hê;
- goeie kwaliteit illustrasies bevat;
- 'n funksionele grootte hê; en
- goed gebind wees sodat dit lank kan hou.

2.5.2 STRUIKELBLOKKE

Bogdan en Biklen (1994) het in 1994 'n studie van onderwysers se selektering van handboeke gedoen. Vier onderwysers van 'n openbare middelbare skool in Vicoso, VSA, is in hul studie betrek. Die volgende is gevind:

- Die onderwysers het te min tyd tot hul beskikking gehad vir die seleksie van 'n geskikte handboek, omdat hulle werk te veel was.
- Die onderwysers het nie vooraf oor kriteria beskik om die handboeke te selekteer nie en het dus hul eie kriteria gevolg.

Die onderwysers is ook gevra watter struikelblokke hulle in die onderrig van wetenskap ervaar. Hulle het na die volgende verwys (Bogdan & Biklen, 1994):

1. Die handboeke is onaantreklik om te gebruik.
2. Laboratoriums beskik nie oor nodige apparaat waarna handboeke verwys nie.
3. Hulle gebruik die handboek as die enigste bron van onderrig, omdat daar nie genoeg onderrigmateriaal en navorsingsbronne tot hul beskikking is nie.

2.6 SAMEVATTING

Die selektering van die regte handboek het 'n ernstige invloed op wat die leerders gaan leer en hoe hulle dit leer. Natuurwetenskapshandboeke dien as 'n gids vir wat natuurwetenskapleerders behoort te leer en ervaar in die wetenskapklaskamer. Vir die onderwyser is handboeke 'n bron van wetenskaplike inhoud, idees hoe om die inhoud te onderrig en hoe om leerders by natuurwetenskaplike denke te betrek. Dit gee ook assesseringsriglyne vir die onderwyser en is 'n bron van aktiwiteite en huiswerkprobleme. Die onderwyser en handboekskrywers moet onthou dat die wetenskapshandboek sterk boodskappe uitstuur oor die aard en wese van natuurwetenskap en die leerders as wetenskaplikes moet vorm. Dit is dus van wesenlike belang dat die regte handboek vir die klaskamer gekies word. Hierin moet veral gelet word op die vakinhoud en onderrigstrategieë.

Hierdie twee aspekte word in die volgende hoofstukke bespreek met verwysing na die onderwerp warmte waarop die studie fokus. In Hoofstuk 3 word gekyk na die wetenskaplike aanbieding van die onderwerp warmte, terwyl Hoofstuk 4 konstruktivistiese onderrigstrategieë bespreek waarvolgens die inhoud aangebied kan word.

HOOFSTUK 3

DIE ONDERWERP WARMTE IN NATUURWETENSKAP

3.1 INLEIDING

In alledaagse taal word die woord "warmte" dikwels as 'n sinoniem vir hitte of met verwysing na 'n warm temperatuur gebruik (Knight, 2004:520). Uitdrukkings soos "Dis drukkend warm vandag" of "Stel die warmte af" is erfenisse van die tyd toe warmte nog gesien is as materie met fluïd-eienskappe. Die historiese ontwikkeling van die warmtebegrip in natuurwetenskap word in die volgende paragraaf (3.2) beskryf.

Soos met alle wetenskaplike begrippe, word die warmtebegrip in natuurwetenskap ook eenduidig gedefinieer. Die definisie wat algemeen gegee word (bv. in Knight, 2004:371) is:

Warmte is die energie wat oorgedra word van 'n voorwerp by 'n hoër temperatuur na 'n ander by 'n laer temperatuur as gevolg van die temperatuurverskil.

Die warmtebegrip word dus verstaan in terme van die begrippe *energie*, *oordrag* van energie in *materie* en *temperatuur*. Volgens Hewitt (2002:104) is energie moontlik die mees sentrale begrip in die wetenskap. Die kombinasie van energie en materie vorm saam die heelal: Materie is substansie en energie die beweging van substansie. Materie is maklik om te begryp, aangesien dit dinge is wat ons kan sien, ruik en voel. Dit besit massa en beslaan ruimte. Daarenteen is energie 'n abstrakte begrip. Al is energie aan ons bekend, is dit moeilik om dit te definieer, omdat dit nie net iets is nie maar ook 'n proses is. Persone, plekke en dinge het energie, maar ons neem energie net waar wanneer dit oorgedra of verander word. Om die warmtebegrip te verstaan, moet beide die materie en energiebegrippe verstaan word. In hierdie hoofstuk word hierdie wetenskaplike begrippe eers beskryf (paragrafe 3.3 tot 3.8), gevolg deur 'n literatuurstudie van alternatiewe begrippe van warmte (paragrafe 3.9 tot 3.10).

3.2 HISTORIESE ONTWIKKELING VAN DIE BEGRIP WARMTE

In die historiese ontwikkeling van die begrip warmte is verskillende betekenisse daaraan gegee. Volgens die Griekse natuurfilosoof Aristotle, was vuur een van die vier primêre elemente (aarde, vuur, water en lug). Die Grieke het tot die gevolgtrekking gekom dat warmte en lig van mekaar verskil, maar dat albei aspekte van vuur was. Nadat 'n vuur doodgegaan het en die lig weg was, het die warmte oorgebly (Jones, 2005).

3.2.1 LAVOISIER SE KALORIETEORIE

In die 1700's het die eksperimente van Fahrenheit, Black en ander 'n sistematiese kwantitatiewe metode gebruik om temperatuur en warmte te bepaal, maar hulle kon nog nie sê wat warmte was nie. In hierdie tyd was die studie van elektrisiteit die belangrikste. Die Amerikaner Benjamin Franklin het in 1747 voorgestel dat elektrisiteit 'n deurskynende vloeistof is. Daar is aangeneem dat daar twee elektriese vloeistowwe is wat ontstaan deur twee tipes opwekking (Fowler, 2006:1).

In 1787 het Lavoisier, die Franse ontdekker van moderne chemie, geglo dat warmte ook 'n vloeistof is en dit die kalorievloeistof genoem na aanleiding van die Griekse woord vir warmte. Lavoisier was die eerste wetenskaplike wat 'n lys van die elemente saamgestel het om die siening van die elemente van aarde, lug, water en vuur te vervang. Sy lys het 33 elemente bevat wat kalorie en lig ingesluit het. Eienskappe wat aan warmte (kalorie) toegeken is, was: warmte vloei van 'n warm liggaam na 'n koue liggaam en warmte laat 'n gas uitsit, of laat sy druk toeneem as dit in 'n geslote houer geplaas word (Fowler, 2006:1).

3.2.2 GRAAF RUMFORD

Benjamin Thompson was een van die eerste wetenskaplikes wat die idee van warmte as 'n fluïed betwyfel het (Knight, 2004:520). Gedurende die Amerikaanse Revolusie het Thompson na Beiere gevlug waar hy later die titel van graaf Rumford verwerf het. Rumford het in die Beierse leer na die ammunisie omgesien.

Terwyl hy gekyk het na die warm metaalsplinters wat afgegooi word wanneer 'n kanonloop geboor word, het hy gewonder of Lavoisier se kalorie-vloeistofteorie werklik waar was (Hammand, 1923: 23). Hy het geredeneer dat indien warmte 'n vloeistof is, die kanon en boor mettertyd al hul warmte sou verloor (Knight, 2004:520). Maar in plaas daarvan het dit voorgekom asof warmte sonder perk opgewek kan word. Rumford het tot die gevolgtrekking gekom dat warmte nie 'n vloeistof is nie, maar met beweging verband hou.

3.2.3 JAMES PRESCOTT JOULE

Rumford se eksperimente en betoog het wetenskaplikes nog nie oortuig dat warmte nie 'n fluïed is nie (Kotz *et al.*, 2006:251). Noukeurige eksperimente van James Prescott Joule het die kalorigeorie finaal verwerp. Hy het bewys dat die hoeveelheid warmte in 'n geleidingsdraad eweredig is aan die produk van die weerstand van die draad en die kwadraat van die stroom, en verder ook dat warmte en meganiese arbeid na mekaar omgesit kan word. Warmte was dus verbind aan ander vorms van energie en kan gevolglik nie 'n fluïed wees nie. Joule het getoon dat hierdie energie geberg word wanneer werk verrig word. As resultaat van sy eksperimente is gevind dat warmte die oordrag van energie van een liggaam na 'n ander by verskillende temperature is. Joule het ook die wet van behoud van energie geformuleer (Jones, 2005).

3.3 DIE DEELTJIE-AARD VAN MATERIE

Om te verstaan waarom energie-oordrag 'n voorwerp warmer maak (sy temperatuur verhoog), moet na die struktuur van materie gekyk word (Clitheroe & Dilley, 2005:51). Die idee dat materie uit onsigbare klein deeltjies, genaamd atome saamgestel is, gaan so ver terug as die Grieke in die vyfde eeu vC (Hewitt, 2002:203). Wetenskaplikes het toe al gewonder of materie kontinu was of nie. Soos 'n klip in stukke opgebreek kan word en die stukke verfyn kan word tot sand en verder tot poeier, was 'n atoom moontlik die kleinste stukkie materie wat nie verder opgebreek kon word nie.

Die atoom-idee is later in die agtienhonderds deur 'n onderwyser en apteker, John Dalton, hersien. Hy het chemiese reaksies verduidelik aan die hand daarvan dat alle materie uit atome bestaan, maar daar was nie genoeg bewyse hiervoor nie.

In 1827 het 'n Skot, Robert Brown, deur sy mikroskoop gesien dat stuifmeeldeeltjies in water nie stilstaan nie, maar rondbeweeg. Hierdie beweging van deeltjies staan vandag nog bekend as Brown se beweging. In 1905 het Einstein Brown se beweging verklaar as die effek van botsings tussen die sigbare stuifmeeldeeltjies en die onsigbare waterdeeltjies. Die bestaan van die atoom is dus eers aan die begin van die twintigste eeu gestaaf (Hewitt, 2002:203). Die populêre wetenskaplike opvatting is tans dat atome die volgende eienskappe het (Clitheroe & Dilley, 2005:51; Hewitt, 2002:205): Dit is

- baie klein
- talryk
- tydloos
- in voortdurende beweging.

3.4 KINETIESE MOLEKULÊRE GASTEORIE

Vir leerders is een van die belangrikste stappe in die verstaan van die kinetiese molekulêre gasteorie om te begryp dat een vorm van energie omgesit kan word na 'n ander vorm van energie. Byvoorbeeld, 'n elektriese motor sit elektriese energie om in bewegingsenergie (Anon., 2006:1). Die kinetiese molekulêre teorie kan verstaan word in terme van molekule as energie-omsetters.

Die kinetiese molekulêre teorie van materie beskryf die gedrag van materie op molekulêre vlak. Volgens hierdie teorie bestaan alle materie uit geweldige klein deeltjies (atome, molekule of ione) wat in voortdurende beweging is (Kotz *et al.*, 2006:13). Die eienskappe van die toestande van materie, naamlik vaste stof, vloeistof en gasse word met behulp van hierdie teorie beskryf.

'n Belangrike aspek van die teorie is dat hoe hoër die temperatuur, hoe vinniger beweeg die deeltjies (Kotz *et al.*, 2006:14). Wanneer warmte-energie toegevoeg word tot 'n groep molekules word dit omgesit na kinetiese (bewegings-) energie van die molekule met die gevolg dat die temperatuur styg of 'n faseverandering plaasvind (Anon., 2006:1).

3.5 ENERGIE

3.5.1 VORMS VAN ENERGIE

Ons moderne begrip van energie is eers teen die middel van die negentiende eeu geformuleer, dit wil sê amper 200 jaar na Newton (Knight, 2004: 238). Die wet van behoud van energie is eers herken nadat die verband tussen energie en warmte verstaan is.

Kotz en Purcell (1991:197) definieer energie as die kapasiteit om werk te verrig of om warmte oor te dra. Energie kan geklassifiseer word as kinetiese of potensiële energie (Kotz *et al.*, 2006:236; Knight, 2004:279). Potensiële energie is gestoorde energie wat in kinetiese energie omgesit kan word. Kinetiese energie kan ook in potensiële energie omgesit word. Kinetiese energie word vereenselwig met beweging en sluit die volgende energievorms in (Kotz *et al.* 2000:236):

- Termiese energie van subatomiese deeltjies in beweging;
- meganiese energie van makroskopiese voorwerpe in beweging;
- elektriese energie van elektrone wat in 'n geleier beweeg; en
- klankenergie wat verband hou met die saamdrukking en uitbreiding van ruimtes tussen molekule.

Potensiële energie word deur 'n voorwerp besit as gevolg van sy posisie of interaksie tussen voorwerpe en word vereenselwig met aantrekkende en afstotende kragte. Voorbeelde van potensiële energie is (Kotz *et al.* 2006:236):

- Gravitasië-energie soos van 'n voorwerp in die gravitasieveld van die aarde;
- chemiese potensiële energie, soos energie geberg in steenkool; en
- elektrostatiese energie: Potensiële energie vereenselwig met die verwydering tussen twee ongelyksoortige elektriese ladings.

Enige energievorm kan *omgesit* word in 'n ander vorm van energie of *oorgedra* word van een voorwerp of plek na 'n ander (Hewitt, 2002:110,111). Natuurlike prosesse kan beter verstaan en ontleed word in terme van *energieveranderings*.

Die studie van vorms en omsettings van energie het gelei tot een van die grootste veralgemenings in fisika, naamlik die wet van behoud van energie (paragraaf 3.5.2). In enige energie-omsetting is sommige van die energie verbruik as molekulêre energie, genaamd termiese energie en die voorwerp word warm. Aangesien dit meestal oneffektiewe energie is, word van energiedeградasie gepraat (paragraaf 3.5.3).

3.5.2 WET VAN BEHOUD VAN ENERGIE

Die totale energie van 'n geïsoleerde sisteem is konstant. Die meganiese energie (kinetiese + potensiële), termiese energie en ander vorms van interne energie (buiten termiese) binne die sisteem kan die een in die ander omgesit word, maar die som daarvan bly onveranderd (Halliday *et al.*, 2001:155), dit wil sê:

$$E_{\text{sisteem}} = E_{\text{meganies}} + E_{\text{termies}} + E_{\text{intern}} = \text{konstante}$$

Die totale energie van die sisteem kan slegs verander met energie wat na of van die sisteem oorgedra word.

3.5.3 ENERGIEDEGRADASIE

In energie-omsettingsprosesse bly energie behoue, maar word progressief minder bruikbaar (Pinto *et al.*, 2005:40). Sonenergie en energie wat in brandstowwe geberg is, is voorbeelde van hoëkwaliteit-energie omdat dit die potensiaal het om na ander bruikbare vorms omgesit te word (Knight, 2004:339). In die omsettingsprosesse word van die energie egter omgesit (gedegradeer) na minder bruikbare termiese energie.

Pinto *et al.* (2005:40) is van mening dat om die energiebegrip deeglik te verstaan, dit nodig is dat leerders beide die begrippe van behoud en degradasie van energie moet verstaan en daartussen moet kan onderskei.

3.6 TEMPERATUUR EN MOLEKULÊRE KINETIESE ENERGIE

Die alledaagse betekenis van temperatuur is dat dit 'n meting is van hoe warm of hoe koud 'n voorwerp is volgens 'n temperatuurskaal (Hewitt, 2002:290; Knight, 2004:490).

In 1602 het Galileo die eerste termometer gemaak. Die meeste termometers meet temperatuur deur die uitsetting of inkrimping van 'n vloeistof, gewoonlik kwik of gekleurde alkohol (Griffith, 1992:174; Hewitt, 2002:291).

Die fisiese eienskap van 'n sisteem wat gemeet word wanneer sy temperatuur bepaal word, is termiese energie (Knight, 2004:490). Termiese energie is die som van die kinetiese en potensiële energie van die atome en molekule in die sisteem soos hulle vibreer (in 'n vaste stof) en rondbeweeg (in 'n fluïed). Hoe hoër die temperatuur is, hoe hoër is die termiese energie. Wanneer twee voorwerpe by verskillende temperatuur met mekaar in aanraking kom, sal die temperatuur van die kouer voorwerp verhoog en die temperatuur van die warmer een verlaag tot dieselfde temperatuur (termiese ewewig) bereik is (Griffith, 1992:177).

Die definisie van temperatuur as die gemiddelde kinetiese energie per molekule kan verstaan word in die konteks van molekule as energie-omsetters. Dus, as die temperatuur van 'n stof hoog is, beteken dit dat die molekule baie kinetiese energie bevat wat omgesit kan word in warmte-energie (Anon., 2006:1).

Drie belangrike aspekte van termiese energie en temperatuur moet verstaan word, naamlik (Kotz *et al.*, 2006:237):

- Warmte is nie dieselfde as temperatuur nie.
- Hoe meer termiese energie 'n stof besit, hoe meer is die beweging van sy atome en molekule.
- Die totale termiese energie van 'n voorwerp is die somtotaal van die individuele energieë van al die atome, molekule of ione in die voorwerp.

Die termiese energie in 'n gegewe stof hang nie net van sy temperatuur af nie, maar ook van die hoeveelheid van die stof. 'n Koppie baie warm koffie mag minder termiese energie hê as 'n bad vol warm water al is die koffie se temperatuur hoër.

3.7 WARMTE

Wanneer jy aan 'n warm stoof raak, word energie na jou hand oorgedra omdat die stoof warmer is as jou hand (Hewitt, 2002:292). Wanneer jy aan 'n stuk ys raak, word energie weer vanaf jou hand na die ys oorgedra.

Die rigting van spontane energie-oordrag is altyd van 'n warmer na 'n kouer voorwerp. Die energie-oordrag van een voorwerp na 'n ander as gevolg van 'n temperatuurverskil tussen die twee word warmte genoem.

'n Voorwerp se temperatuur verhoog omdat energie oorgedra word (Kotz & Purcell, 1991:198). Die energie word oorgedra in die vorm van warmte wanneer twee voorwerpe by verskillende temperature in kontak gebring word. Drie prosesse waardeur warmte oorgedra kan word, is geleiding, konveksie en straling (Cutnell & Johnson, 2007:396-404). Wanneer warmte deur 'n stof (gewoonlik 'n vaste stof) gedra word sonder die beweging van die stof self, vind geleiding plaas. Konveksie is die proses waarin warmte van een plek na 'n ander oorgedra word deur die beweging van 'n fluïed. Straling is die proses waarin energie deur middel van elektromagnetiese golwe oorgedra word.

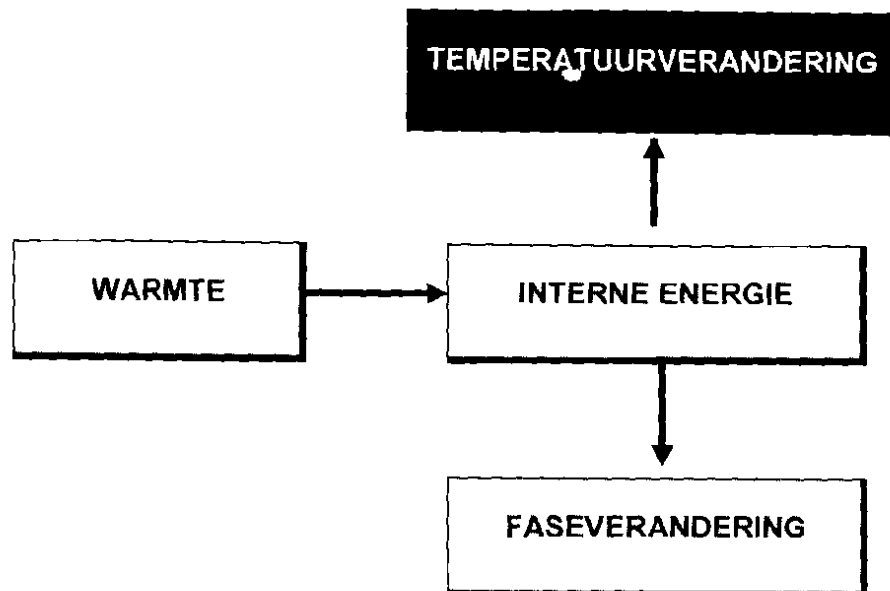
Dit is belangrik om te weet dat materie nie warmte besit nie (Hewitt, 2002:292), dit wil sê warmte is nie 'n eienskap van materie nie. Materie besit nie warmte nie, maar molekulêre kinetiese energie en potensiële energie (genaamd interne energie). Wanneer 'n voorwerp warmte opneem of afgee, vermeerder of verminder sy interne energie.

Warmte is oordrag van energie, en daarom word dit gemeet in dieselfde eenheid as werk, kinetiese energie en potensiële energie (Cutnell & Johnson, 2007:372). Gevolglik is die SI-eenheid vir warmte die joule.

3.8 VERBAND TUSSEN WARMTE, TEMPERATUUR EN INTERNE ENERGIE

Warmte wat oorgedra word van 'n warm na 'n kouer voorwerp, kom van die interne energie van die warm voorwerp (Cutnell & Johnson, 2007:372). Die verband tussen die begrippe warmte en interne energie word skematies voorgestel in Diagram 3.1.

Wanneer warmte toegevoeg of weggeneem word van 'n voorwerp, verander sy interne energie. Hierdie verandering kan 'n verandering in temperatuur tot gevolg hê, of 'n verandering in fase.



FIGUUR 3.1: Voorstelling van die verband tussen warmte, interne energie en temperatuur (Cutnell & Johnson, 2007:372).

Warmte speel 'n belangrike rol by faseverandering. Byvoorbeeld, 'n vaste stof kan smelt tot 'n vloeistof as warmte toegevoeg word, terwyl 'n vloeistof kan vries tot 'n vaste stof as warmte weggeneem word. Wanneer 'n stof van een fase na 'n ander verander, hang die hoeveelheid warmte wat toegevoeg of weggeneem moet word af van die tipe materiaal (Cutnell & Johnson, 2007:377). Warmte vloei vanaf die warmer na die kouer voorwerp. Warmtevloei is dus 'n vorm van energie-oordrag tussen voorwerpe. Die spesifieke warmtekapasiteit van 'n materiaal is die hoeveelheid warmte nodig om 'n gegewe massa van die materiaal by 'n spesifieke temperatuur te verander. Water het 'n baie groot spesifieke warmtekapasiteit in vergelyking met ander stowwe. Omdat water so 'n groot spesifieke warmtekapasiteit het, sal dit stadiger afkoel as staal.

Dit sal 'n groot hoeveelheid warmte neem om die temperatuur van water te verander omdat dit so 'n groot spesifieke warmtekapasiteit het (Griffith, 1992:178).

Warmte wat toegevoeg word, laat die temperatuur van 'n liggaam styg; warmte wat weggeneem word sal die liggaam se temperatuur laat daal. Soos vroeër genoem, is warmte en temperatuur nie dieselfde nie. Die hoeveelheid warmte wat toegevoeg of weggeneem moet word om 'n gegewe verandering in temperatuur mee te bring, hang grootliks af van die hoeveelheid materiaal (massa) en die spesifieke warmtekapasiteit van die materiaal (Griffith, 1992:178).

Temperatuur is 'n hoeveelheid wat aandui in watter rigting warmte sal vloei. As die twee voorwerpe by dieselfde temperatuur is, sal daar geen warmte vloei nie. As hulle by verskillende temperature is, sal die rigting van warmtevloei van die hoër na die laer temperatuur wees (Griffith, 1992:179). Die rigting van warmte-oordrag is 'n belangrike beginsel van termodinamika (Kotz *et al.*, 2006:239). Die hoeveelheid warmte wat oorgedra word, hang grootliks af van die temperatuurverskil tussen die twee materiale en hul massa sowel as spesifieke warmtekapasiteit. Warmte is termiese energie wat oorgedra word van een voorwerp na 'n ander wanneer daar 'n verskil in temperatuur is tussen die twee voorwerpe. Temperatuur is die hoeveelheid wat aantoon of warmte sal vloei of nie tussen twee voorwerpe en in watter rigting warmte sal vloei. Voorwerpe by dieselfde temperatuur is in termiese ewewig en geen warmte sal van een na die ander vloei nie (Griffith, 1992:179). Die somtotaal van al die energie van al die molekules in 'n stof word die terminale energie of interne energie genoem (Giancoli, 1998:419). Die rigting waarin warmte vloei, hang van die temperatuur af, nie van die hoeveelheid interne energie nie.

Wanneer warmte-oordrag binne 'n sisteem plaasvind, is die hoeveelheid warmte wat verloor word deur die warmer voorwerp numeries gelyk aan die hoeveelheid warmte wat die kouer voorwerp in kontak daarmee bygekry het. Die wet van behoud van energie bepaal dit (Kotz *et al.*, 2006: 239).

3.9 ALTERNATIEWE BEGRIPPE IN NATUURWETENSKAP

3.9.1 WAT IS ALTERNATIEWE BEGRIPPE?

'n Alternatiewe opvatting in natuurwetenskap is 'n begrip wat nie ooreenstem met die algemeen aanvaarde wetenskaplike begrip nie (Thijs & Van den Berg, 1995:318). Talle voorbeelde van alternatiewe begrippe is reeds gedokumenteer.

Eienskappe van alternatiewe begrippe is dat dit persoonlik, nie-koherent en stabiel is (Driver *et al.*, 1989:2, 3). Die meeste mense besef nie dat hul alternatiewe idees foutief is nie (Hanuscin, 2006:1). Verder is hulle teësinnig om gevestigde alternatiewe begrippe te verander (Driver *et al.*, 1989:3). Volgens die konstruktivisties leerteorie bou leerders nuwe kennis op bestaande kennis (sien afdeling 4.2.1.). Daar kan dus verwag word dat alternatiewe begrippe 'n groot impak sal hê op effektiewe leer (Hanuscin, 2006:1).

3.9.2 HOE VORM LEERDERS ALTERNATIEWE BEGRIPPE?

Kinders probeer al van kleins af waarnemings en ervarings verklaar. Hul redenasies is egter net op 'n beperkte aantal waarneembare eienskappe gerig (Driver *et al.*, 1989:193-194). Dit gee aanleiding tot alternatiewe begrippe. Alternatiewe begrippe kan ook van een persoon na 'n ander – byvoorbeeld 'n onderwyser na 'n leerder – oorgedra word (Hanuscin, 2006:1). In ander gevalle kan leerders twee gegewens kombineer. Partykeer maak leerders vir hulself logiese afleidings wat vir hulle korrek lyk omdat hulle nie oor die nodige kennis of ervaring beskik nie. Alternatiewe begrippe word gevorm as leerders nie die geleentheid gegee word om te verduidelik hoe hulle die begrip verstaan nie of om hul idees te ondersoek nie (Stepans, 1994). Dit is ook moontlik dat sommige idees net te abstrak en moeilik is vir leerders wat nog in 'n konkrete leerstadium is.

Een van die mees algemene bronne van alternatiewe begrippe is ons daaglikse taalgebruik wat nie ooreenstem met die wetenskaplike taalgebruik nie (Hanuscin, 2006:1).

Sketse en tweedimensionele modelle in handboeke en ander onderrigmateriaal kan misleidend wees en ook alternatiewe begrippe tot gevolg hê.

3.10 ALTERNATIEWE BEGRIPPE VAN WARMTE

3.10.1 LEERDERS SE ALTERNATIEWE BEGRIPPE VAN WARMTE

Leerders maak van jongs af kennis maak met dinge soos warm en koue dae, ysige oggende, koue en warm hande/voete, en vuur. Dit het tot gevolg dat leerders hul eie afleidings en voorspellings maak.

Hulle leer om nie hul hande te na aan 'n oop vuur te hou nie of aan 'n warm plaat te raak nie. Hulle leer dat warm water in 'n bad afgekoel kan word deur koue water by te tap, en dat 'n yskoue koeldrank warm sal word as jy dit vir 'n rukkie laat staan Clough en Driver (1985:177) .

Al ervaar leerders van kleins af reeds die uitwerking van warmte, het baie van hulle alternatiewe begrippe oor wat warmte is. In navorsing van leerders se siening van warmte en temperatuur is die volgende alternatiewe begrippe geïdentifiseer (Erickson & Tiberghien, 1989, Driver *et al.*, 1994, Rowell *et al.*, 1990 en Leite, 1999):

Warmte is:

1. 'n Soort vloeistof. Dit versamel op 'n plek tot dit vol is en "bars" dan na ander dele van die stof;
2. die totale hoeveelheid energie in 'n stof;
3. 'n stof soos lug of stoom; en
4. 'n stof wat by 'n voorwerp gevoeg of weggeneem kan word.

Warmte en temperatuur:

5. Leerders kan nie onderskei tussen warmte en temperatuur nie. Temperatuur is warmte.
6. Temperatuur is 'n meting van die hoeveelheid warmte en koue binne 'n voorwerp.
7. Om warm of koud te wees, is 'n eienskap van sommige materiale, bv. 'n metaal is koud en wol is warm.
8. Groter ysblokkies het 'n kouer temperatuur.
9. Alle voorwerpe besit 'n mengsel van warmte en koue.
10. As warmte by 'n liggaam gevoeg word, verhoog die temperatuur altyd. Leerders verstaan nie die konstante temperatuur by 'n faseverandering nie.

11. Sagte stowwe smelt vinniger as harde stowwe.

Warmte-oordrag

12. Koue word oorgedra van 'n kouer voorwerp na 'n warmer voorwerp; warmte en koue word op dieselfde tyd oorgedra.
13. Metale word gouer warm want hulle "trek warmte aan", "suig hitte in" of "hou hitte goed".
14. Sommige stowwe kan nie warm word nie (soos koekmeel, suiker en lig).
15. Warmte laat dinge opstyg. Dinge styg op omdat "warmte opstyg" en beweeg so rond.

Hoe leerders hul alternatiewe begrippe gebruik om waarnemings te verklaar, word geïllustreer in die volgende demonstrasies van Erickson (1980:326):

DEMONSTRASIE 1

Waarneming: Die dunner draad het vinniger warm geword as die dikker draad, want:

Leerders se verduidelikings:

1. Die groter draad bevat meer lugspasies vir warmte om in te beweeg.
2. Die groter draad trek meer warmte-deeltjies aan as die kleiner draad.
3. Die groter draad het meer metaaldeeltjies om rond te beweeg.
4. Warmte bou by een punt op tot dit nie meer kan nie en beweeg dan voort deur die draad.

DEMONSTRASIE 2

Waarneming: Die was het gesmelt:

Leerders se verduidelikings:

1. Dit was 'n sagte stof.
2. Die warmtedeeltjies het binne-in gegaan en die wasdeeltjies uitmekaargedruk.
3. Die wasdeeltjies het so vinnig beweeg dat hulle nie aan mekaar kon vashou nie.

DEMONSTRASIE 3

Waarneming: Die temperatuur van water het afgeneem toe 'n ysblokkie ingegooi is:

Verduidelikings:

1. Die ysblokkie het sommige van die warmtedeeltjies weg van die waterdeeltjies getrek.
2. Van die koue het die ysblokkie verlaat en in die water gegaan.
3. Die waterdeeltjies verloor van hul spoed wanneer hulle met die ysblokkiedeeltjies bots.

3.10.2 OORSAKE VAN ALTERNATIEWE BEGRIPPE VAN WARMTE

Erickson en Tiberghien (1989:52) verwys na die volgende oorsake van leerders se alternatiewe begrippe van warmte en temperatuur. Die woord warmte word in die algemeen anders gebruik as in natuurwetenskap. In die klaskamer hoor ons leerders sê dat "warmte verloor of opgeneem word" deur 'n voorwerp wanneer dit in aanraking kom met ander stowwe, of dat warmte "vloei in 'n ysterdraad" wanneer die draad aan die een kant verhit word. Hierdie uitdrukkings illustreer dat warmte die vermoë het om voorwerpe warmer te maak, in voorwerpe geberg kan word of van een voorwerp of plek na 'n ander oorgedra kan word (Erickson & Tiberghien, 1989:53). Hierdie sienings stem ooreen met die kalorie-idee (Afdeling 3.2.1).

Algemene taalgebruik kan misleidend wees en gevolglik die vorming van die wetenskaplike begrip van warmte verhoed (Knight, 2004:522), soos wanneer 'n glyende voorwerp as gevolg van wrywing tot stilstand kom.

Daar word algemeen gesê dat kinetiese energie in *warmte* omgesit is. In werklikheid is warmte glad nie in die proses betrokke nie, want omsetting van energie vind nie plaas as gevolg van 'n temperatuurverskil nie. Wat gebeur is dat die voorwerp se kinetiese energie omgesit word in die termiese energie van die atome en molekule.

3.10.3 ONTWIKKELING VAN DIE WARMTEBEGRIIP BY KINDERS

Studies met baie jong leerders wat geen formele onderrig in natuurwetenskappe ontvang het nie, het getoon dat hulle deur ervaring geleer het en dat sekere dinge warmer voel as ander as jy daaraan raak (Carlton, 2000:101). Metale voel byvoorbeeld kouer as voorwerpe wat van hout of wol gemaak is, al is hulle by dieselfde temperatuur.

Reeds op 'n vroeë ouderdom (rondom twee jaar), het die kind 'n begrip van 'n "warm voorwerp". Die warm voorwerp word in geheel as warm gesien (Albert, 1978:390). Leerders tussen die ouderdom van vier tot ses is gevra om voorbeelde van warmte te gee, en hulle antwoorde was soos volg: Tami (vier jaar oud): "Son warm"; Beverly (vyf jaar oud): "warmte is warm, son is warm, vuur is warm"; Mina (ses jaar oud): "Die son maak jou warm. Die oond is aan en dit maak jou ook warm. Water wat kook maak jou warm." Die kind maak dus op hierdie ouderdom (tussen twee tot ses jaar) assosiasies met dinge/gebeurtenisse waarmee hulle in aanraking kom en sien die son as hoofbron van warmte en straling (Albert, 1978:391).

Tussen die ouderdom van ses tot agt jaar kom die kind agter dat hy/sy warmte kan manipuleer deur voorwerpe wat warmte veroorsaak, soos stowe, televisies, of lampe, aan en af te skakel. Hulle kom tot die gevolgtrekking dat wanneer hy/sy die voorwerp aanskakel, dit warm word en wanneer dit afgeskakel word, die voorwerp weer koud word. 'n Sewejarige is gevra om 'n voorbeeld van warmte te gee en haar antwoord was soos volg: "Wanneer jy die stoof aanskakel, is dit warm, en wanneer jy dit afskakel, is dit koud." Ons kan dus sien dat aksies direk met verwagtings dat die voorwerp warmer sal word, vereenselwig word. Geen beplanning of vooruitdenke vind plaas nie (Albert, 1978:392).

Op die ouderdom van nege jaar wil die kind baie dinge doen wat warmte insluit, soos om koek te bak. 'n Kind op die ouderdom van nege is gevra om 'n voorbeeld van warmte te gee en haar antwoord was soos volg: Anna (9 jaar) "Wanneer jy die oond aanskakel en jy gaan iets bak of kook, kan jy warmte voel" (Albert, 1978:393).

Op hierdie ouderdom vereenseelwig die kind ook warmte met hul eie liggame wanneer hulle oor die warmtebegrip praat. Op die vraag: "Waar anders is warmte?" het die negejarige Anna soos volg geantwoord: "As jy buite is vir 'n lang ruk en jy speel 'n speletjie waarin jy rondhardloop, kan jy dit voel, die warmte." Die kind kom agter dat hy/sy bepaal of jy warm kry of nie. As jy vir 'n lang ruk gaan rondhardloop, sal jy warm kry en wanneer jy vir 'n rukkie stilstaan, sal jy weer afkoel (Albert, 1978:393).

Die kind kan op die ouderdom van tien tussen warm en koue voorwerpe onderskei deur vorige ondervindings. Byvoorbeeld wanneer jy 'n warm voorwerp aanraak, sal jy brand. Wanneer jy jou vinger vinnig deur 'n kers trek, brand jy nie, maar as jy hom vir 'n rukkie daar gaan hou sal jy jou vinger brand (Albert, 1978:394). Op hierdie ouderdom ontwikkel die kind nuwe begrippe van die begrip warmte. Hulle verwys na warmte as iets wat aktief is en beweeg ("Dit beweeg," "dit kom af," "dit kom na die venster toe".)

3.11 SAMEVATTING

Die probleem met die warmtebegrip is tweevoudig: konseptueel en taalkundig (Knight, 2004:522). Op konseptuele vlak is dit belangrik om te onderskei tussen die verwante begrippe van warmte, temperatuur en termiese energie. Algemene taalgebruik kan misleidend wees en gevolglik die vorming van die wetenskaplike begrip van warmte verhoed. Wanneer 'n glyende voorwerp as gevolg van wrywing tot stilstand kom, word algemeen gesê dat kinetiese energie in *warmte* omgesit is. In werklikheid is warmte nie betrokke in die proses nie, want omsetting van energie vind nie plaas as gevolg van 'n temperatuurverskil nie. Wat gebeur is dat die voorwerp se kinetiese energie in die termiese energie van die atome en molekule omgesit word.

Uitdrukkings soos "warmtevloei" en "warmtekapasiteit" is erfenisse van die historiese kaloriëteorie (Knight, 2004:523). Hierdie uitdrukkings veronderstel verkeerdelik dat warmte 'n stof is wat van een voorwerp na 'n ander kan vloei.

'n Verdere taalkundige probleem is alledaagse uitdrukkings soos "om warm te maak", wat die woord warmte as 'n werkwoord gebruik. Volgens die definisie van warmte (paragraaf 3.1) is dit 'n selfstandige naamwoord wat op 'n proses dui.

'n Belangrike deel van die empiriese studie (Hoofstuk 6) is om te bepaal of die warmtebegrip wetenskaplik korrek aangebied word in Graad 7 natuurwetenskaphandboeke. 'n Ander aspek van belang is die strategieë wat in die onderrig van die warmtebegrip gebruik word. In die volgende hoofstuk (Hoofstuk 4) word 'n literatuurstudie van moderne onderrigstrategieë onderneem.

HOOFSTUK 4 **KONSTRUKTIVISTIESE ONDERRIG- EN LEERSTRATEGIEË**

4.1 INLEIDING

Die konstruktivistiese benadering tot leer word vandag algemeen aanvaar en onderrigmetodes, lesbeplanning, assesseringstegnieke, keuse van onderrigmedia en onderrigmateriaal (soos handboeke) word in 'n groot mate hierop gebaseer. In hierdie hoofstuk word aandag gegee aan eienskappe van konstruktivisme (paragraaf 4.2) sowel as aan konstruktivistiese onderrigstrategieë (paragraaf 4.3) soos probleemoplossing en die ondersoekbenadering (inquiry). Implikasies daarvan op die onderrig van natuurwetenskap en betekenisvolle leer word bespreek.

Praktiese werk speel 'n belangrike rol in leerdergebaseerde natuurwetenskaponderrig. Die doel van laboratoriumaktiwiteite en faktore wat praktiese werk bemoeilik, word bespreek in paragraaf 4.4. Verder geniet die rol wat die inkorporering van die historiese ontwikkeling van die natuurwetenskappe in die kurrikulum kan speel in paragraaf 4.5 aandag. Die hoofstuk word afgesluit (paragrafe 4.6 en 4.7) met 'n bespreking van die implementering van moderne onderrig- en assesseringstrategieë in Suid-Afrika.

4.2 KONSTRUKTIVISTIESE LEERTEORIE

4.2.1 WAT BEHELS KONSTRUKTIVISME?

Volgens Kruger en Adams (2002:72) bestaan die konstruktivistiese benadering tot leer daaruit dat die leerder aktief en doelgerig nuwe inligting sy eie maak deur dit te konstrueer of te rekonstrueer in terme van sy voorkennis, behoeftes, instellings, houdings, oortuigings en gevoelens. By die konstruktivistiese benadering lê die klem op die skep van begrip en kenniskonstruksie deur begripvorming en nie deur die memorisering van inligting of feite nie (Vermeulen, 2002:14).

Die herlewering van die konstruktivistiese model is grootliks gebaseer op die navorsing en teorieë van Piaget en Vygotsky (Vermeulen, 2002:12). Dit verwys egter ook terug na die vorige sienings van die Gestalt-sielkundiges soos Bartlett, Bruner en Kant en ander fenomenologiese denkers wat die leerder se eie aktiewe aandeel in die konstruksie van begrippe beklemtoon het (Vermeulen, 2002:13). Die leerder gee self betekenis aan dit wat hy leer (Schunk, 2000:25). Betekenisvolle leer word bepaal deur die leerder en die leeromgewing.

Volgens Prawat (aangehaal deur Vermeulen, 2005:47) stem die meeste navorsers saam dat konstruktivisme 'n dramatiese verandering in die fokus van onderwys teweeggebring het. In alle konstruktivistiese onderrig-leerskenario's word die tradisionele vertelluisterverhouding tussen onderwyser en leerder deur een vervang wat meer kompleks en interaktief is. Leerders se pogings om te verstaan word sentraal in die onderrig gestel. Volgens Vygotsky moet leerders interaktief met mekaar verkeer, en kennis met mekaar uitruil en deel (Kruger & Adams, 2002:73). In 'n studie met 6000 studente het Hake (1998) bevind dat interaktiewe leermetodes beduidend meer effektief is as tradisionele onderrigmetodes.

In konstruktivistiese onderwys is die rol van die onderwyser om as fasiliteerder en mentor die leerders te lei om meer bruikbare kennis te ontwikkel en om probleme op te los, as 'n basis om bykomende materiaal te bemeester en om toepassings te soek van wat hulle reeds weet (Crown *et al.*, 1996:235).

4.2.2 EIENSKAPPE VAN KONSTRUKTIVISME

Konstruktivisme het die volgende eienskappe (Kruger & Adams, 2002:73):

- Leerders konstrueer kennis op 'n aktiewe wyse soos hulle dit verstaan.
- Nuwe leer is afhanklik van bestaande begrippe en verstaan. Die konstruktivistiese benadering van leer beklemtoon die invloed van voorkennis in 'n baie groter mate as wat dit in die verlede beklemtoon is.
- Leer word gefasiliteer deur sosiale interaksie.

- Sinvolle leer vind in outentieke leeromgewings plaas. Onderrig moet dus sodanig verloop dat die kind die leeruitkomste en leerinhoud met die werklike lewe daarbuite kan verbind.

Elkeen van hierdie eienskappe word kortliks bespreek.

1. Aktiewe konstrukturering van kennis

Konstruktivisme beskou nie die leerder as 'n passiewe deelnemer in die onderrig-leerproses nie maar as iemand wat kan dink, begrip vorm en in staat is om nuwe kennis by sy bestaande kognitiewe struktuur te assimileer. Assimilering is nie 'n passiewe proses nie; beide die nuwe kennis en die voorkennis word verander om vir mekaar voorsiening te maak. In reaksie op die werklikheid wat die onderwyser aan die leerder voorhou (of fasiliteer), moet die leerder eerstens sy sintuie gebruik om daarvan kennis te neem (gewaarwording), die betekenis daarvan te begryp (waarneming) en die ervaring te dekodeer (begrip toe te ken) en om dit by sy kognitiewe struktuur (voorkennis) te integreer (om te weet) (Vermeulen, 2002:14).

2. Voorkennis van leerders

Die konstruktivistiese benadering glo dat die leerder aan die hand van sy **voorkennis** (bestaande kognitiewe struktuur, vorige ervaring) en **nuwe kennis** (nuwe ervarings) sy **eie betekenis aktief konstrueer** (skep) wat sy toekomstige handeling (respons) sal bepaal. Die individu bou geleidelik sy eie kennis en begrip van die wêreld op deur ervaring en rypwording. Hoewel formele onderrig 'n invloed daarop het, assimileer geen leerder nuwe kennis outomaties en direk nie - dit word eers verwerk en geherstruktureer (Vermeulen, 2002:13). Die menslike verstand is nie soos die bekende filosoof John Locke, dit gestel het in "tabula rasa" ('n skoon vel papier) waarmee die kind gebore word en waarop nuwe kennis en ervaring geskryf word nie.

3. Sosiale interaksie

Die konstruktivistiese benadering beklemtoon dikwels die sosiale konteks van onderrig deur die samewerking van portuurgroepe, vakleerlingskappe en sosiale modelle wat onderliggend is aan die vorming van kennisraamwerke.

Hoewel konstruktivistiese beginsels by tye vaag is oor onderrigmetodes, is die algemene raamwerk bruikbaar en beklemtoon dit 'n wye spektrum van kennis en oortuigings van leerders (Schunk, 2000:25).

Volgens Vygotsky moet mense interaktief met mekaar verkeer, en kennis met mekaar uitruil en deel. Dit help leerders om aan hulle eie idees te skaaf asook die van ander. Vygotsky se idees het die leerder-gesentreerde benadering, waarvan koöperatiewe leer 'n voorbeeld is, geïnspireer (Kruger & Adams, 2002:73).

4. Outentieke leeromgewing

Leerders is meer geïnteresseerd in die wetenskap wat aan hulle onderrig word as hulle kan sien hoe dit verband hou met hul daaglikse lewens. Daar is bewyse dat alledaagse toepassings 'n goeie hulpmiddel is om leerders se klasdeelname te bevorder en die onderrig leerdergesentreerd te maak (Schunk, 2000:25). Volgens Trowbridge *et al.* (2000:175), behoort leerders aan 'n wye verskeidenheid aktiwiteite deel te neem om 'n probleem op te los sodat hulle in die toekoms wanneer hulle 'n probleem ondervind dit kan oplos. Die probleem moet herkenbaar wees vir die leerders, dit wil sê dit moet 'n algemene daaglikse ondervinding wees.

4.2.3 KONSTRUKTIVISTIESE ONDERRIGSTRATEGIEË

Die ontwerpers van konstruktivistiese onderrig bepaal watter onderrigmetodes en strategieë leerders aktief sal help om temas te ondersoek en hul denke te ontwikkel. Leerders word aangemoedig om hul eie begrip van kennis te ontwikkel en te weerspieël. Dit ontken nie die rolle van oefening en terugvoering nie, maar beklemtoon eerder dat leerders kennisstrukture ontwikkeling (Schunk, 2000:25). Twee algemeen gebruikte konstruktivistiese onderrigteorieë is probleemoplossing en die ondersoekbenadering (inquiry). Hierdie twee strategieë, wat ook in die Hersiene Nasionale Kurrikulum (Departement van Onderwys, 2003) vereis word, word in die volgende paragrawe (4.2.4 en 4.2.5.) bespreek.

4.2.4 PROBLEEMOPLOSSING

Leerders kry dikwels die idee dat al die antwoorde en oplossings vir al die belangrike vrae en probleme bloot in die handboeke te vinde is. In die werklike lewe word die meeste probleme egter nie so maklik opgelos nie. Hoewel sukses op skool dikwels behaal word deur diegene wat slegs die “korrekte” antwoorde uit die handboek kan onthou, is sukses in die lewe afhanklik van die vermoë om self die regte vrae te vra en oplossings daarvoor te soek (Vermeulen, 2002:49).

Robert Sternberg (aangehaal in Vermeulen, 2002:49) voer aan dat die probleme in die werklike lewe en die wat leerders op skool leer om op te los, soveel verskil dat die onderrig op skool eintlik irrelevant en nutteloos is as voorbereiding vir die eise wat in die werklike lewe gestel word. Die verskille tussen die probleme wat in skoolonderrig gebruik word en die eise wat deur die wêreld (werklikheid) gestel word, word in die volgende samevatting weergegee (Gunter, 1995:166):

- By probleemoplossing in die werklike lewe is dit nie altyd duidelik watter inligting benodig word om 'n spesifieke probleem op te los en waar die inligting verkrygbaar is nie.
- Die oplossing van werklike probleme is afhanklik van en word beïnvloed deur die konteks (situasie) waarin dit voorkom, met ander woorde, dit is nie geïsoleerd nie.
- Vir werklike probleme bestaan daar gewoonlik nie slegs een “korrekte” oplossing nie – daar is dikwels verskillende kriteria waaraan moontlike oplossings gemeet kan word.
- Vir die oplossing van werklike probleme word daar net so sterk op informele kennis (inligting) as op formele kennis staat gemaak.
- Alle oplossings vir werklike probleme het bepaalde gevolge wat in ag geneem moet word.
- Op skool word individuele prestasie en probleemoplossing aangemoedig en beloon, maar in die werklikheid geskied probleemoplossing gewoonlik in groepverband.
- Werklike probleme is oor die algemeen gekompliseerd, morsig en knaend terwyl probleme in die leerinhoud van die skool enkelvoudig, klinies en skoon is.

- Dikwels is die blote erkenning dat 'n probleem bestaan die moeilikste stap om dit te oorkom.
- Dit is dikwels moeiliker om die aard van die probleem uit te redeneer as om die probleem self op te los.

Volgens Trowbridge *et al.* (2000:176) moet leerders 'n plan van aksie opstel om 'n probleem op te los. Die plan kan data-insameling deur die gebruik van onder meer biblioteekbronne, verwysings en eksperimente insluit. Daar moet sistematies rekord gehou word van al die inligting wat in die proses ingesamel word. In die les moet tyd ingeruim word vir die ontleding van gegewens waarin verwantskappe gestel en vergelykings getref kan word. Hipoteses kan dan geformuleer word. Leerders moet hul hipoteses toets en rekord daarvan hou vir toekomstige verwysings. Tentatiewe samevattinge moet opgestel word en in geskrewe vorm weergegee word. Klasmaats kan insette lewer en voorstelle maak om die probleem op te los.

Indien die idee by leerders ontstaan dat die antwoorde op alle vrae reeds in boeke beantwoord is, bestaan die gevaar dat hulle nie die noodsaak vir die ontwikkeling van denk- en probleemoplossingsvaardighede sal besef nie. Die idee dat sukses op skool slegs afhanklik is van die memorisering van pasklaar-antwoorde, kan daartoe lei dat denk- en probleemoplossingsvaardighede nooit ontwikkel word nie. Dit is meer realisties vir die leerders om te besef dat daar in die werklike lewe meer onopgeloste as opgeloste probleme is en dat die sogenaamde "korrekte" antwoorde op talle vrae steeds onder verdenking behoort te wees. 'n Belangrike funksie van die skool is om aan leerders te leer hoe om antwoorde op vrae te vind en hoe om antwoorde steeds te bevraagteken, met ander woorde, om 'n vraende, ondersoekende en kritiese ingesteldheid te kweek (Vermeulen, 2002:49).

4.3 ONDERSOEKBENADERING (INQUIRY)

Trowbridge *et al.* (2000:175) beskryf ondersoek (inquiry) as die proses waardeur wetenskaplikes antwoorde op hul vrae oor die wêreld en dieper insig soek.

Barnes en Foley (1999) merk op dat ondersoek (inquiry) 'n uitdrukking is wat gebruik word met verskillende betekenisse. Hulle stel die volgende as algemene kenmerke van ondersoek (inquiry). Dit:

- is sentraal tot wetenskaplike leer;
- sluit waarneming in;
- sluit vrae en verduidelikings in;
- sluit toetsing van verduidelikings van huidige wetenskaplike kennis in deur eksperimente te doen;
- inkorporeer kommunikasie van bevindings; en
- skep uitdagings.

Wanneer leerders wetenskap bestudeer deur middel van navorsing en ondersoek (inquiry), ontwikkel en verbeter hulle verskillende vaardighede (Trowbridge *et al.*, 2000:175). Sommige van hierdie vaardighede is psigomotories van aard en behels dat leerders fisiek betrokke is by aktiwiteite, soos om inligting in te samel en apparaat op te stel, waarnemings en metings te doen, data in te samel, en grafieke op te stel. Bekalo en Welford (2000:189) wys daarop dat die ondersoekbenadering leerders noodsaak om self eksperimente te doen en daardeur die werk hulle eie te maak op hul eie manier.

Ander vaardighede wat leerders sodoende ontwikkel, is intellektueel en akademies, soos om data te ontleed, vergelykings te maak, resultate te evalueer, en terug te rapporteer aan klasmaats of onderwyser (Trowbridge *et al.*, 2000:175).

Trowbridge *et al.* (2000:175) gee die volgende opsomming van ondersoekvaardighede wat leerders moet baasraak. Leerders moet:

- Vrae kan stel.
- Eksperimente kan uitvoer.
- Apparaat kan gebruik.
- Data kan insamel en organiseer.

- Terugrapporteer oor hul bevindings.
- Hul bevindings deur woorde, prentjies en diagramme kan kommunikeer.
- Tegnologie kan gebruik om kommunikasie te bevorder.

4.4 PRAKTIESE WERK IN DIE LABORATORIUM

4.4.1 INLEIDING

In weerwil van die feit dat daar vele probleme bestaan wat dit moeilik maak om die skoollaboratorium behoorlik by die onderrigprogram van Natuur- en Skeikunde in te skakel, kan dit nie weggeredeneer word dat praktiese werk wat leerders self uitvoer, 'n groot bydrae kan lewer om wetenskaponderrig betekenisvol te maak nie (McFarlane, 1976:57-58). Die onderwyser wat studente lei om wetenskap in die laboratorium uit te vind (en nie net te verifieer nie), beoefen wetenskap in sy hoogste vorm en ontwikkel leerders se werklike intellektuele vermoëns (Renner & Stafford, 1972:328).

Die laboratorium is meer as 'n plek, dit behoort as 'n benadering gesien te word. Hierdie "benadering" is vir die onderwyser van groot belang. Geen leerplan of departementele voorskrifte kan geesdrif ten opsigte van die wetenskaplaboratorium waarborg nie (Simpson & Anderson 1981:111-113). Slegs entoesiasme vir en 'n besef van die potensiaal van praktiese werk kan die onderwyser genoeg motiveer om alles binne sy vermoë te doen sodat leerders die leerinhoud ook op hierdie manier kan beleef.

4.4.2 DIE DOEL VAN LABORATORIUMAKTIWITEITE

Hoewel daar waarskynlik baie oor hierdie onderwerp gesê kan word, word daar volstaan met die volgende gedagtes oor die doel van laboratoriumaktiwiteite (Simpson & Anderson 1981:111-113): Dit leer leerders:

- Die aard van natuurwetenskap;
- probleemoplossingsvaardighede;
- psigomotoriese vaardighede;

- basiese beginsels; en
- ontwikkel belangstelling, gesindhede en waardes

Wetenskap verskil van ander vakke omdat die leerder self betrokke kan wees by wat gebeur en dit waarneem. Wat die leerder in die handboek leer, kan verskil van dit wat hy/sy prakties waarneem. As leerders blootgestel word aan praktiese werk, kan hulle geleidelik die proses van wetenskap begin verstaan. Hulle sal 'n beter begrip hê van die agtergrond van teorieë in die handboek. Praktiese werk moet geïntegreer word met ander onderrigstrategieë (Maarschalk & McFarlane, 1987:136).

Die volgende moet bereik word deur praktiese werk (McFarlane, 1976:40):

- ***Uitkoms 1:***
Dit moet wetenskaplike begrippe verstaanbaar maak en die teoretiese deel ondersteun.
- ***Uitkoms 2:***
Dit moet praktiese vaardighede en tegnieke ontwikkel.
- ***Uitkoms 3:***
Dit moet die proses van wetenskap onderrig, 'n betrokkenheid skep by probleemoplossing, asook 'n denksstyl wat leerders blootstel aan die manier waarop 'n wetenskaplike werk.
- ***Uitkoms 4:***
Moet leerders stimuleer, interesseer en motiveer sodat hulle self besef dat wetenskap lekker is.

Basiese vaardighede wat aandag in die laboratorium verg, behels (McFarlane, 1976:50):

- Waarneming - kyk na ooreenkomste en verskille
- Meetbaarheid - gebruik van instrumente
- Manipulasie - die gebruik van apparaat en die opstel daarvan vir eksperimente
- Kommunikasie - rapportering van resultate, grafieke en tabelle
- Interpretasie van bevindings - dataversameling en afleiding van gevolgtrekkings.

4.4.3 FAKTORE WAT PRAKTIESE WERK BEMOEILIK

'n Basiese vereiste van elke laboratorium is dat daar voldoende werkruimte vir elke leerder moet wees. Die werklike situasie in baie skole is egter dat daar dikwels net genoeg ruimte in die laboratorium is vir sowat die helfte of selfs nog minder van die klas. Hierbenewens word daar gewoonlik slegs voorsiening gemaak vir die senior klasse om in die skool se laboratorium te werk, terwyl die junior klasse selde of ooit daar uitkom. Die onderwysers het soms ook nie die nodige vaardighede om apparaat te gebruik nie (McFarlane 1976:59).

Onvoldoende beskikbaarheid van apparaat is 'n bydraende faktor wat praktiese werk belemmer. Doelmatige bergplek sodat die apparaat wat wel beskikbaar is binne die bereik van elke leerder is, is nog 'n probleem. Onderwysers vind dit ook moeilik om voldoende tyd in te ruim sodat praktiese werk, wat tydrowender is as klaswerk, tot sy reg kan kom (Maarschalk & McFarlane, 1987:137).

Die aard van die natuurwetenskappe is sodanig dat groot gedeeltes van die leerstof baie doeltreffend deur middel van praktiese werk in die laboratorium oorgedra kan word. Daar is geen plaasvervanger vir eksperimentele waarneming nie, en hoewel dit veel van die onderwyser verg ten opsigte van tyd en beplanning, bestaan die moontlikheid steeds dat leerders wetenskaplike kennis en insigte veel beter sal bemeester as hulle daarmee gekonfronteer word deur middel van die uitvoer van eksperimente in die laboratorium of deur onderwyserdemonstrasies.

4.5 DEMONSTRASIES

Die woord "demonstrasie" beteken letterlik 'n vertoning om mense te laat sien hoe iets werk of hoe iets gedoen word (Odendaal & Gouws, 1984:141). Die feit dat die onderwyser iets aan 'n klas kan wys deur middel van 'n demonstrasie, maak die onderrig van natuurwetenskap as vak iets besonders. Wie sal dan nie daarvan hou om 'n interessante verskynsel aan iemand anders te wys en so sy belangstelling gaande te maak nie? Alle mense, en veral kinders, is van nature nuuskierig, en hierdie eienskap kan met groot sukses deur die kundige demonstrateur tot voordeel van die onderrig benut word (Maarschalk & McFarlane, 1987:125).

Natuurwetenskap het te make met die sigbare en die meetbare, en 'n menigte onderwerpe in hierdie vak kan suksesvol aan leerders onderrig word deur middel van 'n demonstrasie. Terwyl die demonstrasie aangewend kan word vir die waarneming of bevestiging van wetenskaplike gebeure, kan hierdie onderrigstrategie ook gebruik word om leerders aan die dink te kry. Terwyl die onderwyser besig is met 'n bepaalde demonstrasie, kan hy voortdurend prikkelende vrae stel wat leerders kan dwing om verklarings te soek vir die waarnemings wat hulle maak. Hierdie demonstrasie kan 'n belangrike rol speel om die belangstelling van die jeug te wek vir die wonder van die natuur rondom hulle (Maarschalk & McFarlane, 1987:125). Die antwoorde van leerders gee ook aan die onderwyser broodnodige terugvoering oor die mate waarin hulle verstaan en watter begrippe met behulp van die demonstrasie oorgedra is.

Die onderwyser kan 'n verskeidenheid redes hê waarom hy van die demonstrasiemethode in die onderrig van natuurwetenskap gebruik maak. Enkele van die belangrikste redes word hieronder gegee (Collette, 1973:276; Richardson, 1964:78; Simpson & Anderson, 1981:173):

- Om 'n probleem aan die orde te stel
- Om 'n probleem op te los
- Om 'n begrip of 'n beginsel te illustreer
- Om 'n metode of 'n tegniek te illustreer

4.5.1 VOORDELE VAN DEMONSTRASIES

In die meeste gevalle is dit baie beter as leerders self die geleentheid gebied word om eksperimente in die laboratorium te doen en so eerstehandse ervaring op te doen. Tog kan die volgende voordele van die demonstrasie in die onderrig van natuurwetenskap beklemtoon word (Towbridge *et al*, 1981:191; Collette & Chiapetta, 1984:129):

- Dit rig die denke van leerders.
- Dit bevorder veiligheid.
- Dit illustreer die gebruik van duur en/of ingewikkelde apparaat.

4.5.2 NADELE VAN 'N DEMONSTRASIE

Soos met alle onderrigstrategieë die geval is, is dit ook waar dat die demonstrasie sekere tekortkomings en beperkings het (Maarschalk & McFarlane, 1987:128), naamlik dat leerderaktiwiteit beperk is en dat leerders kan waarneem sonder om te verstaan.

Deur die gebruik van interaktiewe metodes soos die voorspel-waarneem-verklaar-metode (White & Gunstone, 1992), kan hierdie nadele grootliks oorkom word. Die onderwyser moet hom deeglik daarvan vergewis dat die doel van die demonstrasie vir die leerders glashelder is, dat die leerders denkend en krities waarneem en dat die demonstrasie tot nuwe kennis, insig en begrip sal lei. Terwyl die demonstrasie 'n besonder veelsydige metode van onderrig in die wetenskapklaskamer blyk te wees, hang die sukses daarvan af van die inisiatief, kreatiwiteit en oorspronklikheid van die onderwyser.

4.6 ONDERRIG VAN DIE HISTORIESE ONTWIKKELING VAN DIE VAK NATUURWETENSKAP

Een belangrike rede waarom daar gelet moet word op die geskiedenis van die natuurwetenskap is dat dit 'n uitmuntende uitkyk bied op die denke en werkwyse en dus op die aard van Natuur- en Skeikunde. Daar is egter ander belangrike oorwegings waarom 'n kennis van en liefde vir die natuurwetenskapgeskiedenis onontbeerlik is vir die Natuur- en Skeikunde-onderwyser (Maarschalk & McFarlane, 1987:132), naamlik:

- Dit is noodsaaklik vir perspektief; veral waar die mens hom nou midde in 'n wetenskaplike revolusie bevind waarvan die omvang en tempo al die voriges oortref. Hierdie perspektief sal noodwendig ook onderwysers help om die natuurwetenskap as 'n eg menslike aktiwiteit te sien (Maarschalk & McFarlane, 1987:132). Die onderwyser moet ook beklemtoon dat die ontwikkeling van wetenskap die sosiale lewe van ons elkeen beïnvloed het. Wetenskaplikes soos die Curies, Galileo, Newton en Lavoisier behoort genoem te word (Dreckmeyr, 1994:24).
- Sommige kenners beweer dat die kind se wiskundige en wetenskaplike ontwikkeling min of meer die fases in die geskiedenis van die wetenskap weerspieël.

As dit so is, sal 'n begrip van die wetenskap se geskiedenis die onderwyser help om sy leerders se leerprobleme te verstaan (Maarschalk & McFarlane, 1987:132).

- Kennis van die geskiedenis van die wetenskap stel onderwysers in staat om hul onderwys lewendig te maak deur middel van interessante biografieë en vertellings, byvoorbeeld Archimedes in die bad en Newton onder die appelboom (Maarschalk & McFarlane, 1987:132). Historiese vertellings verhoog, volgens Russel (1981), die broodnodige affektiewe dimensie by natuurwetenskaponderrig.
- In die geskiedenis van natuurwetenskap kan die wesenwoord van die vak bekend gestel word. Die leerders moet beseft dat niks in die wetenskap finaal korrek is nie, en dat hulle nie altyd net moet aanvaar wat die handboek en die onderwyser sê nie (Papenfus, 1982).

4.7 KURRIKULUM 2005 EN UITKOMSGEBASEERDE ONDERWYS (UGO)

4.7.1 DIE INSTELLING VAN UITKOMSGEBASEERDE ONDERWYS

Na die 1994 algemene verkiesing en bewindoorname het die ANC-regering in konsultasie met onderwyskundiges van veral Nederland, Australië en Kanada, besluit om 'n stelsel van uitkomsgebaseerde onderwys in Suid-Afrika te implementeer. Die hoofdoel van hierdie keuse was om 'n kultuur van lewenslange leer vir alle Suid-Afrikaners daar te stel. Hierdie benadering impliseer 'n totale omwenteling in die onderwysstelsel, 'n verskuiwing van doelstelling, leerinhoud en onderrig- en assesseringstegnieke. Die nuwe stelsel is vanaf 1998 (Graad 1) in alle Suid-Afrikaanse skole geïmplementeer. Die nuwe uitkomsgebaseerde onderrig benadering is daarop gerig om die onderwyspraktyk te transformeer, om die onderwys meer relevant en effektief te maak en om veranderinge in die onderwys aan te bring wat ooreenstem met die doelstellings van die Heropbou- en Ontwikkelingsprogram (HOP/RDP) van die regering (North West, 1997:6).

In Augustus 1995 het die Departement van Onderwys die Consultative Forum on the Curriculum (CFC) bestaande uit verteenwoordigendes van die nasionale en provinsiale onderwysdepartemente en van ander nasionale belanghebbendes in onderwys en oplei-

ding tot stand gebring. Om die kurrikulum te herstruktureer, het die CFC 'n ondersoek geloods wat uitloop op 'n verslag *A Curriculum Framework for General and Further Education and Training*. Hierdie dokument het die breë riglyne van die Nasionale Kwalifikasieraamwerk (NKR) gestel en het aanbeveel dat 'n uitkomsgebaseerde benadering in die verskillende fases van die Algemene en Verdere Onderwys- en Opleidingsbande geïmplementeer word. Alle belanghebbende partye, individueel en kollektief, is versoek om teen Maart 1996 op die voorstelle kommentaar te lewer. Hierdie reaksie is deur die Curriculum Development Working Groups van die National Curriculum Development Committee (NCDC) oorweeg en konsensus is bereik oor die implementering van 'n uitkomsgebaseerde lewenslange leerontwikkelingsraamwerk vir Suid-Afrika (Vermeulen, 2005:68).

4.7.2 WAT BEHELS UGO-ASSESSERING?

Assessering moet altyd as 'n intergrale deel van onderrig en leer gesien word, en nie as 'n doel op sigself nie. Voor UGO in die land se skole geïmplementeer is, was onderrig en leer hoofsaaklik eksamengerig. In baie gevalle en in baie vakke is van leerders verwag om 'n groot aantal feite te memoriseer en in toetse en eksamens weer te gee. In UGO is daar 'n klemverskuiwing wat assessering betref. Toetse en eksamens word nog gebruik, maar word deur ander assesseringsmetodes aangevul. Die volgende is van belang vir die onderwyser wat UGO-assessering toepas (Drinkwater, 2003:2):

- UGO vereis dat onderwysers reeds by die beplanning van 'n les aan assessering aandag skenk. Voor die les moet die onderwyser aan homself die volgende vrae vra:
- Watter uitkomst moet die leerders bemeester?
- Watter onderrig- en leeraktiwiteite moet ek beplan sodat hulle die uitkomst bemeester?
- Hoe sal ek bepaal (assesseer) of hulle die uitkomst bemeester het?
- UGO fokus op die assessering van leerders se vaardighede, houdings en ook verworwe kennis.

- Assessering moet 'n deurlopende proses wees wat op leerder-ontwikkeling ingestel is.
- Aangesien UGO van 'n verskeidenheid onderrigmetodes en -strategieë gebruik maak, moet verskillende assesseringsmetodes en -strategieë gebruik word.
- UGO-assessering verskil van tradisionele evaluering ten opsigte van wat en hoe geassesseer word. Tradisionele onderwys het slegs leerinhoud deur middel van skriftelike toetse geëvalueer.
- UGO-assessering fokus op wat die leerder ken en kan doen (Bertrams *et al.*, 1997:6 soos verwys in Drinkwater, 2003:2).
- UGO assesseer vaardighede, houdings (gesindhede) en kennis op verskillende wyses waarvan skriftelike toetse en eksamens slegs een wyse is.
- UGO-assessering is gerig op die behaling van sukses en dat elke leerder sukses kan behaal. Aan leerders sal die nodige tyd en geleenthede gebied word om die verlangde uitkomst te bemeester.
- UGO-assessering word as 'n middel tot ontwikkeling beskou en nie in die eerste plek om 'n leerder se vermoëns te beoordeel nie. Indien dit uit die assessering blyk dat 'n aantal leerders probleme ervaar om 'n vaardigheid te bemeester, kan die onderwyser sy onderrigstrategieë en -metodes aanpas (Bertrams *et al.*, 1997:6 soos verwys in Drinkwater, 2003:2).

Die gebruik van assesseringstandaarde

Assesseringstandaarde dui op die minimumvlak vir die demonstrasie van kennis, vaardighede, waardes en houdings aan. Die assesseringstandaarde in die natuurwetenskappe is afgelei uit die drie leeruitkomst en is rondom die vier inhoudmodusse en hul fokusareas georganiseer. Hierdie fokusareas moet nie as totaal onafhanklik van mekaar beskou word nie. Inderwaarheid loop sommige assesseringstandaarde deur meer as een fokusarea, en in sommige gevalle selfs oor modusse heen (UGO en assessering (Bertrams *et al.*, 1997:7)).

4.7.3 VOORBEELDE VAN UGO-ASSESSERING (EVALUERING)

Tabel 4.1 gee 'n aantal voorbeelde wat in UGO-assessering gebruik kan word, 'n beskrywing van elk asook die voordele (Vermeulen, 2002:86).

TABEL 4.1 UGO-assesseringstrategieë (Vermeulen, 2002:86)

VOORBEELD	BESKRYWING	VOORDELE
Groepprojekte	'n Groep leerders werk saam aan 'n projek. Dit behels beplanning, navorsing, bespreking en voorleggings deur die groep.	Assessering van die leerders se vermoë om as 'n groep saam te werk en 'n taak te voltooi. Die metode bevorder samewerking tussen leerders.
Onderhoude en mondelinge voorleggings	Leerders lê werk wat hulle nagevors het, mondeling aan die klas voor.	Verleen insig in die leerder se begrip. Beide die kwaliteit van die werk en die vermoë om dit te kommunikeer, kan beoordeel word.
Skriftelike opdragte	Dit kan in die vorm van 'n verslag of 'n opstel wees. Dit behels beskrywings, ontleding, verduidelikings en opsommings.	Toon aan die onderwyser die leerder se begrip van die tema en hoe leerders met feite omgaan en dit kreatief gebruik in argumentering. Dien as demonstrasie van leerders se denkvermoë, skryf- en ander kommunikasievaardighede.

VOORBEELD	BESKRYWING	VOORDELE
Portuurgroep-assessering	Leerders evalueer self die prestasie van hul groep in die bereiking van die gestelde uitkomst wat hulle moes bemeester.	Leerders is betrokke by die assesseringsproses en word a.g.v. die betrokkenheid nie daardeur bedreig nie. Effektiewe leer vind plaas.
Praktiese take	Dit kan die volgende behels: wetenskaplike eksperimente, modelle of die teken van 'n kaart van die omgewing.	Demonstreer duidelik leerders se begrip van bepaalde begrippe en hoe hulle dit in die praktyk toepas.
Portfoliotaksering	Dit behels 'n les of versameling wat voorbeelde van die werk bevat wat 'n leerder oor 'n tydperk verrig het. Dit sluit van sy beste werk, maar ook aanvanklike sketse, notas, planne, modelle, selfevaluering en terugvoer in.	Dit vergemaklik assessering oor 'n langer tydperk sodat leerders nie slegs eenmalig op huidige prestasie geassesseer word nie.
Selfassessering	Leerders word gevra om hulle eie werk te assesser in die lig van die bepaalde uitkomst. bv. "My opstel is goed, want..."	Leerders leer hul eie vermoëns en tekortkomings ken, is self betrokke by assessering en kan daaruit leer.

4.8 DIE NATUURWETENSKAPPE-LEERAREA

4.8.1 HOOFMODUSSE EN FOKUSAREAS

Die kennisaspek van die Natuurwetenskappe-leerarea is rondom vier hoofmodusse georganiseer: *Lewe en lewenswyse*, *Die aarde en daarbuite*, *Materie en materiale* en *Energie en verandering* (Departement van Onderwys, 2003).

Binne elk van hierdie vier modusse is submodusse of fokusareas geïdentifiseer. In die modus *Energie en verandering* is die fokusareas byvoorbeeld

- Energie-oordrag en -stelsels
- Energie en ontwikkeling in Suid-Afrika

4.8.2 LEERUITKOMSTE EN ASSESSERINGSTANDAARDE

Die volgende leeruitkomste word vir die leerarea Natuurwetenskappe uit Grade R tot 9 gestel (Departement van Onderwys, 2003). Die assesseringstandaarde word vir die senior fase (Grade 7 – 9) na elke leeruitkoms gegee.

Leeruitkoms 1: Wetenskaplike ondersoek

"Die leerder is in staat om met selfvertroue op weetgierigheid oor natuurlike verskynsels te reageer, en om binne die konteks van wetenskap, tegnologie en die omgewing verbande te soek en probleme op te los. "

Vir hierdie leeruitkoms is die assesseringstandaarde vir die senior fase (Grade 7 – 9):

- Beplanning van ondersoek
- Uitvoering van ondersoek en versameling van data
- Evaluering van data en kommunikasie van bevindings

Leeruitkoms 2: Konstruksie van wetenskapkennis

"Die leerder ken, interpreteer en pas wetenskaplike, tegnologiese en omgewingskennis toe."

Die assesseringstandaarde vir Leeruitkoms 2 is:

- Onthou van betekenisvolle inligting wanneer benodig
- Kategorisering van inligting om kompleksiteit te verminder en patrone te soek
- Interpretasie van inligting
- Toepassing van kennis op probleme wat nie eksplisiet onderrig word nie

Leeruitkoms 3: Wetenskap, die samelewing en die omgewing

"Die leerder is in staat om begrip van die onderlinge verband tussen wetenskap en tegnologie, die samelewing en die omgewing te toon."

Vir Leeruitkoms 3 is die assesseringstandaarde:

- Begrip van wetenskap as 'n menslike aktiwiteit in kulturele konteks
- Begrip van die volhoubare gebruik van die aarde se hulpbronne

4.9 SAMEVATTING

In 'n studie met 6542 leerders het Hake (1992) bevind dat moderne onderrigtegnieke meer effektief is as tradisionele metodes in die leer van natuurwetenskap. Leerders wat gebruik gemaak het van interaktiewe gesprekvoering se probleemoplossingsvaardighede het aansienlik verhoog, was meer gemotiveerd en het groter selfvertroue in die aanpak van nuwe take getoon.

Uitkomsgerigte onderwys (UGO) vereis moderne onderrigtegnieke soos probleemoplossing en ondersoeke (inquiry). Mothlabane (2005) het bevind dat Suid-Afrikaanse onderwysers van die Verdere Onderrig en Opleiding-fase (VOO, Grade 10-12) nog nie algemeen moderne onderrigtegnieke toepas nie, omdat die nuwe kurrikulum eers

ingebruik gekom het vanaf 2006 vir Graad 10. Die eksamen was nog op die ou bedeling geskryf.

Aangesien die meeste onderwysers handboeke as primêre bron gebruik, het dit 'n belangrike invloed op die onderrig- en assesseringstrategieë wat hulle in die klaskamer toepas. Die mate waarin Graad 7 wetenskaphandboeke moderne strategieë implementeer wat aan die vereistes van die Hersiene Nasionale Kurrikulum (Departement van Onderwys, 2003) voldoen, is in die empiriese studie ondersoek. Die volgende hoofstuk (Hoofstuk 5) beskryf die empiriese studie, terwyl die resultate in Hoofstuk 6 gegee en bespreek word.

HOOFSTUK 5

METODOLOGIE VAN EMPIRIESE STUDIE

5.1 INLEIDING

Die doel van die studie (Paragraaf 1.2) is om Graad 7 natuurwetenskap-handboeke se aanbieding van die warmtebegrip en Graad 7-onderwysers se beoordeling daarvan te evalueer in die lig van die vereistes van die Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van Onderwys, 2003). Hoofstuk 5 gee 'n oorsig van die prosedure wat gevolg is om hierdie doel te bereik (paragraaf 5.2) en bespreek daarna die navorsingsmetodiek (paragraaf 5.3) en die gebruik van vraelyste en onderhoude as navorsingsinstrumente (paragraaf 5.4).

5.2 PROSEDURE

5.2.1 OORSIG

In die empiriese studie is 'n ontleding gedoen van Graad 7 wetenskap-handboeke wat tans in skole van die Potchefstroom-distrik gebruik word. Die leerinhoud en onderrig- en assesseringsmetodes is ondersoek en vergelyk met die vereistes van die HNKV. Die fokus van die ondersoek was gerig op die aanbieding van die warmtebegrip, soos gemotiveer in Hoofstuk 1. Die eerste twee doelstellings van die empiriese studie (paragraaf 1.4.2) is bereik deur middel van gestruktureerde onderhoude met 17 Graad 7 natuurwetenskap-onderwysers in die Potchefstroom-distrik. Die prosedure word in paragraaf 5.2.2 bespreek. In paragraaf 5.2.3 word aangedui hoe die derde en vierde doelstellings deur die navorser bereik is.

5.2.2 EVALUERING DEUR ONDERWYSERS

(a) *Gestruktureerde onderhoude*

Graad 7 natuurwetenskaponderwysers se keuse en sienings van hul handboeke is deur middel van gestruktureerde onderhoude ondersoek. Toestemming is vooraf verkry by die Noordwes Onderwysdepartement (Bylaag B) en skoolhoofde van die betrokke skole. Die 17 natuurwetenskaponderwysers het vrywillig aan die studie deelgeneem. Elke deelnemer is verseker dat hulle ten alle tye anoniem sal bly. Die volgende stappe is gevolg om die onderwysers se siening en evaluering van hul handboeke te ondersoek:

1. 'n Vraelys is opgestel (Sien paragraaf 5.4.1 en Bylaag A).
2. Toestemming is by die Noordwes Onderwysdepartement verkry om die navorsing te doen (Bylaag B).
3. Die vraelys is gefaks na al 37 laerskole in die Potchefstroom-distrik met die versoek dat die Graad 7 natuurwetenskaponderwyser dit moet invul en terugfaks.
4. Slegs vyf (5) van die skole het gereageer. Volgens Leedy en Ormrod (2005:185) gee die meeste mense wat vraelyste ontvang, nie terugvoering nie. Die navorser het gevolglik persoonlik besoek gaan aflê by skole in die Potchefstroom-distrik. Die vraelyste is tydens onderhoude met die Graad 7 natuurwetenskaponderwysers voltooi. Sewentien onderwysers (een elk van sewentien skole) het deelgeneem..
5. Die data is ontleed en die resultate verwerk (Sien Hoofstuk 6).

Die vraelys (Bylaag A) wat tydens die onderhoude voltooi is, het die volgende aspekte ten opsigte van die onderwysers se keuse en evaluering van hul handboeke ondersoek:

- Leerderhandboek(e) wat in die klaskamers gebruik word.
- Logistiek van handboekkeuse (Vrae 1 tot 3)
- Kriteria vir keuse van handboeke (Vraag 4)
- Inhoudelik aspekte (Vrae 5 – 8, 9a, 10)

- Aktiwiteite, assessering en uitleg (Vrae 9b, 9c en 9d)

Die resultate word in Afdelings 6.2 tot 6.4 gegee en bespreek.

(b) Ontleding van handboeke

Buiten die invul van die vraelys, is die leerderhandboek wat die betrokke onderwyser gebruik, ook tydens die onderhoude ontleed. Die volgende aspekte ten opsigte van die aanbieding van die onderwerp warmte in die handboeke is ontleed:

- Leerinhoud
- Leerderaktiwiteite
- Assesseringsaktiwiteite
- Onderwysersgids

Hierdie ontleding het volgens 'n vooropgestelde skema geskied. 'n Skema is in ooreenstemming met die vereistes van die HNKV en konstruktivisme opgestel en word in paragraaf 6.4 gegee saam met 'n bespreking van die resultate.

5.2.3 EVALUERING DEUR NAVORSER

Die wetenskaplike inhoud in die aanbieding van die onderwerp warmte is in besonderhede deur die navorser ontleed. Aspekte soos wetenskaplike korrektheid en voorkoms van alternatiewe begrippe is nagegaan. Die vyf (5) handboeke wat deur meer as een van die onderwysers wat aan die studie deelgeneem het, gebruik word, is hiervoor gebruik. Afdeling 6.5. gee die resultate van die vakinhoudelike ontleding.

Laastens is al die resultate wat verkry is, gebruik om te bepaal of die natuurwetenskap-handboeke aan die vereistes van die HNKV voldoen, soos saamgevat in die leeruitkomste en assesseringstandaarde (paragraaf 4.7). Hierdeur is die geskiktheid van die handboeke vir die aanbieding van die onderwerp warmte geëvalueer.

5.3 NAVORSINGSMETODIEK

Die studie het beide kwalitatiewe en kwantitatiewe navorsingsmetodes gebruik.

Kwalitatiewe navorsing sorg vir dieper verstaanbaarheid van die hoe en waarom van die ondersoek (Gay & Airasian, 2000:238). Kwalitatiewe evalueringsmetodes is voordelig in programme waar duidelike doelwitte gestel en definisies gevorm moet word. Hulle is persoonlik gerig en mag emosies insluit. Die deelnemers se persepsies word in hul eie taal weergegee (Leedy & Ormrod, 2001:96). In hierdie empiriese studie is 'n kwalitatiewe ondersoek gedoen na onderwysers se keuse van handboeke.

In kwantitatiewe navorsing identifiseer die navorsers een of meer veranderlikes wat hulle kan bestudeer en samel dan data van daardie spesifieke veranderlike in. Statistiese metodes word gewoonlik gebruik om die bevindings van studies te verwerk. Resultate word formeel, in 'n wetenskaplike styl op 'n onpersoonlike manier ontleed (Leedy & Ormrod, 2001:95).

Die evaluering van die handboeke deur die onderwysers in die empiriese studie kan as beskrywende kwantitatiewe navorsing bestempel word, of meer spesifiek 'n beskrywende opname (Leedy & Ormrod, 2001:179, 183). In so 'n opname vra die navorser 'n reeks vrae aan gewillige deelnemers, som hul antwoorde op saam met persentasies of frekwensietellings en maak gevolgtrekkings met betrekking tot 'n bepaalde populasie. Onderhoude (telefonies of persoonlik) of 'n geskrewe vraelys word gewoonlik in hierdie navorsingmetode gebruik.

In die algemeen word kwantitatiewe navorsing gebruik om antwoorde op gegewe vrae te kry met die doel om 'n verduideliking/voorspelling te maak. In teenstelling hiermee sorg kwalitatiewe navorsing vir antwoorde vanuit die persoon se oogpunt. Deur beide kwalitatiewe en kwantitatiewe navorsingsbenaderings te gebruik, help dit die navorser om meer oor die gebeurtenis te wete te kom as wanneer slegs een navorsingsmetode gebruik word (Leedy & Ormrod, 2001:94).

5.4 NAVORSINGSINSTRUMENTE

5.4.1 VRAELYS

Vraelyste is gebruik as hulpmiddel in die evaluering van die natuurwetenskapshandboeke wat in Graad 7 gebruik word. Dit is tydens die onderhoude deur die Graad 7-onderwysers ingevul. Die resultate word in Hoofstuk 6 gegee en bespreek.

Voordele van vraelyste

Die volgende voordele van die vraelyste soos genoem deur Schnetler *et al.* (1989:48), is in die studie bevind:

- Dit is ekonomies vir beide die ontvanger en navorser wat betref tyd en koste.
- Dit voorsien kontak tussen die onderwyser en navorser.
- Dit is maklik om te beplan, konstruteer en administreer.
- Dit het groot potensiaal as dit reg geïmplementeer word.
- Dit plaas minder druk op die betrokke onderwyser om dadelik te reageer.
- Dit fokus die onderwyser se aandag op leemtes en voordele.

Nadele van vraelyste

Buiten die voordele wat hierbo genoem is, het vraelyste ook die volgende nadele (Schnetler *et al.*, 1989:50):

- Vraelyste sorg nie altyd vir diepte nie. Gevoelens, opinies en die ware prentjie word nie weergegee nie.
- Die gestelde struktuur van die vraelys maak dit nie altyd moontlik vir die onderwyser om sy/haar opinie te lug nie.
- Belangrike inligting gaan verlore omdat die onderwyser net beantwoord wat gevra word.
- Sommige onderwysers hou nie daarvan om hul sienings swart op wit te sit nie.

- Die onderwyser kan van die vrae verkeerd interpreteer. Min kan gedoen word om dit reg te stel.
- Min onderwysers reageer op die vraelyste en dit kan half gedoen word.

5.4.2 ONDERHOUDE

In beskrywende opnames word gestruktureerde of semi-gestruktureerde onderhoude gebruik (Leedy & Ormrod, 2001:184). In gestruktureerde onderhoude vra die navorser 'n standaard stel vrae, terwyl semi-gestruktureerde onderhoude daarby vrae voeg om verdere duidelikheid te verkry of die respondent se beredenering te ondersoek.

In hierdie studie is die meeste van die nadele van onpersoonlike vraelyste (paragraaf 5.4.2) ondervang deurdat die navorser onderhoude met die onderwysers gevoer het tydens die invul van die vraelyste. Die onderwysers het nie net antwoorde op die gestelde vrae gegee nie, maar ook hul opinies en gevoelens geopenbaar en gemotiveer. Die navorser kon ook dadelik reageer op vrae wat onduidelik was of nie korrek verstaan is nie. Meer inligting is verkry as wat direk gevra is. So kon 'n meer omvattende en realistiese prentjie van die onderwysers se sienings gevorm word.

'n Nadeel van onderhoude is dat minder respondente bereik kan word weens tyd en finansiële beperkings (Leedy & Ormrod, 2001:185). In die empiriese studie kon net 17 van die 37 skole in die Potchefstroom-distrik betrek word. Die groter diepte wat met die persoonlike onderhoude verkry is, vergoed egter hiervoor.

5.5 SAMEVATTING

Hierdie hoofstuk gee 'n oorsig van die navorsingsmetodiek wat gebruik is om die doelstellings van die empiriese studie te bereik. Beide kwalitatiewe en kwantitatiewe navorsingsmetodes is gebruik. Die verwagting was dat gestruktureerde onderhoude wye perspektiewe aan die navorser sou gee ten opsigte van die onderwysers se idees en opinies. Die resultate van die empiriese studie word in Hoofstuk 6 gegee en bespreek. Gevolgtrekkings en aanbevelings wat daaruit volg, word in Hoofstuk 7 weergegee.

HOOFTUK 6

RESULTATE EN BESPREKINGS VAN RESULTATE

6.1 INLEIDING

Die resultate van die empiriese navorsing word in hierdie hoofstuk opgesom en bespreek. Die doelstellings van die empiriese studie (paragraaf 1.4.2) was om:

- (1) Kriteria waarvolgens Graad 7 natuurwetenskaponderwysers in die Potchefstroom-distrik handboeke kies, te bepaal;
- (2) Graad 7-onderwysers se evaluering van die aanbieding van die onderwerp warmte in die leerderhandboek wat hulle in die klaskamer gebruik, te ondersoek;
- (3) 'n vakinhoudelike ontleding van die aanbieding van die warmtebegrip in Graad 7 leerderhandboeke te doen; en
- (4) die resultate van bogenoemde te evalueer in die lig van die leeruitkomst en assesseringstandaarde soos gestel in die HNKV.

Die eerste twee doelstellings is bereik deur middel van gestruktureerde onderhoude waarin Graad 7 natuurwetenskaponderwysers vrae beantwoord en hul menings gelug het. Die navorser het die vakinhoudelike ontleding (doelstelling 3) gedoen. Die resultate wat so verkry is, is saamgevoeg om te bepaal of die handboeke aan die vereistes van die HNKV voldoen (doelstelling 4).

Die resultate wat verkry is in die gestruktureerde onderhoude met Graad 7 natuurwetenskaponderwysers tydens skoolbesoeke deur die navorser, word in paragrawe 6.2 tot 6.4 gegee en bespreek. Die vakinhoudelike ontleding deur die navorser kom in paragraaf 6.5 voor, gevolg deur die samevattende evaluering in paragraaf 6.6.

6.2 KEURING VAN HANDBOEKE

6.2.1 HANDBOEKE WAT GEBRUIK WORD

Tydens skoolbesoeke is 'n opname gemaak van die handboeke wat onderwysers in Graad 7 natuurwetenskap in Potchefstroom en omgewing gebruik. Tabel 6.1 gee 'n lys van die handboeke wat die onderwysers van die 17 skole wat besoek is in die klaskamer gebruik. Die handboeke is geplaas in volgorde van die een wat onderwysers die meeste gebruik tot die boeke wat net deur een van die onderwysers gebruik word.

TABEL 6.2: Gebruiksfrekwensie van Graad 7-handboeke

Handboek	Aantal skole wat handboek gebruik
Science for all Grade 7 Moodie <i>et al.</i> (2003)	4
Shuters Natural Science Grade 7 Ayerst <i>et al.</i> (2000)	2
Natural Science all aboard Roodt <i>et al.</i> (2005)	2
Raakvat Natuurwetenskappe Graad 7 Botha <i>et al.</i> (2005)	2
Kollig op Natuurwetenskappe/Spot on Science Turlow & Tonkin (2002)	2
Hands-on-Science Grade 7 Smith <i>et al.</i> (2000)	1
Science today Grade 7 Whitlock <i>et al.</i> (2001)	1
Science Spectrum Grade 7 Cadle <i>et al.</i> (1998)	1
My clever textbook Maytham <i>et al.</i> (2000)	1
Wetenskap Stap vir Stap Adams <i>et al.</i> (1999)	1

Uit Tabel 6.1. volg dat tien (10) verskillende leerderhandboeke in die 17 skole wat ondersoek is, gebruik word. 'n Katalogus van beskikbare wetenskapshandboeke vir Graad 7 is verkry op die internet by (<http://www.kzneducation.gov.za/txtbk.catalog/Grade7Books.htm>). Daarvolgens is 18 leerderboeke beskikbaar. Dit is insiggewend dat 10 van hierdie 18 beskikbare leerderhandboeke in die 17 skole wat in die Potchefstroom-distrik besoek is, gebruik word. Dit blyk hieruit dat die onderwysers nie met mekaar beraadslag wanneer hulle boeke kies nie, maar elkeen dit afsonderlik doen.

6.2.2 LOGISTIEK TEN OPSIGTE VAN DIE KEURING VAN HANDBOEKE (VRAE 1 - 3)

By 60% van die skole is daar 'n uitstalling van verskillende handboeke waaruit gekies word en volgens die onderwyser of vakhoof word die beste een gekies. Vrae 1 tot 3 van die vraelys (Bylaag A) handel oor die logistiek ten opsigte van die keuring van handboeke. Die resultate is in Tabel 6.2 opgesom en word daaronder bespreek.

TABEL 6.3: Resultate van vrae oor logistiek (Vrae 1 tot 3)

VRAAG	OPSIES	AANTAL	PERSENTASIE
1) Wie kies die handboek vir Graad 7-natuurwetenskap?	1- Die onderwyser	10	62,5%
	2- Die vakhoof	6	37,5%
2) Is dit 'n goeie idee om handboeke self te kies?	1- Ja	12	75,0%
	2- Nee	4	25,0%
3) Hoe gereeld word na nuwe handboeke gekyk?	1- Jaarliks	2	12,5%
	2- elke drie jaar	4	25,0%
	5- elke vyf jaar	10	62,5%

Uit Tabel 6.2. kan afgelei word dat 62,5% van die onderwysers self die natuurwetenskap-handboek vir die Graad 7-leerders kies. Die ander 37,5% word deur die vakhoof gekies.

Uit die literatuur kan gesien word dat nie alle onderwysers beskik oor die nodige kennis en insig om die regte handboek vir die Graad 7-leerders se opvoeding te kies nie (Hubisz, 2003:53). Uit die onderhoude was dit duidelik dat geen een van die onderwysers toegerus was met duidelike riglyne om die regte keuse van handboek te doen nie. Daar is ook vir die onderwysers gevra of dit 'n goeie idee is dat onderwysers van die onderskeie vakgebiede die handboeke moet kies en 75% van hulle het ja geantwoord. Hulle voel die keuse berus by hulle as onderwysers wat elke dag te doen kry met die leerders en nie die Departement nie. Al die onderwysers sal egter riglyne wil ontvang oor die keuse van die handboeke. Die meerderheid skole (62,5%) kies nuwe handboeke elke vyf jaar en net 12,5 % jaarliks. Hier speel die beskikbaarheid van fondse van die skool 'n belangrike rol.

6.2.3 KRITERIA VIR KEUSE VAN HANDBOEKE (VRAAG 4)

Tydens die gestruktureerde onderhoude moes die onderwysers spesifiseer waarna hulle oplet wanneer handboeke gekies word. Om hul kriteria te kan vergelyk met dié van ander navorsers (paragraaf 2.5.1), is die onderwysers se kriteria in die kategorieë gestel deur Tarr *et al.* (2006:54), Hubisz (2003) en Dreckmeyer (1994) gegroepeer. Die kriteria is naamlik die vakinhoudelike beklemtoning, onderrigfokus, onderwyserondersteuning en tegniese aspekte.

Die onderwysers het die volgende kriteria vir die selektering van handboeke gestel:

Vakinhoudelike beklemtoning

- Die hoeveelheid leerstof en opdragte moet aansluit by leerders se vlak.
- Dit moet voldoen aan die vereistes van die HNKV (Hersiene Nasionale Kurrikulum Verklaring).
- Die inhoud moet al die leeruitkomste insluit.
- Die vier hoofinhoudelike areas moet afsonderlik gedek word (dit wil sê die areas Fisika, Chemie, Biologie en Geografie moet een na die ander aangebied word).

- Geen onnodige, nie-feitelike inligting moet gegee word. Al die werk moet op Graad 7-eksaminering van toepassing wees.
- Wetenskaplike feite en terminologie moet korrek wees.

Onderrigfokus

- Die agtergrond en milieu van leerders moet in aanmerking geneem word.
- Vrae en opsommings moet aan die einde van eenhede voorkom.
- Eksperimente moet uitvoerbaar wees.
- Daar moet 'n verskeidenheid aktiwiteite in wees.
- Aktiwiteite moet uitvoerbaar wees vir leerders.
- Die take moet assesseerbaar wees.
- Werksopdragte en assessering moet vir groep- en individuele werk voorsiening maak.

Onderwyserondersteuning

- Die onderwysershandleiding moet voldoende inligting gee.
- Die onderwyserhandleiding moet beskik oor praktiese wenke.
- Onderwysershandleiding moet riglyne bied vir assessering.

Tegniese aspekte

- Handboeke moet bekostigbaar wees.
- Logiese en sistematiese uiteensetting en genoeg sketse moet deel van die handboek uitmaak.
- Sketse moet duidelik wees.

Die kriteria wat die onderwysers tydens die onderhoude gestel het, stem grootliks ooreen met die van Dreckmeyer (1994) en Tarr *et al.* (2006) soos beskryf in paragraaf 2.5.1. Dit is interessant om daarop te let dat die onderwysers se kriteria ten opsigte van sommige aspekte van die outeurs verskil.

Dreckmeyer (1994) en Tarr *et al.* (2006) noem byvoorbeeld die volgende vereistes ten opsigte van die vakinhoud waar die onderwysers verskil:

- Interessante besprekings van gegewe onderwerpe moet ingesluit word.
- Leermateriaal moet geïntegreer word met ander afdelings en vakke.

Die eerste van laasgenoemde kriteria is spesifiek uitgesluit deur die vereiste van die onderwysers dat geen onnodige nie-feitelike inligting ingesluit moet word. Dit dui op eksamengedreweheid by die onderwysers. Verder het nie een van die onderwysers integrering beklemtoon nie, al is dit 'n vereiste van die HNKV. Hulle reken dat die leerareas eerder apart gehanteer moet word.

In hul vereistes ten opsigte van die onderrig het nie een van die onderwysers na konstruktivistiese onderrigbenaderings (paragraaf 4.3) soos probleemoplossing verwys nie. Hulle spesifiseer net die uitvoerbaarheid en assesserbaarheid van eksperimente en ander aktiwiteite.

In die onderwysersgidse wat met die leerderboeke saamgaan, verwag die onderwysers nie ondersteuning ten opsigte van die volgende vakkundige aspekte wat Tarr *et al.*, 2006:53) gestel het nie (sien paragraaf 2.5.1), naamlik:

Die onderwysershandleiding moet:

- geleenthede bied vir onderwysers om hul eie begrip van die vakkundige idees uit te brei;
- voorsiening maak vir leerders met spesiale behoeves; en
- handige diagramme, grafieke, datastelle en modelle insluit om leerders te help om vakkundige idees te formuleer.

Die tegniese vereistes wat die onderwysers gestel het, fokus hoofsaaklik op sketse wat duidelik en voldoende moet wees. Die vereiste dat die handboek bekostigbaar moet wees, verskil van die vereiste gestel deur Dreckmeyer (1994) en Hubisz (2003) dat die handboek juis duursaam moet wees.

6.3 ONDERWYSERS SE EVALUERING VAN DIE AANBIEDING VAN DIE ONDERWERP WARMTE IN DIE HANDBOEKE (VRAE 5 – 10)

6.3.1 INLEIDING

Die eerste vier vrae in die vraelys (Bylae A) was 'n algemene ondersoek na die logistiek en kriteria vir die keuse van Graad 7 natuurwetenskapshandboeke. In hierdie paragraaf word die aanbieding van een onderwerp, naamlik warmte, in meer besonderhede ondersoek deur te kyk na die resultate van vrae 5 tot 10.

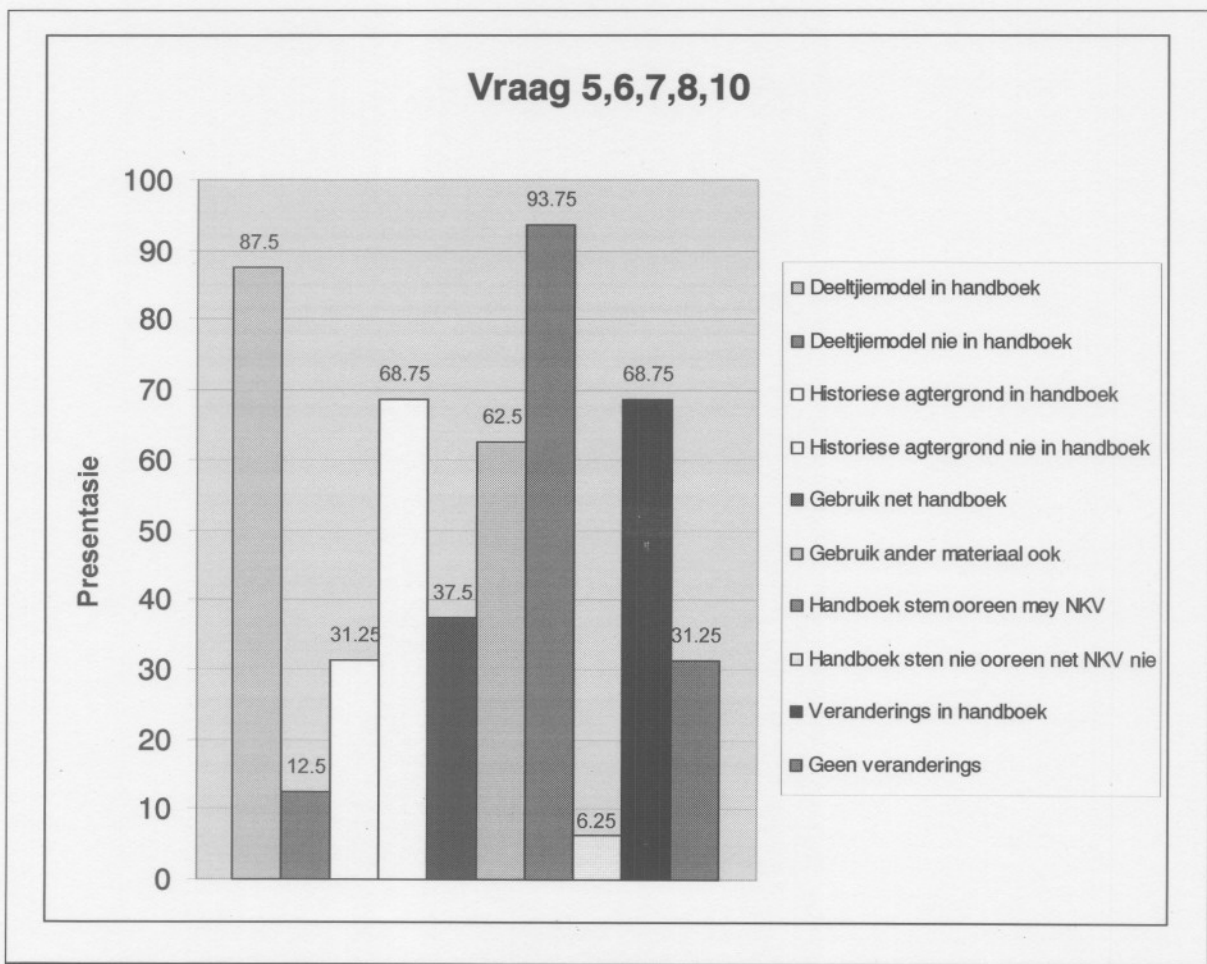
6.3.2 AANBIEDING VAN WARMTE IN DIE HANDBOEK

Vrae 5 tot 10 in die vraelys (Bylaag A) hou verband met die aanbieding van die onderwerp warmte in die handboek. Die resultate is in Tabel 6.3 opgesom en grafies in Grafiek 6.1 voorgestel.

TABEL 6.4 : Resultate van vrae oor aanbieding van warmte in handboek

VRAAG	AANTAL 1. Ja 2. Nee	PERSENTASIE 1. Ja 2. Nee
5) Dink u die deeltjiemodel van materie moet deel uitmaak van die Graad 7 natuurwetenskapshandboek? Waarom/waarom nie?	14 2	88% 12%
6) Sluit die Graad 7 natuurwetenskap-handboek enigiets in oor die historiese agtergrond van die begrip warmte?	5 11	31% 69%
7) Gebruik u slegs die voorgeskrewe handboek vir die aanbieding van warmte of ander materiaal ook?	6 10	38% 62%

VRAAG	AANTAL		PERSENTASIE	
	1. Ja	2. Nee	1. Ja	2. Nee
8) Stem u Graad 7-handboek ooreen met die HNKV?	15	1	94 %	6%
9) Sien Tabel 6.4				
10) Sal u veranderings aan handboek wil maak?	11	5	69%	31%



GRAFIEK 6.1: Grafiese voorstelling van resultate oor aanbieding van warmte in handboeke.

Uit die inligting wat in Tabel 6.3 gegee en in Grafiek 6.1 voorgestel is, kan gesien word dat 88% van die Graad 7-onderwysers voel die deeltjiemodel van materie moet deel uitmaak van die Graad 7-handboek (Vraag 5). Hulle redeneer dat dit 'n goeie basis vir die Graad 7-leerders gee vir die bestudering van chemie later in die hoërskool. Die ander 12% onderwysers dink die deeltjiemodel is te moeilik vir Graad 7-leerders. Hulle sal nog nie die meganisme van warmte-oordrag in terme van die deeltjiemodel verstaan nie.

'n Persentasie van 69% van die handboeke wat tans in Graad 7 gebruik word, gee geen inligting oor die historiese agtergrond van die warmtebegrip nie (Vraag 6). 'n Groot deel van die Graad 7-onderwysers (69%) voel sterk dat historiese agtergrond in die Graad 7-handboek ingesluit moet word. Die leerders behoort te weet waarom hulle sekere feite in die wetenskapklas doen en leer, en waar dit vandaan kom. Nie een van die onderwysers het verwys na leerders se alternatiewe begrippe wat moontlik met historiese begrippe kan ooreenstem nie.

Ongeveer twee-derdes (62%) van die onderwysers maak gebruik van ander materiaal (Vraag 7) om die handboek aan te vul. Die aktiwiteite in die handboeke is te min en geen assesseringsriglyne word gegee nie. Die onderwysers moet hul eie assesseringskemas opstel. Die eksperimente is ook min en te eenvoudig vir Graad 7-leerders. Die onderwysers maak ook van ander bronne gebruik om die eksperimentele werk aan te vul en vir die leerders meer interessant te maak. Sommige onderwysers gebruik wetenskapshandboeke uit vorige kurrikula om prakties aan te bied. Hulle kla dat die UGO-handboeke nie stap vir stap verduidelikings en genoeg inligting gee nie. Hierdie resultaat dui daarop dat die onderwysers verkies om tradisionele onderrigmetodes in plaas van konstruktivistiese metodes te volg.

Hoewel die meeste (94%) van die Graad 7-handboeke volgens die onderwysers ooreenstem met die vereistes van die HNKV (Vraag 9), sal 69% van die onderwysers graag veranderings wil maak aan die nuwe handboeke wat tans in hulle besit is (Vraag 10). Hulle het die volgende tekortkomings gemeld:

- Besprekings in die handboeke is nie wyd genoeg nie en moet aangevul word.
- Daar is te min aktiwiteite in die handboeke en dit stimuleer die leerders nie genoeg nie.

- Die aktiwiteite is te kort en leerders antwoord net in kort sinne.
- Daar is te min eksperimente in die handboeke met stap vir stap verduidelikings.
- Daar moet riglyne vir die onderwyser oor assessering en eksperimente in onderwysershandleidings wees.
- Assessering moet in meer besonderhede gegee word.
- Die inhoud oor elektrisiteit en warmte is nie genoeg nie.

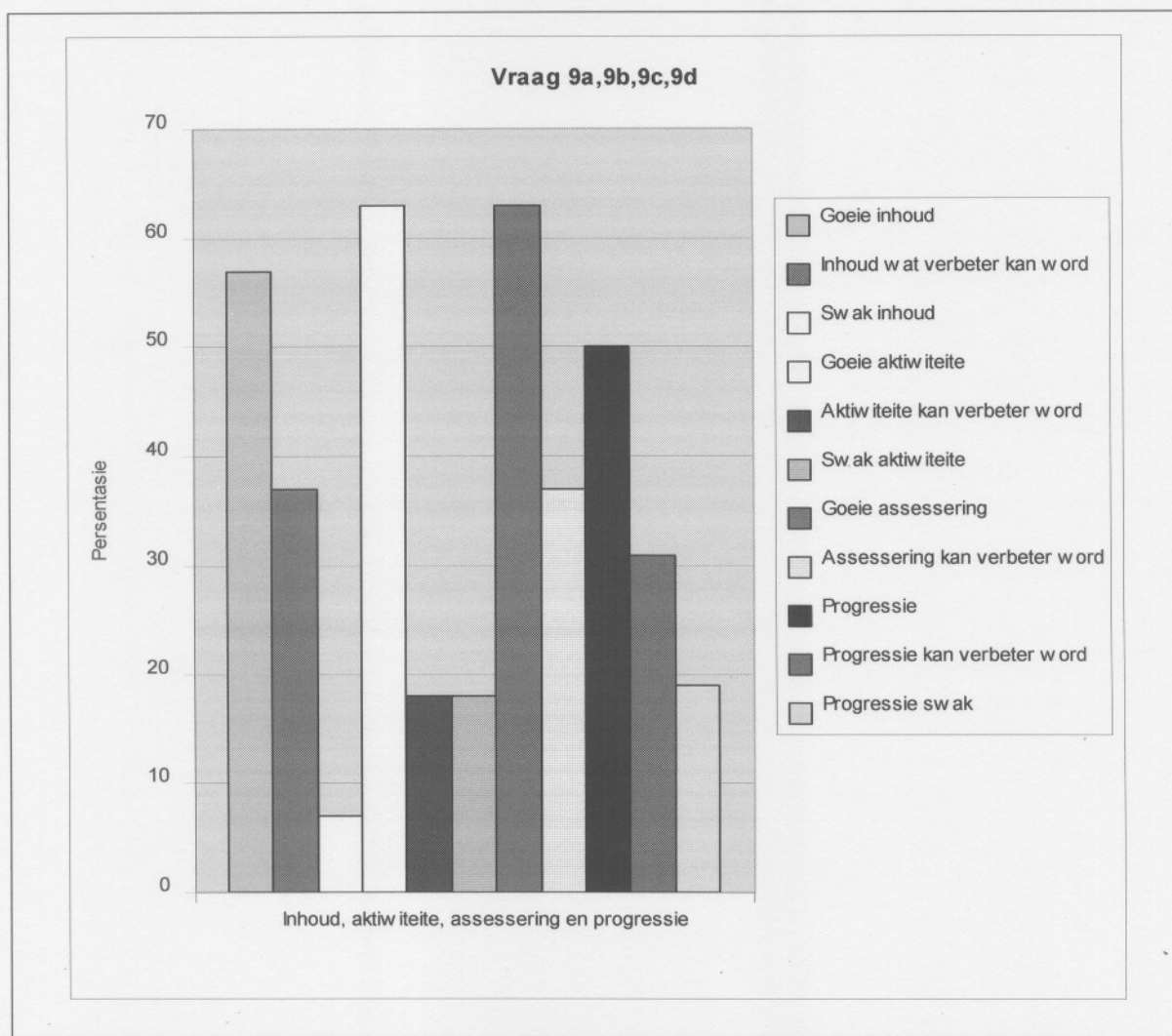
Hierdie tekortkomings dui daarop dat diepte ontbreek in die besprekings, inhoud en aktiwiteite, soos gevind deur Hubisz (2003) (paragraaf 2.4.) Die onderwysers benodig ook meer riglyne ten opsigte van die uitvoer van eksperimente en assessering. Gevolglik moet die onderwysers uit ander bronne bywerk, soos hulle in Vraag 7 aangedui het.

6.3.3 INHOUD, AKTIWITEITE, ASSESSERING EN UITLEG

In Vraag 9 is die respondente gevra om die eenheid in hul handboeke wat oor warmte handel, se inhoud, aktiwiteite, assessering en uitleg te beoordeel. Hul respons is in Tabel 6.4 gegee en in Grafiek 6.2 voorgestel.

Tabel: 6.4. Beoordeling van die warmtebegrip se inhoud, aktiwiteite en assessering.

VRAAG	AANTAL	PERSENTASIE
	1. Ja 2. Nee	1. Ja 2. Nee
9a) Is die inhoud wat handel oor die warmtebegrip voldoende?	6 4	56% 44%
9b) Is u gelukkig met die aktiwiteite in die handboek?	7 3	62% 38%
9c) Is u tevrede met die assessering wat aan die leerders gegee word?	7 3	62% 38%
9d) Is u tevrede met die progressie in die aanbieding van warmte in die handboek?	5	50%



GRAFIEK 6.2: Grafiese voorstelling van resultate oor inhoud, aktiwiteite, assessering en progressie in die aanbieding van warmte in handboek.

Slegs 56% van die Graad 7-onderwysers het gemeld dat die handboeke wat hulle tans gebruik, se inhoud oor warmte voldoende is vir Graad 7. Soveel as 44% voel die inhoud kan meer omvattend wees met meer beskrywings en interessante feite rondom die warmtebegrip. Die byvoeging van historiese agtergrond kan die onderwerp vir die leerders interessanter maak.

Soveel as 62% van die onderwysers is gelukkig met die aktiwiteite in die handboeke, terwyl die res (38%) meer aktiwiteite in die handboek wil hê rondom die warmtebegrip. Die groep is van mening dat die aktiwiteite te oppervlakkig is en die Graad 7-leerders tot meer in staat is as wat tans van hulle verwag word. Die aktiwiteite is ook nie genoeg vir die tyd wat gegee word nie en die onderwyser moet aktiwiteite vanuit ander bronne bywerk om die leerders gestimuleerd te hou.

Ongeveer twee-derdes 62% van die onderwysers is tevrede met die assessering wat aan die leerders in die handboeke gegee word, hoewel hulle ook uit ander bronne bywerk. Sommige skole koop bykomende bronne vir die onderwysers aan. Skole wat oor die nodige geld beskik, stuur ook hul onderwysers op assesseringskursusse. Die onderwyser moet sorg vir deurlopende assessering wat selfassessering, portuurassessering en groepassessering insluit, asook die skryf van toetse en eksamens. 38% van die onderwysers voel dat daar meer aandag aan assessering gegee moet word. Ongeveer 50 % van die onderwysers is tevrede met die uitleg en progressie van die aanbieding van die onderwerp warmte in die handboek.

6.4 ONTLEDING VAN HANDBOEKE DEUR ONDERWYSERS

6.4.1 ONTLEDING VOLGENS SKEMA

Tydens die gestruktureerde onderhoude is die tien (10) handboeke wat die onderwysers tans in hul klaskamers gebruik, ontleed. Die fokus was op die aanbieding van die onderwerp warmte. 'n Vooropgestelde skema is gebruik (Tabel 6.5). Die onderrigaspekte waaraan aandag gegee is, is leerderaktiwiteite en assessering. Verder is gekyk na die geskiktheid van die onderwysershandleiding en tegniese aspekte soos illustrasies.

In Tabel 6.5 word die afkorting HB vir handboek gebruik weens 'n gebrek aan ruimte. Die 10 handboeke is soos volg in Tabel 6.5 genommer:

Handboek 1 (HB 1)	Kollig/Spot on op Natuurwetenskappe Gr 7
Handboek 2 (HB 2)	Raakvat Natuurwetenskappe Graad 7 leerdersboek.
Handboek 3 (HB 3)	Wetenskap Stap vir Stap Graad 7 leerdersboek.

Handboek 4 (HB 4)	Science for all Grade 7
Handboek 5 (HB 5)	Hands-on-science Grade 7
Handboek 6 (HB 6)	Shuters natural sciences for Grade 7
Handboek 7 (HB 7)	Natural science all aboard Grade 7
Handboek 8 (HB 8)	My clever textbook Grade 7
Handboek 9 (HB 9)	Science today Grade 7
Handboek 10 (HB10)	Science spectrum Grade 7

(√ en X word in tabel 6.5 hier onder gebruik vir die onderwysers wat die meeste saam met die stelling gestem het die meerderheid voel dat die handboek (HB) wat hulle gebruik aan die stelling voldoen (√) en as die minderheid so voel (X).

TABEL 6.5: Resultaat van die ontleding van die 10 handboeke

AFDELING 1: WARMTE (INHOUD)	H B 1	H B 2	H B 3	H B 4	H B 5	H B 6	H B 7	H B 8	H B 9	H B 10	TOT (%)
Die handboek behandel al die leeruitkomste en die assesseringstandaarde oor die begrip.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Die handboek toets die leerders se voorkennis oor die warmtebegrip.	√	√	√	√	X	X	√	X	X	X	50
Die inhoud is geskik vir Graad 7-leerders.	√	√	X	√	√	√	√	√	√	√	90
Die inhoud is nuut en sluit aan by die alledaagse lewe.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Daar is integrasie van teorie en praktyk.	√	√	√	√	X	√	√	√	√	√	90

AFDELING 1: WARMTE (INHOUD)	H B 1	H B 2	H B 3	H B 4	H B 5	H B 6	H B 7	H B 8	H B 9	H B 10	TOT (%)
Die inhoud hou verband met diversiteit, bv. kultuur, geloof en geslag.	X	√	X	√	X	√	√	√	√	√	70
Progressie kom na vore in die handboek.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Die handboek bespreek die historiese ontwikkeling van die warmtebegrip.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Die inhoud sluit resente (onlangse) wetenskaplike gebeure en navorsing in.	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√	90
Die volume van die inhoud wat voorgehou word is genoeg vir die vier ure per week.	X	X	√	√	√	√	X	√	√	X	60
Die handboek bespreek die basies wetenskaplike begrippe.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100

AFDELING 2: LEERDERAKTIWITEITE EN ASSESSERING											
Leerderaktiwiteite en assesseringstake hou verband met die noodsaaklike LU's en AS'e.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Daar is goeie assesseringsaktiwiteite in die handboek wat verband hou met die warmtebegrip.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100

AFDELING 2: LEERDERAKTIWITEITE EN ASSESSERING											
'n Verskeidenheid leerderaktiwiteite en assesseringstake word gebruik.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Assessering bestaan uit hoër-orde- sowel as lae-ordevrae.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Assesseringsaktiwiteite reflekteer die integrasie van assesseringstandaarde.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Assesseringstake is duidelik geformuleer.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Die handboek voorsien duidelike riglyne om 'n hipotese te toets en hoe om dit te assesser.	X	√	X	√	X	X	√	X	√	X	40
Die handboek voorsien die leerders van 'n raamwerk om navorsingsprojekte uit te voer.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Die handboek beskik oor betekenisvolle aktiwiteite vir individuele, groepwerk en werk in pare.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Die handboek bevat praktiese leerderaktiwiteite.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Assessering is gerig op verskeidenheid moeilikheidsgrade.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100

AFDELING 3: ONDERWYSESGIDS											
Voorsien duidelike en sistematiese riglyne om die handboek te gebruik.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Voorsien voorbeelde van 'n werkskedule en vakraamwerk.	X	√	X	√	√	X	X	√	√	√	60
Sluit 'n voorbeeld in van 'n assesseringsplan vir die graad.	√	√	√	√	X	√	√	X	√	√	80
Voorsien memorandums, rubrieke, ens. wat ooreenstem met die assesseringstake in die handboek.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
AFDELING 4: TEGNISE ASPEKTE											
Voorkoms van die handboek	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Illustrasies en diagramme is duidelik en beskikbaar vir die nodige inligting.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	100
Die taalgebruik is keurig en wetenskaplik korrek.	√	√	√	√	√	√	√	X	√	√	90

Uit Tabel 6.5 Afdeling 1 volg dat die meerderheid onderwysers vind dat hul handboeke voldoen aan die leeruitkomst- en assesseringstandaarde ten opsigte van die onderwerp-waard. Die basiese begrippe word bespreek en progressief ontwikkel. Die inhoud is relevant en sluit aan by die alledaagse ervarings van die leerders. By twee handboeke word teorie en praktyk egter nie voldoende geïntegreer nie. Twee van die grootste tekortkomings wat gevind is, is dat historiese aspekte nie aandag geniet nie en die volume werk nie voldoende is nie. Vaststelling van leerders se voorkennis voor 'n begrip aangebied word wat noodsaaklik is vir konstruktivistiese onderrig (Paragraaf 4.3), kom net in 45% van die handboeke voor.

Al die handboeke se leerderaktiwiteite en assesseringstake hou verband met die leerder-uitkomst en assesseringstandaarde soos vervat in die HNKV (Tabel 6.5 Afdeling 2). 'n Verskeidenheid leer- en assesseringsaktiwiteite word aangebied op laer en hoër moeilikheidsvlakke. Hoewel al die handboeke aan leerders 'n raamwerk vir die uitvoer van navorsingsprojekte voorsien, gee slegs 55% duidelike riglyne vir hipotesestelling en toetsing.

Volgens Tabel 6.5, Afdeling 3, is die onderwysers almal tevrede dat onderwyser-handleidings duidelik en sistematiese riglyne gee vir die gebruik van die handboeke. Antwoorde op vrae en memorandums en merkskemas vir assesseringsaktiwiteite word ook volgens hulle verskaf. Leemtes is die voorsiening van voorbeelde van 'n werkskediule, vakraamwerk en assesseringsplan vir die betrokke graad.

Die handboeke bevat almal duidelike illustrasies en diagramme. Die uitleg is goed en die sketse oorweldig nie die inhoud nie. Volgens die onderwysers is almal behalwe een se taalgebruik op standaard (Tabel 6.5 Afdeling 4). Hierdie handboeke is in sulke eenvoudige taal geskryf dat die wetenskaplike korrektheid van die terme verlore gaan.

6.4.2 ALGEMENE KOMMENTAAR VAN ONDERWYSERS

Tydens die gestruktureerde onderhoude het die onderwysers (N=10) m.a.w. die aantal onderwysers waarmee onderhoude gevoer was, uitgebrei op aspekte wat in die vorige paragrafe bespreek is. Dit is 'n voordeel van gestruktureerde onderhoude dat meer inligting gegee kan word as wat direk in 'n vraelys gevra word (paragraaf 5.4).

'n Belangrike saak wat na vore gekom het, is dat die handboeke nie almal op standaard is nie. Die meerderheid van die Graad 7-handboeke bestaan meer uit prentjies en aktiwiteite as inhoud. Die aktiwiteite kan meer uitdagend wees vir die Graad 7-leerders. Die inhoud is soms te min vir die beskikbare klasyd. Onderwysers moet van bykomende bronne gebruik maak om die lesse meer substansie te gee. Hulle gebruik veral ouer natuurwetenskap-handboeke. Die leerders word soms gevra om interessante inligting oor die nuutste gebeure en navorsing skool toe te bring. Dit word dan bespreek of daar word selfs debat oor gevoer. Min onderwysers gebruik die Internet vir bykomende inligting en idees.

Verdere kommentaar wat die onderwysers (N 10) tydens die onderhoud gelever het, sluit in:

- Die uitkomst van 'n module of eenheid in die handboek word duidelik aan die begin daarvan gegee. Die onderwysers meen dit is baie goed, want die leerders weet wat om te verwag en wat gedoen gaan word. Die fokus van die eenheid word ook duidelik uitgelig. Sommige handboeke dui ook strategieë vir effektiewe leer vir die leerders aan.
- Die voorbeelde en aktiwiteite sluit aan by die alledaagse lewe van die leerder. Die leerder kan dus 'n duidelike verband sien tussen sy/haar lewe en die werk wat in die handboek aangebied word. 'n Voorbeeld is konveksie (stroming) wat baie goed aan die leerders op hulle vlak verduidelik word met goeie alledaagse voorbeelde. In een van die handboeke word leerders gevra om 'n son-oond te maak. Verder word daar verwys na bio-gas as brandstof, wat 'n baie aktuele onderwerp is. Energievraagstukke word in die meeste handboeke behandel.
- Die eksperimente is baie eenvoudig en almal kan dit verstaan. Alledaagse materiaal wat maklik bekombaar is, word by die eksperimente gebruik. Dus kan elke leerder die eksperimente uitvoer. Die onderwysers is van mening dat leerders beter leer as hulle self die eksperimente uitvoer. Die meeste handboeke dui by elke aktiwiteit aan of dit individueel, in pare of in groepe gedoen moet word.
- Die onderwerp warmte sluit in die meeste handboeke goed aan by die onderwerp energie. Die inhoud word goed geïntegreer.
- Konveksie, geleiding en straling vorm deel van die leerplan oor warmte. Goeie en swak geleiers van warmte, warmte-energie en warmte-oordrag kom in die meeste van die handboeke voor. Leerders leer ook hoe om energie doeltreffend te bespaar. Die warmtebegrip word progressief behandel en op so 'n wyse dat die Graad 7-leerder dit kan verstaan.
- Sommige Graad 7-handboeke sluit die deeltjiemodel van materie in wat 'n baie goeie basis vir verdere studie verleen. Leerders kan die begrippe warmte en warmte-oordrag beter verstaan in terme van die deeltjiemodel.

- Die terminologie wat in die handboeke gebruik word, is nie altyd wetenskaplik korrek nie. Probleme word veral ondervind waar handboeke van Engels na Afrikaans vertaal is.
- Kort opsommings in die handboek is van groot hulp vir die onderwyser en leerders.
- Al die onderwysers stem saam dat assessering 'n belangrike deel van 'n leerder se werk uitmaak. Hy/sy kan vordering hieraan meet en dit kan hom/haar motiveer om harder te werk. Tydens portuurassessering leer leerders van mekaar. Die assessering sluit goed aan by die leeruitkomste wat die leerder na afloop van elke eenheid moet bereik.
- Die verskeidenheid aktiwiteite en assesseringstake in die handboeke gee leerders die geleentheid om hul vordering te monitor en uitdagings aan hulself te stel.
- Die aktiwiteite is goed geformuleer en sluit aan by die assessering wat gedoen moet word. Daar word duidelik vir die leerder gesê wat verwag word by die assesseringstake en dit maak die taak van die onderwyser makliker om die leerders te evalueer. Die leerders weet wat om in toetse en eksamens te verwag.
- Die handboeke bied UGO goed aan, want dit voorsien projekte wat gemik is op alledaagse probleme in 'n Graad 7-leerder se lewe. Sommige handboeke gee stap vir stap riglyne vir die aanpak en uitvoer van projekte.
- Oor die algemeen is die onderwyserhandleidings van groot hulp en maak dit die onderwyser se taak makliker. Antwoorde van vrae in die teks word in die handleidings gegee. Daar word egter nie veel riglyne ten opsigte van die aanbieding gegee nie; ook nie voorbeelde van werkskedules nie. Die onderwyser moet sy/haar eie inisiatief hier gebruik en sy eie werkskedule opstel. As die onderwysers-handleiding oor die nodige riglyne beskik het, sou dit die onderwyser baie tyd spaar. Die onderwysersgids sluit egter goed aan by die leerder se handboek.

Dit is interessant om op te merk dat nie een van die onderwysers self gelet het op konstruktivistiese aanbieding en die noodsaaklikheid om leerders se voorkennis, veral hul alternatiewe begrippe, in aanmerking te neem nie. Hierdie aspekte word in die vakinhoudelike ontleding (paragraaf 6.5) bespreek.

6.4.3 KOMMENTAAR OOR SPESIFIEKE HANDBOEKE

Vier van die onderwysers het tydens die gestruktureerde onderhoude elkeen hul handboeke se sterk en swak punte beskryf soos hieronder gegee.

1. *Science for all Grade 7*

Volgens die onderwyser is die handboek oor die algemeen baie omvattend maar dit bestaan uit te min inhoud. Die aktiwiteite is op die alledaagse gerig en is op 'n vlak wat die Graad 7-leerder verstaan. Al die uitkomst word duidelik aangetoon by die aktiwiteite en maak dit só veel makliker vir die onderwyser. Daar is goeie eksperimente vir die leerders sodat hulle prakties die werk kan ervaar en beter verstaan. Die eenheid wat handel oor warmte sluit konveksie, geleiding, goeie en swak geleiers, straling en absorpsie in. Dit bied 'n goeie inleiding oor warmte vir die leerders. Die Graad 7-leerders kan hierby baat vind in hul alledaagse lewe. Veranderinge wat die onderwyser in die handboek sou aanbring, is dat daar meer gedoen moet word oor plante en diere. Die inhoud moet ook meer breedvoerig wees; dit is te oppervlakkig.

2. *All aboard natural science Grade 7*

Die handboek dui die leeruitkomst en assesseringstandaarde baie goed aan, maar die inhoud en aktiwiteite in die handboek is baie min vir 'n Graad 7-leerder. Daar is progressie in die handboek te sien. Daar word onder die warmtebegrip na die oordrag van warmte, konveksie, geleiding en absorpsie gekyk. Dit is baie min en die onderwyser voel die deeltjiemodel van materie behoort ook deel van die Graad 7-handboek uit te maak. Al bogenoemde kan meer prakties gedoen word en daar kan meer inligting rondom hierdie terme gegee word. Die onderwyser behoort van ander bronne ook gebruik te maak.

3. *Raakvat Natuurwetenskappe Graad 7*

Oor die algemeen is hierdie vir die onderwyser 'n baie goeie handboek. Dit bestaan uit modules en eenhede. Die aktiwiteite toon aan of dit individueel, in groep of pare gedoen moet word. Leeruitkomst en assesseringstandaarde word duidelik bo-aan die aktiwiteite getoon. Die inhoud kan meer inligting bevat en meer praktiese werk kan gedoen word.

Onder die warmtebegrip word isolasie, wrywing, die kweekhuiseffek en die deeltjiemodel van materie, konveksie en geleiding gedoen.

4. Kollig op natuurwetenskappe Graad 7

Die uitkomst word goed aangetoon aan die begin van elke module. Die inhoud en aktiwiteite is egter baie min vir 'n Graad 7-leerder. Die onderwyser sal graag meer praktiese werk, inligting en aktiwiteite in die handboeke wil sien. Die boek is alledaags gerig en geskryf in 'n taal wat die Graad 7-leerder kan verstaan. Assessering word aan die einde van elke eenheid gedoen, hetsy groep/individueel. Onder die warmtebegrip word na geleiding, konveksie, straling en hitte-energiedoeltreffendheid gekyk. Die onderwyser sal graag wil sien dat die deeltjiemodel van materie deel moet uitmaak van die Graad 7-handboek, want dit sal 'n goeie basis wees vir Graad 8. Nog iets wat die onderwyser by die handboek sal wil byvoeg, is dat daar meer historiese agtergrond gegee moet word.

Hierdie vier individuele sienings toon aan waarop die onderwysers fokus as hulle 'n handboek evalueer. Dit is vir al vier baie belangrik dat die leeruitkomst en assesseringstandaarde duidelik en by elke eenheid en selfs elke aktiwiteit aangedui word. Dit gee hulle die versekering dat die boek aan die vereistes van die HNKV voldoen. Nie een van hierdie onderwysers het egter self nagegaan of die leeruitkomst korrek deur die handboekskrywers geïnterpreteer is nie. Verder kyk hulle ook net na die onderwerpe wat behandel word, nie na die wetenskaplike korrektheid daarvan nie.

6.5 ONTLEDING VAN VAKINHOUD

6.5.1 VOORSKRIFTE VAN DIE HNKV OOR DIE WARMTEBEGRIP

Die HNVK (Departement van Onderwys, 2003:64-66, 68-69, 72-74, 76-77) spesifiseer die kernkennis en begrippe wat in die senior fase (Graad 7 – 9) geleer moet word. Die onderwerp warmte word nie as 'n eenheid hierin aangegee nie, maar is versprei onder verskillende fokusse en selfs hoofmodusse. Hieronder volg aanhalings (A, B, C en D) uit die HNKV (Departement van Onderwys, 2003) onder opskrifte wat die hoofmodus en fokus aandui.

Hoofmodus: Energie en verandering

Fokus: *Energie-oordrag en -stelsels (Departement van Onderwys, 2003:69).*

- A. "Alle fisiese stelsels wat mense gebruik (bv. toestelle, voertuie en menslike liggame), verloor 'n gedeelte van die energie wat hulle ontvang. Dié afval- of vermorste energie verwarm die omgewing. Wanneer die omgewing daardeur verwarm word, kan ons die energie nie meer gebruik om vir ons te werk nie".
- B. "Warm voorwerpe dra energie oor na kouer voorwerpe, totdat die voorwerpe dieselfde temperatuur bereik. Warm voorwerpe dra energie op drie maniere as hitte oor: deur geleiding, deur konveksie en deur uitstraling. Hierdie oordrag kan nuttig of vermorsend wees. Hitte wat verlore gaan, kan beheer word deur geleiding, konveksie en uitstraling in 'n stelsel te verminder".

Hoofmodus: Materie en materiaal/stowwe

Fokus: *Eienskappe en gebruik van materiaal/stowwe (Departement van Onderwys, 2003:76).*

- C. "Donkerkleurige oppervlakke word warmer as ligkleurige oppervlakke wanneer dit aan uitstralende energiebronne soos die son blootgestel word. Donkerkleurige voorwerpe straal hul energie geredeliker as hitte uit as blink, ligkleurige voorwerpe".

Hoofmodus: Materie en materiaalstowwe

Fokus: *Struktuur, reaksies en veranderings van materiaal/stowwe (Departement van Onderwys, 2003:76).*

- D. "'n Deeltjiemodel van materie kan fisiese veranderings van stowwe, soos smelting, verdamping, kondensasie, diffusie en verwarming deur geleiding verklaar".

6.5.2 ONTLEDING VAN HANDBOEKE

Die vyf handboeke wat deur meer as een onderwyser gebruik word (sien Tabel 6.1), is ondersoek om vas te stel of hulle die inhoude A, B, C en D soos in paragraaf 6.5.1 aangehaal is, bevat. Die resultate is in Tabel 6.6 opgesom. Die handboek wat die minste aan die Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring voldoen, naamlik Shutters Natural Sciences, is uitgegee vóór die kurrikulum (Departement van Onderwys, 2003:70) bekend geword het. Die onderwysers wat die handboek gebruik het, het dus nog 'n vorige leerplan gevolg.

Punt A hierbo handel oor energiedegradasie, wat in paragraaf 3.5.3 beskryf is. Dit is nou verwant aan die wet van behoud van energie (paragraaf 3.5.2) wat nie deur die HNKV gespesifiseer is nie. Hierdie twee begrippe (energiedegradasie en behoud van energie) is beide belangrik vir die verstaan van die energiebegrip (Pinto *et al.*, 2005:40).

Punt B hou verband met die definisie van warmte (sien paragraaf 3.1). Daarvolgens is warmte die energie wat oorgedra word van 'n voorwerp by 'n hoër temperatuur na 'n ander by laer temperatuur totdat termiese ewewig (paragraaf 3.6) bereik is. Nieteenstaande die feit dat die begrip temperatuur belangrik is in hierdie definisie, kom die temperatuurbegrip of die meting daarvan nêrens in die kurrikulum (Departemente van Onderwys, 2003:70) voor nie. In net een van die vyf handboeke wat nagegaan is, naamlik Moodi *et al.* (2003), word die temperatuurbegrip en sy meting behandel. Die meeste handboeke verwys na 'n warm of koue voorwerp eerder as na hoër en laer temperature.

Die tweede deel van punt B verwys na die drie prosesse waarvolgens energie oorgedra word, naamlik geleiding, konveksie en uitstraling. In die onderhoude het onderwysers na hierdie onderwerp verwys as een wat hom leen tot alledaagse voorbeelde en aktiwiteite (paragraaf 6.4.2). Al vier die handboeke van Tabel 6.6 wat op die HNKV (Departement van Onderwys, 2003) geskoei is, behandel hierdie onderwerp omvattend. Eenvoudige eksperimente en alledaagse voorbeelde en aktiwiteite kom in almal voor.

Die drie prosesse van energie-oordrag in punt B word gevolg deur energiedegradasie en hoe oordrag na minder bruikbare energievorme beperk kan word. Weer eens word geen aandag gegee aan die fundamentele wet van energiebehoud nie.

Inteendeel, die HNKV stel dat hitte (warmte) verlore kan raak, wat juis teen hierdie wet ingaan. 'n Wanopvatting kan sodoende by leerders gevestig word.

Punt C hou verband met een van die drie prosesse van energie-oordrag wat onder punt B genoem is, naamlik uitstraling. In die behandeling hiervan bied die handboeke eenvoudige aktiwiteite en verwys na alledaagse voorbeelde soos yskaste en oonde.

Energie-oordrag deur geleiding word verklaar met behulp van die deeltjiemodel (punt D). Die meeste onderwysers (87%) wat in die gestruktureerde onderhoude gevra is, het aangedui dat die deeltjiemodel in Graad 7 ingesluit behoort te word. Hulle sien die model as 'n basis vir chemie in die senior fase. Net twee van die vyf handboeke (sien Tabel 6.6) behandel die deeltjiemodel en verklaar geleiding daarmee.

TABEL 6.6: Voorkoms in vyf handboeke van inhoud wat op die warmtebegrip betrekking het

Onderwerp	All aboard	Botha <i>et al.</i> (2005).	Moodie <i>et al.</i> (2003).	Ayerst <i>et al.</i> (2000).	Turlow & Tonkin, (2002).
A. Energiedegradasie	NEE	JA	JA	NEE	JA
B. Energie-oordragprosesse	JA	JA	JA	JA	JA
C. Uitstraling by donker & blink oppervlakke	JA	JA	JA	NEE	NEE
D. Deeltjiemodel	NEE	JA	JA	NEE	NEE

Uit Tabel 6.6 volg dat net twee van die vyf handboeke al die punte van die voorgeskrewe kernkurrikulum vir die senior fase reeds in Graad 7 behandel. Die onderwerpe met betrekking tot wat in die HNKV aangegee word vir die senior fase (Graad 7 – 9), word nie

almal in Graad 7 behandel nie. Slegs die energie-oordragprosesse (bv. geleiding) word in al vyf die boeke behandel. Die meeste handboekskrywers meen waarskynlik dit is maklik genoeg vir Graad 7's, terwyl die deeltjiemodel 'n moeiliker begrip is.

6.5.3 KONSEPTUALISERING VAN DIE WARMTEBEGRIP

Wetenskaplik word warmte gedefinieer as die energie wat oorgedra word van 'n liggaam by 'n hoër temperatuur na een by 'n laer temperatuur (paragraaf 3.1). Warmte is dus 'n proses, eerder as 'n voorwerp. Leite (1999:79) het gevind dat handboeke warmte definieer as:

- 'n fluïed
- energie
- prosesgebonde energie.

'n Onderzoek na die vyf handboeke (kyk paragraaf 6.2.1.) wat deur meer as een onderwyser in die ondersoek gebruik word (Tabel 6.1), toon dat warmte gesien word as:

- iets wat 'n voorwerp besit/afgee
- iets wat geskep kan word/verlore kan raak
- iets wat vloei of beweeg (d.w.s. 'n fluïed)
- 'n Vorm van energie
- Hoeveelheid energie wat oorgedra word tussen voorwerpe by verskillende temperature.

Net laasgenoemde siening, naamlik dat warmte oordrag van energie is, is wetenskaplik korrek, terwyl die ander alternatiewe begrippe is. 'n Ontleding van die handboeke se konseptualisering van die warmtebegrip word in Tabel 6.7 opgesom.

Slegs die laaste begrip, naamlik dat warmte oordrag van energie is, is korrek volgens die wetenskaplike definisie van warmte.

TABEL 6.7 Konseptualisering van warmte in verskillende handboeke

Warmte is ...	All aboard	Botha et al. (2005)	Moodie et al. (2003)	Ayerst et al. (2000)	Turlow & Tonkin. (2002)
Iets wat 'n voorwerp besit/afgee	JA	NEE	JA	JA	JA
Iets wat geskep kan word/verlore kan raak	JA	JA	NEE	NEE	JA
Iets wat vloei/beweeg	JA	NEE	JA	NEE	JA
'n Vorm van energie	JA	JA	JA	JA	JA
Oordrag van energie	JA	JA	JA	JA	JA

Die wetenskaplike begrip van warmte verskil van die historiese begrip (paragraaf 3.2), asook die alledaagse betekenis (paragraaf 3.10.1). Histories is warmte gesien as 'n fluïed, dit wil sê iets wat vloei of beweeg. Alledaags word die term warmte gebruik met verwysing na 'n vorm van energie of energie wat afgegee en opgeneem word. Indien die wet van behoud van energie nie aanvaar word nie, kan warmte geskep en vernietig word. In twee van die handboeke kom al hierdie foute na vore. Dat foute in handboeke voorkom, is reeds deur Hubisz (2003:50) aangetoon.

Voorbeelde van die voorkoms van die alternatiewe begrippe van warmte kan in die volgende aanhalings gesien word: (Woorde wat die alternatiewe begrip aandui is deur die skrywer onderstreep).

Warmte is iets wat 'n voorwerp besit wat afgegee kan word:

- "Hot things have energy. Hot things give their energy away to the air around them, and to anything that is less hot." (Alle aboard p. 4)

- "It begins to give away heat to anything that is cooler" (Moodie *et al.*, 2003:120).
- "Fuels ...that we can burn to release heat energy" (All aboard p. 5)

Warmte kan geskep word / verlore raak

"Dit" (kragstasies) "produseer hitte-energie" (All aboard p. 2)

- "Wanneer jy hardloop, skep jy kinetiese energie" (Turlow en Tonkin, 2002:51).
- "Daar sal altyd 'n bietjie energie verlore gaan wanneer 'n energie-omskakeltoestel energie transformeer" Turlow en Tonkin (2002:56).
- "Wrywing veroorzaak hitte"; "Die diagram toon hitte-verlies" (Botha *et al.*, 2005:65)
- "Die rooi water sink dan na die bodem omdat dit van sy hitte verloor het" (Turlow en Tonkin, 2002:60).
- "Die gloeilamp se lig is nuttige energie en die hitte verlore energie" (Botha *et al.*, 2005:57)

Warmte is iets wat vloei/beweeg

- "Heat energy moves through gases, liquids and solids" (All aboard p. 12).
- "Die energie kan egter van vorm verander en van een voorwerp na 'n ander in dieselfde stelsel beweeg." (Turlow en Tonkin, 2002:55).
- "Heat rises" (Moodie *et al.*, 2003:121).

Warmte is 'n vorm van energie

- Energie kom in baie vorms voor, soos lig-energie, hitte-energie (Turlow & Tonkin, 2002:33).
- "Drie maniere waarop hitte-energie verplaas word" (Turlow & Tonkin, 2002:59).
- "This produces heat energy" (All aboard p. 2).

- "This means that your body is transforming some of your stored energy into hotness-energy to keep you warm" (Moodie *et al.*, 2003:61).

Die vakinhoudelike ontleding van die onderwerp warmte dui daarop dat nie een van die handboeke wat ondersoek is, inhoudsgewys voldoen aan die vereiste van wetenskaplike korrektheid ten opsigte van die warmtebegrip nie. Alternatiewe begrippe kom in almal voor. Hierdie alternatiewe begrippe is ook in die literatuur gerapporteer (Paragraaf 3.10.1). Die gebruik van alternatiewe begrippe in handboeke kan foutiewe idees veroorsaak of versterk. Sommige foute wat hierbo aangedui is, kom van 'n verkeerde (alternatiewe) begrip van warmte, byvoorbeeld dat warmte 'n vorm van energie is wat van een voorwerp na 'n ander kan beweeg. Die idee dat energie geskep of verloor kan word, kom waarskynlik voor omdat die wet van behoud van energie nie behandel word nie. Vereenvoudiging van die werk (waarskynlik om makliker verstaanbaar te wees) kan juis wetenskaplike wanbegrippe by die leerders veroorsaak. Daarby kom ook probleme met vertaling voor. So byvoorbeeld vertaal een boek "transfer" met "verplasing", 'n term wat 'n totaal ander wetenskaplike betekenis het.

Daar moet toegegee word dat warmte 'n moeilike begrip is waaroor wetenskaplikes vandag nog redeneer. In Januarie 2007 is 'n gesprek op die *physlrr* internetforum (physlrr@listserv.boisestate.edu) oor handboeke gevoer. 'n Bespreking van foute wat met betrekking tot die warmtebegrip voorkom, het deel van die gesprek uitgemaak. 'n Voorstel wat algemene byval gevind het, is dat *warmte* (*heat*) nie as 'n selfstandige naamwoord gebruik moet word nie, maar eerder met die term *verwarming* (*heating*) of die woorde *deur verwarming* (*by heating*) vervang moet word.

6.6 SAMEVATTENDE EVALUERING

In die onderhoude was 93,75 % van die onderwysers van mening dat hul handboeke aan die vereistes van die HNKV voldoen (paragraaf 6.3.2). Uit verdere resultate (paragrafe 6.4 en 6.5) volg egter dat daar tekortkomings is.

Die resultate wat uit die gestruktureerde onderhoude en die vakinhoudelike ontleding verkry is, word in hierdie paragraaf saamgevat. Hierdie resultate word gegee vir elke

leeruitkoms en gepaardgaande assesseringstandaarde (paragraaf 4.8.2) soos gespesifiseer vir die senior fase in die HNKV (Departement van Onderwys, 2003). In die volgende paragrawe (6.6.1 tot 6.6.3) word die leeruitkomste (LU's) en assesseringstandaarde (AS's) uit die HNKV aangehaal en dan met behulp van die resultate van die empiriese studie geëvalueer.

6.6.1 LEERUITKOMS 1: WETENSKAPLIKE ONDERSOEK

Die eerste leeruitkoms vir Natuurwetenskappe (Senior fase, Grade 7 – 9) word soos volg in die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van onderwys, 2003:46) gestel:

"Die leerder is in staat om met selfvertroue op weetgierigheid oor natuurlike verskynsels te reageer, en om binne die konteks van wetenskap, tegnologie en die omgewing verbande te soek en probleme op te los. "

Vir hierdie leeruitkoms is die assesseringstandaarde (AS) vir die senior fase (Departement van onderwys, 2003:46):

AS1: Beplanning van ondersoek

AS2: Uitvoering van ondersoek en versameling van data

AS3: Evaluering van data en kommunikasie van bevindings

Resultate van empiriese studie ten opsigte van Leeruitkoms 1:

Om Leeruitkoms 1 te bereik, gee al tien (10) die handboeke wat ondersoek is (paragraaf 6.4.1) 'n verskeidenheid leerderaktiwiteite, navorsingsprojekte en assesseringstake met verskillende moeilikheidsvlakke (paragraaf 6.4.1).

Klem word hierin gelê op die uitvoering van 'n ondersoek en insameling van data (AS2), terwyl aandag gegee word aan die evaluering van data en kommunikasie van bevindings (AS3). Beplanning van ondersoeke en probleemoplossings is egter skaars. Net 40% van die handboeke voorsien duidelike riglyne om 'n hipotese te stel en te toets.

Oor die algemeen is die onderwysers tevrede dat 'n variasie aktiwiteite gegee word om die inhoud aan die leerders verstaanbaar te maak. Handboeke dui aan of die aktiwiteite in pare, groepe of individueel gedoen moet word. Die vlak van die aktiwiteite is egter dikwels te laag vir Graad 7-leerders. Die onderwysers verkies steeds resepmatige (stap vir stap) aanwysings eerder as probleemoplossingsaktiwiteite. Hulle het dus nog nie oorgeskakel na konstruktivistiese onderrigmetodes nie, soos wat Motlhabane (2005) ook bevind het.

Nieteenstaande die feit dat daar grootliks aan hierdie leeruitkoms en sy assesseringstandaarde voldoen word, ontbreek diepte en inoefening van vaardighede.

6.6.2 LEERUITKOMS 2: KONSTRUKSIE VAN WETENSKAPKENNIS

Volgens die Nasionale Kurrikulumverklaring (Departement van onderwys, 2003:46) is die tweede leeruitkoms vir Natuurwetenskappe (Senior fase, Grade 7 – 9) die volgende:

"Die leerder ken, interpreteer en pas wetenskaplike, tegnologiese en omgewingskennis toe."

Die assesseringstandaarde (AS) vir Leeruitkoms 2 is:

AS1: Onthou van betekenisvolle inligting wanneer benodig

AS2: Kategorisering van inligting om kompleksiteit te verminder en patrone te soek

AS3: Interpretasie van inligting

AS4: Toepassing van kennis op probleme wat nie eksplisiet onderrig word nie

Resultate van empiriese studie ten opsigte van Leeruitkoms 2

Tydens die gestruktureerde onderhoude het die onderwysers saamgestem dat die basiese wetenskaplike begrippe wat met die warmtebegrip verband hou, in hul handboeke bespreek word (paragraaf 6.4.1). 'n Vakinhoudelike ontleding van vyf handboeke (paragraaf 6.5) het bevind dat al die voorgeskrewe inhoud vir die senior fase nie in Graad 7 aangebied word nie.

Wat van groot belang is, is dat slegs 50% van die handboeke by die leerders se voorkennis begin. Hierdie uitgangspunt van konstruktivisme (sien paragraaf 4.2.1) word dus nie in aanmerking geneem nie. Daarby het die vakinhoudelike ontleding (paragraaf 6.5) bevind dat daar 'n groot aantal alternatiewe begrippe (sien paragraaf 3.10) ten opsigte van die warmtebegrip in die handboeke voorkom. Hierdie bevinding stem ooreen met Leite (1999:75) en Hubisz (2003) dat handboeke foute bevat en alternatiewe begrippe by leerders kan versterk.

Net 60% van die onderwysers het die volume van die inhoud voldoende gevind (paragraaf 6.4.1). Die onderwysers het opgemerk dat die handboeke te min feitelike inligting bevat (6.4.2). Ongeveer twee-derdes (69%) van die onderwysers het tekortkomings in die handboeke gevind, waarvan die oorgrote meerderheid daarop gedui het dat diepte ontbreek (paragraaf 6.3.2). Die vlak van aanbieding was te laag en die besprekings en aktiwiteite te min. Die onderwysers moet uit eie bronne bywerk. Sommige onderwysers is van mening dat die klem te veel val op aktiwiteite, dit wil sê op Leeruitkoms 1. Hulle het 'n behoefte aan meer feitelike kennis en verduideliking in die handboeke. Hierdie behoefte sluit aan by Hubisz (2003:52) se betoog vir 'n groter fokus op die vakinhoud (paragraaf 2.4.2).

Die warmtebegrip word behandel nadat die energiebegrip ingelei is. Ander voorkennis, soos die begrip en meting van temperatuur, word egter nie behandel nie. 'n Moontlike oorsaak is dat dit nie eksplisiet in die HNKV (Departement van Onderwys, 2003) aangedui word nie. Hierdie tekort kan beslis nie wees omdat die kurrikulum te vol is nie. Die onderwysers het in die gestruktureerde onderhoude juis aangedui dat die werk in hul handboeke te min is en hulle gevolglik uit ander bronne moet bywerk.

6.6.3 LEERUITKOMS. 3:

WETENSKAP, DIE SAMELEWING EN DIE OMGEWING

Die derde leeruitkoms vir Natuurwetenskappe in die senior fase is (Departement van onderwys, 2003:46):

"Die leerder is in staat om begrip van die onderlinge verband tussen wetenskap en tegnologie, die samelewing en die omgewing te toon."

Vir Leeruitkoms 3 is die assesseringstandaarde (AS):

AS1: Begrip van wetenskap as 'n menslike aktiwiteit in kulturele konteks

AS2: Begrip van die volhoubare gebruik van die aarde se hulpbronne

Resultate van empiriese studie ten opsigte van Leeruitkoms 3

Die begrip van wetenskap as 'n menslike aktiwiteit (AS 1) kan met behulp van 'n behandeling van die historiese ontwikkeling van die warmtebegrip aan die leerders oorgedra word. Net 31% van die handboeke het egter hieraan aandag gee. Aan die tweede assesseringstandaard (AS2) het drie van die vyf handboeke wat in die vakinhoudelike ontleding nagegaan is, aandag gegee deur te verwys na die degradasie van energie. Terwyl die handboeke grootliks aan leeruitkomste 1 en 2 voldoen het, word min aandag aan Leeruitkoms 3 en die gepaardgaande assesseringstandaarde gegee.

In Hoofstuk 7 word die vernaamste resultate van die empiriese studie gestel, gevolgtrekkings word uit die studie gemaak, en aanbevelings word gegee.

HOOFSTUK 7 **SAMEVATTING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS**

7.1 OORSIG OOR STUDIE

Die doel van dié studie was om Graad 7 natuurwetenskaphandboeke se aanbieding van die onderwerp warmte en Graad 7-onderwysers se beoordeling daarvan te evalueer in die lig van die vereistes van die HNKV (Departement van Onderwys, 2003). Om dié doel te bereik, is 'n ontleding gedoen van Graad 7 natuurwetenskaphandboeke wat tans in skole van die Potchefstroom-distrik gebruik word. Gestruktureerde onderhoude is met 17 natuurwetenskaponderwysers gevoer.

Die onderwerp warmte is in die studie ondersoek omdat warmte 'n sleutelbegrip in termiese, chemiese en ander energie-oordragprosesse is. Die onderwerp verleen hom ook tot die onderrig van ondersoekvaardighede en kontekstuele toepassings soos vereis deur die HNKV.

'n Literatuurstudie (hoofstukke 2, 3 en 4) is gedoen om agtergrond te verleen vir die empiriese studie en interpretering van resultate. In Hoofstuk 2 is gelet op kriteria wat gebruik kan word om handboeke vir natuurwetenskaponderrig te selekteer. Dit het aangesluit by die eerste doelstellings van die empiriese studie, naamlik om:

- (1) Kriteria waarvolgens Graad 7 natuurwetenskaponderwysers in die Potchefstroom-distrik handboeke kies, te bepaal.

In Hoofstuk 2 is die konstruktivistiese onderrig-leerteorie bestudeer. Hedendaagse onderrig- en assesseringstegnieke, soos veronderstel deur die HNKV, is hierop geskoei. Teen hierdie agtergrond kon die onderwysers se sienings van die aanbieding van aktiwiteite en eksperimentele werk in die empiriese studie geëvalueer word om aan die tweede doelstelling van die empiriese studie te voldoen, naamlik om:

- (2) Die Graad 7-onderwysers se evaluering van die aanbieding van die onderwerp warmte in die leerderhandboek wat hulle in die klaskamer gebruik, te ondersoek,

Waar die eerste leeruitkoms vir Graad 7 natuurwetenskappe (paragraaf 4.8.2) betrekking het op wetenskaplike metodes en tegnieke wat leerders moet baasraak, handel die tweede en derde leeruitkomste oor wetenskaplike kennis, begrip en alledaagse toepassing. Hoofstuk 3 bied agtergrondkennis vir die evaluering van die wetenskaplike korrektheid en moontlike voorkoms van alternatiewe begrippe met betrekking tot die onderwerp warmte. Die derde doelstelling van die empiriese studie was om te bepaal of die voorskrifte van die HNKV in ooreenstemming hiermee is, naamlik deur

- (3) 'n Vakinhoudelike ontleding van die aanbieding van die warmtebegrip in Graad 7-leerderhandboeke te doen.

Die resultate wat verkry is ten opsigte van die empiriese doelstellings (1), (2) en (3) is gekombineer in 'n samevattende evaluering van die handboeke soos gegee in die vierde doelstelling, naamlik om

- (4) Die resultate van bogenoemde te evalueer in die lig van die leeruitkomste en assesseringstandaarde soos gestel in die HNKV.

Die vernaamste resultate van die empiriese studie word in paragraaf 7.2 bespreek, gevolg deur die gevolgtrekkings van die studie (paragraaf 7.3). Die gevolgtrekkings fokus op die probleemstelling van die studie, naamlik die geskiktheid van Graad 7-natuurwetenskapshandboeke vir gebruik in Suid-Afrikaanse klaskamers. Aanbevelings vir onderwysers, opleiers van onderwysers en handboekskrywers word in paragraaf 7.4 gegee.

7.2 VERNAAMSTE BEVINDINGS VAN DIE EMPIRIESE STUDIE

7.2.1 SELEKTERING EN GEBRUIK VAN HANDBOEKE

Handboeke blyk onontbeerlik, en soms die enigste hulpmiddel van die onderwysers wat aan die ondersoek deelgeneem het, te wees. Tien uit 'n moontlike 18 verskillende handboeke word gebruik by die 17 laerskole wat in die Potchefstroom-distrik besoek is (Paragraaf 6.2). Die groot verskeidenheid handboeke wys daarop dat daar nie gemeenskaplike kriteria is waarvolgens handboeke gekies word nie. Elke onderwyser of vakhoof kies self volgens sy eie kriteria uit die verskeidenheid handboeke wat beskikbaar is. In die algemeen stem hulle kriteria ooreen met die wat in die literatuur aangegee word, maar verskillende onderwysers beklemtoon verskillende aspekte. Verskille met die kriteria soos in die literatuur gespesifiseer, dui daarop dat die onderwysers nog nie ten volle die paradigmatuif na konstruktivistiese onderrig en leer gemaak het nie. Die onderwysers het 'n behoefte aan leiding en opleiding hierin nodig.

Navorsing het getoon dat onderwysers baie afhanklik is van die handboek en op die inligting in die handboek staat maak (Leite, 1999:75). Uit die resultate (paragraaf 6.2) kan gesien word dat 37% van die onderwysers in die Potchefstroom-distrik uitsluitlik op die handboek staat maak en die inhoud net so aan die leerders oordra. So byvoorbeeld word die handboekaktiwiteite uitgevoer presies soos wat dit gegee word indien apparaat beskikbaar is. In die 80% skole wat nie oor genoeg apparaat beskik nie, demonstreer die onderwyser die eksperiment terwyl leerders waarneem. Dikwels word die eksperimente net saam met die leerders in die handboek deurgegaan sonder dat hulle die apparaat sien of hanteer.

7.2.2 ONDERRIGFOKUS IN HANDBOEKE

Tydens die gestruktureerde onderhoude het al 17 die onderwysers (d.w.s. 100 %) die toepassing van die werk op die alledaagse lewe in hul handboeke beklemtoon (paragraaf 6.4). Volgens 90% van die onderwysers sluit die inhoud van hul handboeke aan by

resente (onlangse) wetenskaplike gebeure en navorsing. Hoewel net 31% van die handboeke die historiese ontwikkeling van die warmtebegrip gee, voel al die onderwysers dat dit ingesluit moet word (paragraaf 6.3). Dit sal bydra om leerders beter te laat begryp dat wetenskap 'n menslike aktiwiteit in kulturele konteks is (paragraaf 4.5). Laasgenoemde begrip word vereis in die HNKV (Departement van Onderwys, 2003).

Die onderwysers is van mening dat die aktiwiteite en skriftelike werk min en op 'n lae vlak is (paragrafe 6.3 en 6.4). Dit wek kommer by hulle. Oor die algemeen is die meerderheid Graad 7-handboeke wat ondersoek is in eenvoudige taal geskryf, die aktiwiteite is beperk, eksperimente is eenvoudig en nie uitdagend nie. Verder neem assessering baie tyd van die onderwyser en leerders in beslag al is dit nie op 'n aanvaarbare inhoudsvlak nie.

Die studie het bevind dat 70% van die onderwysers gebruik maak van bykomende onderrigmateriaal, omdat die handboek wat hulle gebruik nie genoeg aktiwiteite bevat en die inhoud nie breedvoerig genoeg bespreek word nie. Om 'n voorgeskrewe handboek te hê, beteken nie dat jy as onderwyser daardeur gebind is nie en slegs daardie handboek moet gebruik nie. Die onderwyser moet leerders egter inlig oor hoe die handboek gedurende die loop van die kursus gebruik gaan word (Leite, 1999:86).

Die leerders geniet eksperimentering deurdat hulle self betrokke is, dinge sien gebeur en dit met hul maats en onderwyser kan deel. Die onderwysers meen leerders leer beter deur selfontdekking en -ondersoeke. Daarby help dit leerders om wetenskaplike en kommunikasievaardighede te ontwikkel. In hierdie opsig word aan die vereiste van die HNKV soos gestel in die eerste leeruitkoms voldoen.

7.2.3 ONDERWYSERHANDLEIDING

Onderwysers verwag in die onderwysershandleiding ondersteuning ten opsigte van geleenthede om hul eie begrip van die vakkundige idees uit te brei. Handige diagramme, grafieke, datastelle en modelle moet ingesluit wees. Werkskemas, riglyne vir aanbieding en assessering en nasienskemas moet ook in die handleiding voorkom. Verder behoort daar voorsiening gemaak te word vir spesiale behoeftes van leerders soos voorgeskryf deur die HNKV (Departement van Onderwys, 2003).

7.2.4 VAKINHOUDELIKE

'n Belangrike resultaat van die studie was dat die warmtebegrip as deurlopend belangrik geag is deur die onderwysers wat aan die studie deelgeneem het. Die leerders moet die begrip warmte en verwante begrippe soos temperatuur, geleiding, stroming, en straling bemeester met die oog op verdere studie in chemie en fisika. Toepassings van die onderwerp warmte kom ook in die leerders se alledaagse lewe voor en die onderwysers meen kennis en begrip hiervan is baie belangrik. Alledaagse toepassings maak die vak vir die leerders relevant en motiveer hulle.

Die HNKV spesifiseer die kernkennis en begrippe wat in 'n fase gedoen moet word, maar nie vir elke graad in die fase nie. Die empiriese studie (paragraaf 6.5) het bevind dat die Graad 7 handboeke verskillende dele van die kennis wat vir die senior fase voorgeskryf is, behandel. Dit kan probleme veroorsaak vir leerders wat van skool verander gedurende 'n fase. Indien die skole verskillende handboeke gebruik, kan dit gebeur dat die leerder sommige werk twee keer doen en ander glad nie.

In die HNKV word die onderwerp warmte nie as 'n afsonderlike eenheid aangedui nie, maar kom kernbegrippe wat daarmee verband hou, verspreid voor. Van die boeke bied dit ook nie as 'n eenheid aan nie. Verwante begrippe soos temperatuur word nie in die HNKV genoem en word gevolglik nie in die handboeke behandel nie. Foute en alternatiewe begrippe kom in al die handboeke wat ondersoek is voor, maar nie een van die onderwysers het daarna verwys nie. Dit is moontlik dat die onderwysers dieselfde alternatiewe begrippe mag hê.

Begrippe wat nie in die kurrikulum gespesifiseer word nie, soos temperatuur, word nie in die handboeke behandel nie, al is hierdie begrippe noodsaaklik om die warmtebegrip te verstaan. Sulke begrippe word óf gebruik sonder om dit te omskryf, óf vermy. In geval van die begrip temperatuur word daar verwys na warmer en kouer voorwerpe, eerder as voorwerpe by hoër en laer temperature.

Alhoewel die handboeke die voorgeskrewe kennis en kernbegrippe bevat, word dit op 'n lae vlak aangebied, word voorkennis nie in aanmerking geneem nie en kom foute en alternatiewe begrippe voor.

7.3 GEVOLGTREKKINGS

Die hart van kwaliteit-opvoeding is kwaliteit-onderrig (Tarr *et al.*, 2006:52). Die Suid-Afrikaanse onderwyser moet dus goed voorbereid wees om al die uitkomst en assesseringstandaarde wat in die HNKV gestel word te bereik, sodat elke leerder tot sy volle potensiaal kan ontwikkel en 'n goeie landsburger en lewenslange leerder kan wees. Die onderwyser speel 'n belangrike rol in die leerder se lewe, as rolmodel, fasiliteerder, assessor, en raadgever. Die handboek ondersteun die onderwyser in sy taak ten opsigte van wat aangebied moet word en hoe dit aan die leerders oorgedra kan word. Die leerders gebruik die handboek om die inhoud beter te verstaan en te hersien. Om die regte handboek te kies, is dus van wesentlike belang. Hoewel hulle meen dat hulle self verantwoordelik is vir die keuse van handboeke, voel die meerderheid onderwysers wat aan die studie deelgeneem het onbevoeg om die regte besluit te neem. Hulle het dus 'n behoefte aan riglyne en 'n stel kriteria.

Ten opsigte van die onderwerp warmte voldoen die handboeke wat ondersoek is grootliks aan die relevante leeruitkomst en assesseringstandaarde soos gestel in die HNKV. 'n Sterk punt is dat 'n verskeidenheid alledaagse aktiwiteite wat verskeie vaardighede ontwikkel, gegee word. Die resultate van die studie dui egter daarop dat die vlak van aanbieding te laag is, die werk te min is, en die inhoud foute bevat. Dit is in ooreenstemming met die bevinding van Hubisz (2003) se ondersoek na Amerikaanse natuurwetenskapshandboeke. Die foute wat in die handboeke voorkom, is veral kommerwekkend aangesien dit alternatiewe begrippe by leerders kan veroorsaak of versterk.

Al voldoen die handboeke wat in die empiriese studie ondersoek is op papier grootliks aan die vereistes van die HNKV, moet daar aandag gegee word aan die vlak, genoegsaamheid en korrektheid van die inhoud om meer geskik te wees vir gebruik in Suid-Afrikaanse skole.

7.4 AANBEVELINGS

Die onderwysers besit nie die nodige kennis en vaardighede om handboeke te kies nie en benodig riglyne waarvolgens hulle die beste een vir hul leerders kan uitsoek. Opleiers van onderwysers behoort hieraan aandag te gee. Die Departement van Onderwys behoort leiding aan die onderwysers in die praktyk te gee. Dit kan gedoen word deur 'n skema saam te stel waarvolgens onderwysers elke handboek kan evalueer. So 'n skema behoort gebaseer te word op die kriteria vir die vakinhoud, onderrigmetodes, tegniese versorging en onderwysersgids, soos gegee deur navorsers soos Dreckmeyer (1994) en Tarr *et al.* (2006). Hierdie kriteria kan in meer besonderhede uitgewerk en aangepas word om aan die HNKV te voldoen. Werkwinkels behoort dan aangebied te word om onderwysers in die gebruik van die skema te onderrig en te oefen.

Programme moet vir onderwysers aangebied word om hulle toe te rus met die nodige wetenskaplike vaardighede en kennis. Die onderwysers moet krities na 'n handboek kan kyk en bewus wees van die tekortkomings ten opsigte van die inhoud en onderrig- en assesseringstrategieë. Hulle moet die tekortkomings ook met die leerders kan bespreek. Om dit te kan doen, moet die onderwyser oor voldoende wetenskaplike kennis en pedagogiese inhoudkennis beskik (Leite, 1999:86).

Die onderwysers moet die handboek op 'n buigbare manier gebruik. Dit kan gedoen word deur die opeenvolging van die werk te verander, aktiwiteite te verbreed en te integreer met inhoud om sodoende betekenisvolle leer van wetenskap te bevorder. Hiervoor moet die onderwysers egter oor die nodige kennis en vaardighede beskik.

Moontlike alternatiewe begrippe wat by leerders kan voorkom, moet in die onderwysersgids gegee word sodat die onderwysers daarop bedag kan wees. Riglyne en aktiwiteite wat kan meehelp om begripverandering teweeg te bring, behoort ingesluit te word.

Onderwysers van dieselfde geografiese gebied (byvoorbeeld Potchefstroom) kan bymekaarkom en saam 'n handboek kies. So kan hulle uit mekaar se ervaring en kennis put. Drie laerskole in die stad Potchefstroom het reeds besluit om dit van vanjaar (2007) af te doen.

Daarby kan die Departement van Onderwys 'n span van die voorste vakkundiges en opvoedkundiges aanstel om jaarliks 'n beperkte aantal boeke aan te beveel waaruit die onderwysers dan een kan kies.

Handboekskrywers moet baie seker maak dat hulle die wetenskaplike inligting korrek weergee. Wetenskaplike akkuraatheid kan ingeboet word wanneer die werk op 'n eenvoudige wyse aangebied word. Oorspronklike en vertaalde manuskripte behoort deur ander vakkundiges deurgegaan te word (eweknie-evaluering) vóór dit gepubliseer word. Eweknie-evaluering behoort nie net vir wetenskaplike publikasies soos artikels te geld nie, maar ook vir skoolhandboeke wat die fondament lê waarop toekomstige wetenskaplikes moet bou.

BIBLIOGRAFIE

- ADAMS, W., CLITHEROE, F., DILLEY, E., HAVERLY, C. & RAMPOU, S. 1999. Wetenskap Stap vir Stap Graad 7. Nasou : Afrika. 270 p.
- ANON. 2006a. Temperatures and heat. [Web:] <http://www.yahoo> [Datum van gebruik: 20 Julie 2006].
- ANON. 2006b. Science curriculum & education science textbooks need improvement. [Web:] <http://www.sciencemadesimple.com/textbooks.html> [Datum van gebruik: 14 Nov. 2006].
- ALBERT, E. 1978. Development of the concept of heat in children, *Science Education* 62:389-399.
- AYERST, P., CLARK, A. & KHYMALO, G. 1999. Shuter's natural sciences Grade 7 learners book. Pietermaritzburg, South Africa: Pietermaritzburg. 138 p.
- BARNES, M.B. & FOLEY, K.R. 1999. Inquiring into three approaches to hands-on learning in elementary and secondary science methods courses. *Electronic journal of science education*, 4(2). [WEB:] <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/barnesfoley.html> [Datum van gebruik: 15 Sept. 2003].
- BEKALO, S. & WELFORD, G. 2000. Practical activity in Ethiopia secondary physical sciences: implications for policy and practice of the match between the intended and implemented curriculum. *Research papers in education*, 15(2):185-212.
- BERTRAMS, C., BOTHA, W., DESMOND, S., DLAMINI, T., JOHNSTONE, M., NTSHIGILA-KHOSA, R., SEERY, U. 1997. Support materials for the Curriculum 2005 orientation programme. Johannesburg: The Media in Education Trust.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. 1994. Analysis of teachers' performance in the selection program of science textbook. Portugal: Porto Editora.

- BOTHA, T., CHERUB, F., GEBHARDT, A., ROSSOUW, A. & VAN ZYL, E. 2005. Raakvat natuurwetenskappe Graad 7. Kaapstad: Suid-Afrika. 144 p.
- CADLE, J., CLACHERTY, A., ESTERHUYSEN, P., GRAYSON, D., NTHO, T. & PAXON, L. Science Spectrum Grade 7. 1998. Maskew Miller Longman : Cape Town. 222 p.
- CARLTON, K. 2000. Teaching about heat and temperature: teaching physics, physics education, 35(2):101-105, Mar.
- CARVALHO, A.M. & PEREZ, D.G. 1993. Performance in the selection program of science textbooks. São Paulo: Cortez. 42 p.
- CHIAPPETTA, E., FILLMAN, D. & SETHNA, G. 1991. A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks, *Journal of research in science teaching*, 28(8):713-725.
- CLITHEROE, F. & DILLEY, L. 2005. Oxford suksesvolle natuurwetenskappe Graad 7 leerdersboek. Kaapstad: Dilley. 117 p.
- CLOUGH, E. & DRIVER, R. 1985. Secondary students' conception of the conduction of heat: bringing together scientific and personal view. *Physics Education* 20(1):175-82.
- COLLETTE, A.T. 1973. Science teaching in the secondary school. Boston:Allyn & Bacon..
- COLLETTE, A.T. & CHIAPETTA, E.L. 1984. Science instruction in the middle and secondary schools. St. Louis, Times Mirror/Mosby.
- CROWN, M.C., DRISCOLL, M. & ROOP, P.G. 1996. Educational psychology: a learning-centred approach to classroom practice. Boston: Allyn & Bacon. 250 p.
- CUTNELL, J.D. & JOHNSON, K.W. 2007. Physics. 7th ed. Ill.: Carbondale. 429 p.
- DALL'ALBA, G., WALSH, E., BOWDEN, J., MARTIN, E., MASTERS, G., RAMSDEN, P. & STEPHANOV, A. 1993. Textbook treatments and students' understanding of acceleration. *Journal of research in science teaching*, 30(7):621-635.

- DEPARTEMENT VAN ONDERWYS, 2003. Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring Graad R - 9:Natuurwetenskappe. Pretoria: Tirisano. 90 p.
- DRECKMEYR, M. 1994. Successful physical science teaching. London: Batsford. 150 p.
- DRINKWATER, M. 2003. Assesseringwerkboek vir onderwysstudente. Potchefstroom: Skool vir Onderwyseropleiding, Noordwes-Universiteit.
- DRIVER, R; GUESNE, E., ERICKSON, G.L. & TIBERGHIE, A. 1989. Children's ideas in science. Philadelphia, Miss: Milton Keynes. 201 p.
- DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P., & WOOD-ROBINSON, V. 1994. Making sense of secondary science: Research into children's ideas. N.Y.: Routledge.
- ERICKSON, G.L. 1980. Children's viewpoints of heat: A second look, *Science Education* 64:323-336.
- ERICKSON, G. & TIBERGHIE, A. 1989. Heat and temperature. (In Driver, R; Guesne, E., Erickson, G.L. & Tiberghien, A. Children's ideas in science) Philadelphia, Miss.: Milton Keynes. pp. 52-83.)
- FOWLER, M. 2006. Early attempts to understand the nature of heat. [Web:] <http://www.yahoo> [Datum van toegang: 20 Julie 2006.]
- GAY, L.R., AIRASIAN, P. 2000. Educational research: competencies for analysis and application. Upper Saddle River, N.J: Merrill. 661 p.
- GIANCOLI, D.C. 1998. Physics for scientists & engineers. 5thed. Upper Saddle River: New Jersey: Prentice Hall, 1096 p.
- GOUWS, P. & SMITH, T. 2000. Organiserings in die klaskamer. Pretoria : Suid-Afrika, 300 p.
- GRIFFITH, W.T. 1992. The physics of everyday phenomena: a conceptual introduction to physics. Montana : Pacific University. 179 p.
- GUNTER, G. 1995. Handleiding vir nagraadse studente, probleemoplossings in die klaskamer. NWU : Potchefstroom. 170 p.

- HAKE, R.R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66:64-74.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R. & WALKER, J. 2001. Fundamentals of physics. 4th ed. New York: Wiley. 214 p.
- HAMMOND, D.B. 1923. Stories of scientific discovery. Cambridge: N.Y. 189 p. 270
- HANUSCIN, D. 2006. Misconceptions in science. [Web:] <http://www.indiana.edu/~w505a/studwork/deborah/> [Datum van gebruik: 14 Nov. 2006.]
- HEWITT, P.G. 2002. Conceptual physics. 9th ed. San Francisco: Addison Wesley, 94p.
- HUBISZ, J. 2003. Middle-school texts don't make the grade, physics today. [Web:] <http://www.physicstoday.org> [Datum van gebruik: 14 Junie 2006.]
- JONES, L. 2005. The history of heat. [Web:] http://www.sciencebyjones.com/history_of_heat.htm [Datum van gebruik: 7 Nov. 2005.]
- JONES, R. 2000. Textbook troubles. [Web:] <http://www.asbj.com/2000/12/1200coverstory.html> [Datum van gebruik: 14 Nov. 2006.]
- KNIGHT, R.D. 2004. Physics for scientists and engineers. A strategic approach. San Francisco: Pearson Addison Wesley. 1383 p.
- KOTZ, J.C. & PURCELL, K.F. 1991. Chemistry and chemical reactivity. 2nd ed. N.Y.: Saunders College Publishing. 1148 p.
- KOTZ, J.C., TREICHEL, P.M. & WEAVER, G.C. 2006. Chemistry & chemical reactions. Australia: Thomson Brooks/Cole. 1145 p.
- KRUGER, N. & ADAMS, H. 2002. Psychology for teaching and learning: what teachers need to know. Pretoria : Heinemann. 295 p.

- LEA, S.M. & BURKE, J.R. 1997. Physics: The nature of things. St. Paul, Dublin : West Publishing Company. 1199 p.
- LEEDY, P.D. & ORMROD, J.E. 2001. Practical research: planning and design. 8th ed. Upper Saddle River, N. J.. 96p.
- LEITE, L. 1999. Heat and temperature: an analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European journal of teacher education*, 22(1):75-88.
- MAARSCHALK, J. & McFARLANE, L.R. 1987. Vakdidaktiek: natuur- en skeikunde. Pretoria: uitgewer. 170 p.
- MALCOLM, C. & ALANT, B. 2004. Finding direction when the ground is moving: science education research in South Africa. *Studies in science education*, 40:49-104.
- McFARLANE, L.R. 1976. Vakdidatiek natuur- en skeikunde. Studiegids, Universiteit van Suid-Afrika. 170 p.
- MOODIE, P., KEOGH, M. & BOLTT, G. 2003. Science for all Grade 7 learners book. Manzini, Swaziland: MacMillan. 232 p.
- MOTHLABANE, A.T. 2005. Educator's approaches to physics practical work. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. (Proefskrif – Ph.D.) 246 p.
- NSTA (NATIONAL SCIENCE TEACHER'S ASSOCIATION), 2005. The use and adoption of textbooks in science teaching. <http://www.nsta.org/textbooks>. [Datum van gebruik: 13 Augustus 2005].
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). 2000. Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM. 307 p.
- ODENDAAL, F.F. & GOUWS, F.H. 2000. Verklarende handwoordeboek van die Afrikaanse taal. HAT. Stellenbosch. 1386 p.
- ODOM, A. 1993. Action potentials & biology textbooks: accurate, misconceptions or avoidance? *The American biology teacher*, 55(8):468-472.

- PAPENFUS, J.N. 1982. The nature and structure of science and its implications to science education. Ongepubliseerde referaat gelewer tydens Wetenskaponderwysopleiding-simposium, Pretoria.
- PEAK, L. 1996. Pursuing excellence: a study of U.S. eighth-grade mathematics and science teaching, learning, curriculum, and achievement in international context: initial findings from the Third International Mathematics and Science Study (NCES 97-198). Washington, DC: National Center for Educational Statistics, Office of Educational Research and Improvement.
- PINTO, R., COUSO, D. & GUTIERREZ, R. 2004. Using research on teachers' transformations of innovations to inform teacher education. The case of energy degradation. *Science education*, 89:38-55.
- RENNER, J.W. & STAFFORD, D.J. 1972. Teaching science in the secondary school. N.Y.: Harper & Row. 409 p.
- RICHARDSON, J.S. 1964. Science teaching in secondary schools. Englewood Cliffs, New Orleans : Prentice-Hall. 420 p.
- ROWELL, J.A., DAWSON, C.J. & LYNDON, H. 1990. Changing misconceptions: a challenge to science educators. *International journal of science education*, 12(2):167-175. [Web:] <http://jcbmac.chem.brown.edu/baird/Chem22/conceptest/> .[Datum van gebruik: 30 Jan. 2006.]
- RUSSEL, T.L. 1981. What history of science, how much, and why? *Science education*, 65(1):51-64.
- SEELEY, C.L. 2003. Science textbook adoption in the United States. (In George, M.A. and Kilpatric, J., eds. A history of school science pp. 957-88. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics. 370 p.).
- SCHNETLER, J., STOKER, D.J., DIXON, B.J., HERBST, D. & GELDENHUYS, E. 1989. Survey methods and practice. Pretoria: Human Sciences Research Council. 350 p.
- SCHUNK, D.H. 2000. Learning theories. An educational perspective. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J: Merrill. 270 p.

- SIMPSON, R.D. & ANDERSON, N.D. 1981. Science, students and schools: a guide for the middle and secondary school teacher. N.Y.: Wiley. 407 p.
- STEPANS, J. 1994. Targeting students' science misconceptions. FL:Idea Factory. 409 p.
- STEPHENSON, P & WARWICK, P. 2002. Understanding the science of heat and changing materials. *International journal of science education*, 18(1):25-27. [Web.] <http://www.scicentre.org.uk> [Datum van gebruik: 30 Jan. 2006.]
- STINNER, A. 1992. Science textbooks and science teaching: From logic to evidence. *Science education*, 76(1):1-16.
- STOFFELS, N.T. 2005. "There is a worksheet to be followed": A case study of a science teacher's use of learning support texts for practical work. *African journal of research in SMT education*, 9(2):147-157.
- STRUBE, P. 1985. The physical science textbook since 1800: a study of its language, structure and rethorical style. (Proefskrif – Ph.D.) Tasmanië: Universiteit van Tasmanië. 220 p.
- TARR, J.E., BARBARA, J., REYS, D., BAKER, D. & BILLSTEIN, R. 2006. Selecting high-quality science textbooks. Columbia, Texas : University of Missouri. pp. 50-54.
- THIJS, G.D. & VAN DEN BERG, E. 1995. Cultural factors in the origin and remediation of alternative conceptions in physics. *Science and education*, 4:317-347.
- THOMAZ, M. & GILBERT, J.K. 1989. A model for constructivist initial physics teacher education *International Journal of Science Education* 11:35-47.
- TROWBRIDGE, L., BYBEE, R.W. & POWELL, J.C. 2000. Teaching secondary school science. 7th ed. Upper Saddle River, N.J. 514 p.
- THURLOW, J. & TONKIN, S. 2002. Kollig op natuurwetenskappe leerdersboek graad 7. Pretoria : Heinemann. 217 p.
- VERMEULEN, L.M. 2002. Didaktiek en kurrikulum 2005: 'n gids vir studente en onderwysers. Vanderbijlpark: uitgewer. 160 p.

- VERMEULEN, L.M. 2005. Onderrig en leer: Die UGO kurrikulum (LEON 613). . (Studiegids S05/51). Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. 89 p.
- WHITE, R.T. & GUNSTONE, R. 1992. Probing understanding. London: The Palmer Press. 240 p.

BYLAAG A
VRAELYS VIR GESTRUKTUREERDE ONDERHOUE

Wat is die naam van u Graad 7 handboek wat u tans gebruik?

1. Wie kies u handboeke vir Graad 7 Natuurwetenskap?

2. Is dit 'n goeie idee om u handboeke self te kies?

3. Hoe gereeld word gekyk na nuwe handboeke?

4. Hoe word 'n handboek vir die leerders en u self in Graad 7 gekies?

5. Dink u die deeltjiemodel van materie moet deel uitmaak van die Graad 7 Natuurwetenskap handboek? Hoekom / hoekom nie?

6. Sluit die Graad 7 Natuurwetenskap handboek enige iets in oor die historiese agtergrond van die begrip warmte? Dink u dit is belangrik?

7. Gebruik u slegs die voorgeskrewe handboek om die onderwerp warmte aan leerders te verduidelik, of ander materiaal ook? Indien ja, spesifiseer asb.

8. Stem u Graad 7 handboek ooreen met die HNKV? Motiveer u antwoord asb.

9. Lewer kommentaar onder die volgende aspekte met betrekking tot die onderwerp warmte in u handboek:

a) Inhoud:

b) Aktiwiteite:

c) Assessering:

d) Progressie in aanbieding:

10. Wat sou u wou verander aan die Graad 7 handboek? Hoekom?

BYLAAG B

School for Science Mathematics and Technology Education

North-West University

Potchefstroom

7 July 2006

Dr. A.M. Karodia
Superintendent General
Department of Education
North West Province
MMABATHO

Dear Sir,

SOLICITION OF PERMISSION TO CONDUCT QUESTIONNAIRES WITH SCIENCE TEACHERS IN PRIMARY SCHOOLS IN POTCHEFSTROOM

The above subject matter refers.

I am a M-Ed student enrolled at the North-West University (potchefstroom campus). The topic of my study is "Evaluation of natural science textbooks for teaching heat in Grade 7." The purpose of the study is to determine criteria for the evaluation of textbooks to be used for teaching natural sciences in the GET band. A need for such criteria has been expressed by educators who enrolled in the Sediba project and in post-graduate courses in Natural Sciences education.

As part of the study, Grade 7 Natural Sciences educators in the Potchefstroom region will be asked to complete a questionnaires on the criteria that they use. I hereby request permission to conduct the questionnaire.

Thank you very much.

Jo-Anne Edwards
(Cell: 084 209 5299)

BYLAAG C



Lefapha la Thuto la Bokone Bophirima Onderwys Departement van Noord-Wes Department of Education

Garone Building, First Floor, Mmabatho • Private Bag 2344 • Mmabatho 2735 • Tel.: (018) 387-3425 • Fax: (018) 387-3438
e-mail: p.jansen@nwpe.gov.za / egedu@nwpe.gov.za

OFFICE OF THE SUPERINTENDENT-GENERAL

Inquiries: Mphiso Tyotya
Tel: 018 387 3425
Fax: 018 387 3438
Email: SGedu@nwpe.gov.za

14 July 2006

**To: North West University
School for Science, Mathematics and Technology Education
Prof. J.J. Smit**

Attention: J.A. Edwards

**From: Mr. H.M. Mweli
Acting Superintendent-General**

**Subject: PERMISSION TO CONDUCT QUESTIONNAIRES WITH SCIENCE
TEACHERS IN PRIMARY SCHOOLS IN POTCHEFSTROOM**

Reference is made to your letter dated 13th July 2006 regarding the above matter. The content is noted and accordingly, approval is granted to your kind self to visit Schools in the Potchefstroom Area for the purposes of your research, subject to the following provisions: -

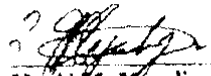
- That you notify Dr. S.H. Mvula of our Southern Regional Offices in Potchefstroom about your request and this subsequent letter of approval.
- That you notify Principals of your target schools about your intended visit and purpose.
- That participation in your project will be voluntary.
- That as far as possible the general academic programme of the School should not be interfered with.
- That the findings of your research will be made available to the Education Department upon request.

"Opening the Doors of Learning and Culture through Quality Education in the Year of the Four Soldiers"
(Adaptation of South Africa's motto: Isithak'izwe, 1994)

BYLAAG A, B EN C

With best wishes.

Your sincerely



Mr H.M. Mveli
Acting Superintendent-General

Cc: Dr. S.H. Mvula
Acting Regional Executive Manager
Southern Region