

HOOFSTUK 7

EKSPERIMENTELE ONDERSOEK

7.1 DOEL VAN DIE ONDERSOEK

Soos in paragraaf 1.1 gemotiveer en afgelei uit die samevatting van die literatuurstudie in paragraaf 6.8, is die doel van die eksperimentele studie om vas te stel wat die *invloed van die graad of vlak van voorkennis* en die *invloed van die aanbiedings-tempo* op die *verstaan van leerinhoud* is. Die vlak van voorkennis word gesien as die aantal kere (een, twee of drie maal) wat die proefpersoon die relevante voorkennis wat nodig is om die leerinhoud te verstaan, sien en hoor. Die graad van voorkennis is die prestasie van elke individuele proefpersoon in die voorkennistoets.

7.2 HIPOTEESES

Die volgende hipoteses word getoets en geld vir beide die grondtal 5- en kombinasies-en-permutasieseksperimente (vgl. par. 7.3):

1. Leerlinge se *vlak van voorkennis* beïnvloed hulle prestasie in 'n *toepassingstoets* wat die verstaan van leerinhoude meet.
2. Leerlinge se *vlak van voorkennis* beïnvloed hulle

prestasie in die *selfrapport* oor die verstaan van leerinhoude.

3. Die *aanbiedingstempo* van leerinhoude beïnvloed die verstaan daarvan soos gemeet deur die prestasie in die *toepassingstoets*.

4. Die *aanbiedingstempo* van leerinhoude beïnvloed die verstaan daarvan soos gemeet deur die prestasie in die *selfrapport*.

5. Die invloed van die *tempo van aanbieding* op die verstaan van leerinhoude soos gemeet deur die *toepassingstoets*, verskil vir leerlinge wat nie dieselfde vlak van voorkennis bemeester het nie.

6. Die invloed van die *tempo van aanbieding* op die verstaan van leerinhoude soos gemeet deur die *selfrapport*, verskil vir leerlinge wat nie dieselfde vlak van voorkennis bemeester het nie.

7. Die *graad van voorkennis* soos gemeet deur die prestasie in die *voorkennistoets*, verklaar 'n proporsie van die variansie in die verstaan van leerinhoude soos gemeet deur die prestasie in die *toepassingsstoets*.

8. Die *graad van voorkennis* soos gemeet deur die prestasie in die *voorkennistoets*, verklaar 'n proporsie van die variansie in verstaan van leerinhoude soos deur die leerlinge *self gerapporteer*.

9. Die *tempo van aanbieding* van die leerinhoud verklaar 'n proporsie van die variansie in die verstaan daarvan soos gemeet deur die prestasie in die *toepassingstoets*.

10. Die *tempo van aanbieding* van die leerinhoud verklaar 'n proporsie van die variansie in die verstaan daarvan soos deur die leerlinge *self gerapporteer*.

7.3 OORSIG OOR DIE EKSPERIMENTE

Voordat die eksperimentele ontwerp, keuse van proefpersone en die verloop van die eksperimente in detail beskryf word, is dit nodig om eers 'n kort oorsig te gee aan die hand waarvan die volledige uiteensetting geïnterpreteer kan word.

Beide die grondtal 5- en kombinasies-en-permutasies-eksperimente het uit twee fases bestaan. Gedurende die *eerste fase* is die *relevante voorkennis* aan die verskillende groepe proefpersone onderrig en tydens die *tweede fase* is die *leerinhoud wat 'n toepassing van die voorkennis is*, aan dieselfde groepe proefpersone onderrig.

Die proefpersone is in albei eksperimente in ses groepe verdeel. Tydens die *eerste fase* is die *voorkennisleerinhoud* aan groepe 1 en 4 slegs een keer onderrig (vlak 1), vir groepe 2 en 5 is dit twee keer herhaal (vlak 2) en vir groepe 3 en 6 drie keer (vlak 3). Hierdeur is gepoog om die graad van *voor-*

kennis by die verskillende groepe op drie vlakke te bring (vgl. tabelle 7.3 en 7.4).

Na die onderrig van die voorkennisleerinhoud is 'n kort vraestel beantwoord om die *graad van voorkennis* vas te stel (voorkennistoets). Die doel hiervan was om die werklike graad van voorkennis van elke individuele proefpersoon te bepaal.

Tydens die *tweede fase* is die *toepassingsleerinhoud* aan die proefpersone onderrig. Die toepassingsleerinhoud is vir groepe 1, 2 en 3 teen 'n vinniger tempo en aan groepe 4, 5 en 6 teen 'n stadiger tempo aangebied (vgl. tabelle 7.3 en 7.4).

Na die onderrig van die toepassingsleerinhoud is 'n kort vraestel beantwoord om te bepaal hoe goed die proefpersone die leerinhoud verstaan het (toepassings-toets). Verder moes hulle ook aandui of hulle volgens eie oordeel die leerinhoud verstaan het of nie (selfrapport).

Die onafhanklike veranderlikes wat in die eksperimentele ondersoek gebruik is, is die voorkennisvlak en tempo van aanbieding van die leerinhoud. Die afhanklike veranderlikes is die prestasie in die toetsingstoets en die selfrapport.

7.4 EKSPERIMENTELE ONTWERP

In beide die eksperimente is twee onafhanklike veranderlikes gekombineer in 'n 3x2-faktoriale ontwerp.

Elkeen van die syfers verwys na 'n onafhanklike veranderlike en dui die aantal vlakke van elke veranderlike aan. Die veranderlike *voorkennisvlak* het drie vlakke en die tweede veranderlike *tempo van aanbieding* het twee vlakke.

'n Faktoriale ontwerp is gebruik aangesien die faktore in die eksperimente gekombineer is en dit dus nie nodig is om afsonderlike eksperimente te gebruik om die faktore afsonderlik te ondersoek nie. Die faktoriale ontwerp maak dit moontlik om die faktore gekombineerd sowel as afsonderlik te bestudeer.

Skematies lyk die eksperimentele ontwerp soos volg:

TABEL 7.1

ONTWERP VAN DIE TWEE EKSPERIMENTE: 'N 3x2-FAKTORIALE ONTWERP

Tempo van aanbieding	VOORKENNIS		
	Vlak 1	Vlak 2	Vlak 3
Vinnig	Groep 1	Groep 2	Groep 3
Stadig	Groep 4	Groep 5	Groep 6

7.5 KEUSE VAN PROEFPERSONE

7.5.1 Grondtal 5-eksperiment

Die standerd 1- en 2-leerlinge van 'n blanke primêre skool wat bereid was om aan die eksperiment deel te neem, is gestratifiseer en ewekansig in ses groepe

verdeel. Tabel 7.2 toon aan hoe die beskikbare proefpersone in ses groepe verdeel is.

TABEL 7.2

AANTAL PROEFPERSONE IN VERSKILLENDE STANDERDS EN GROEPE

St.	Groep 1	Groep 2	Groep 3	Groep 4	Groep 5	Groep 6	
St. 1	11	11	10	11	10	12	
St. 2	11	11	12	11	12	10	
Totaal	22	22	22	22	22	22	132

7.5.2 Kombinasies-en-permutasieseksperiment

Die standaard 7-leerlinge van 'n blanke sekondêre skool wat bereid was om aan die eksperiment deel te neem, is ewekansig in ses groepe verdeel. Daar was 126 leerlinge beskikbaar, dus 21 proefpersone per groep.

7.6 KEUSE VAN LEERINHOEDE EN METODEDE VAN ONDERRIG

7.6.1 Inleiding

Aangesien die eerste eksperiment vir proefpersone in standaard 1 en 2 en die tweede eksperiment vir proefpersone in standaard 7 ontwerp is, moes die leerinhoud by die ontwikkelingsvlak van die proefpersone aanpas. Die leerinhoud moes ook onbekend aan die proefpersone wees om te kon verseker dat hulle nie reeds oor relevante voorkennis beskik nie. Wiskundige leerinhoude

is gekies aangesien dit by uitstek die moontlikheid van eksakte meting bied.

7.6.2 Grondtal 5-eksperiment

As leerinhoud vir die proefpersone in standerd 1 en 2 is die begrip *grondtal 5* en eenvoudige berekenings soos optel- en aftreksomme in grondtal 5 gekies, aangesien die betrokke proefpersone nie die werk in die skool geleer het nie en dus nie vertrou met die leerinhoude was nie.

As *voorkennis* is aan die proefpersone die aard van die verskil tussen gewone getalle (grondtal 10) en grondtal 5-getalle en ook die wyse waarop die gewone getalle in grondtal 5 omreken word, onderrig. As *toepassing* van die voorkennis is die proefpersone geleer hoe om optel- en aftreksomme in grondtal 5 te doen.

7.6.3 Kombinasies-en-permutasieseksperiment

Vir die proefpersone in standerd 7 is *kombinasies-en-permutasies* as leerinhoud gekies aangesien hulle dit nie op skool geleer het nie en dus nie oor die betrokke voorkennis of kennis van die toepassingsleerinhoud beskik het nie.

Die betekenis van die volgende is aan proefpersone onderrig en dien as *voorkennis*:

1. $n!$ Voorbeeld: $7! = 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$
2. n^P_3 Voorbeeld: $5^P_3 = \frac{5!}{(5-3)!} = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{2 \times 1}$

3. Die toepassing van $n!$

Voorbeeld: "Hoeveel verskillende kodewoorde kan gemaak word deur die drie letters A B en C te gebruik?" ($3!$)

4. Die toepassing van n^P_r

Voorbeeld: "'n Klub bestaan uit nege lede. 'n Voorsitter, 'n sekretaris en 'n penningmeester moet gekies word. Hoeveel moontlikhede is daar?" (9^P_3).

Die betekenis van $\frac{n^P_r}{r!}$ is as *toepassingsleerinhoud* onderrig. Voorbeeld: "Hoeveel keuses van drie groepe letters kan uit agt letters gekies word as die volgorde nie saak maak nie?" ($\frac{8^P_3}{3!}$).

7.6.4 Metode van onderrig

Hier word slegs aangetoon watter metode gevolg is om die *voorkennis-* en *toepassingsleerinhoud* aan die proefpersone te onderrig. In paragrawe 7.8.1 en 7.8.2 word 'n volledige uiteensetting van die betrokke leerinhoud en verloop van die eksperimente gegee.

Dieselfde prosedure is in beide eksperimente gevolg. 'n Program van onderrig is op klankband opgeneem en toepaslike transparante is gemaak om elke leereenheid en elke stap van die leerinhoud te illustreer. Bylae A toon 'n voorbeeld van die voorkennis- en bylae B van die toepassingsleerinhoud van die grondtal 5-eksperiment. Bylae C toon 'n voorbeeld van die voor-

kennis- en bylae D van die toepassingsleerinhoud vir die kombinasies-en-permutasieseksperiment.

Die volgende onderrigstrategie is gevolg: Die proefpersone luister na die verduidelikings op die band, terwyl hulle na die transparant kyk wat die betrokke leereenheid illustreer. Die gelui van 'n klokke na die verduideliking van elke leereenheid is as teken gebruik sodat die proefleier die volgende transparant op die oorhoofse projektor kon plaas. Tydens die voorkennisleerfase van die grondtal 5-eksperiment het die proefpersone die geleentheid gekry om sekere oefenvoorbeelde te doen (vgl. bylae E). Na elke oefenvoorbeeld voltooi is, het die proefpersone die korrekte antwoorde op transparante met bypassende kommentaar gekry met behulp van 'n oorhoofse projektor en 'n kassetspeler.

Hierdie metode is gevolg en daardeur is verseker dat groepe 1 en 4, 2 en 5 en 3 en 6 presies dieselfde onderrig ontvang het. Die verduidelikings en bypassende transparante was vir die onderskeie groepe presies dieselfde. Verder kon deur middel van hierdie metode verseker word dat die toepassingsleerinhoud vir groepe 1, 2 en 3 en vir groepe 4, 5 en 6 teen presies dieselfde tempo aangebied word (vgl. tabelle 7.3 en 7.4).

7.7 LOODSEKSPERIMENTE

7.7.1 Grondtal 5-eksperiment

7.7.1.1 *Eerste loodseksperiment*

Die doel van die eerste loodseksperiment was om te bepaal of die voorkennisleerinhoud en toepassingsleerinhoud geskik was en of die voorkennisleerinhoud die proefpersone in staat sou stel om die toepassingsleerinhoud te verstaan. Verder moes daar ook bepaal word of die metode van onderrig met behulp van die bandopname en illustrerende transparante geskik sou wees.

Daar is nege standerd 2-leerlinge as proefpersone gebruik. Hierdie proefpersone was nie vir die tweede loods- of werklike eksperiment beskikbaar nie. Die voorkennis- en toepassingsleerinhoud is gebruik soos in paragrawe 7.6.2 en 7.8.1 uiteengesit. Die metode van onderrig wat gebruik is, is dieselfde as wat in paragraaf 7.6.4 beskryf is. Die chronologiese verloop van die loodseksperiment was soos in tabel 7.3 vir groep 1 aangedui, gevolg.

Na afloop van die loodseksperiment is besluit dat die voorkennisleerinhoud wel die proefpersone in staat gestel het om die toepassingsleerinhoud te verstaan en dat die metode van onderrig geskik is. Verder is besluit om in plaas van vier oefenvoorbeelde van elke soort, slegs een oefenvoorbeeld van elke soort te gee. (Vergelyk bylae E vir oefenvoorbeelde). In die toepassingsfase is eers 'n hersiening

van die voorkennisleerinhoud gegee en daar is besluit om die hersieningsgedeelte weg te laat om sodoende 'n duidelike onderskeid in die voorkennis- en toepassingsfases te verkry. Hierdie veranderinge is vir die tweede loodseksperiment aangebring.

7.7.1.2 Tweede loodseksperiment

In hierdie loodseksperiment is 24 vrywillige standaard 1-leerlinge as proefpersone gebruik. Hierdie proefpersone was nie vir die eerste loods- of werklike eksperiment beskikbaar nie. Die proefpersone is ewekansig in vier groepe verdeel. Om die graad van voorkennis by die verskillende groepe te laat verskil, is die leerinhoud volgens die metode wat in paragraaf 7.6.4 beskryf is, onderrig en soos volg vir die verskillende groepe aangebied:

- | | |
|---------|---|
| Groep 1 | Voorkennisleerinhoud: een keer aangebied.
Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was stadig en die duur veertien minute. |
| Groep 2 | Voorkennisleerinhoud: een keer aangebied.
Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was vinnig en die duur agt minute. |
| Groep 3 | Voorkennisleerinhoud: drie keer aangebied.
Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was stadig en die duur veertien minute. |
| Groep 4 | Voorkennisleerinhoud: drie keer herhaal.
Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was vinnig en die duur agt minute. |

Daar is gevind dat die drie keer herhaling van die hele program van voorkennisleerinhoud die proefpersone in groepe 3 en 4 vermoei en verveel het. Verder moes hulle die vrae op die oefenblad en antwoordblad van die voorkennistoets drie keer herhaal wat ook verveling en vermoeidheid veroorsaak het. Die gevolg was dat die proefpersone in groepe 3 en 4 nie die nodige aandag geskenk het toe die toepassingsleerinhoud aangebied is nie.

Om bogenoemde probleme uit te skakel, is besluit om net die tersaaklike transparante se gegewens binne die program self te herhaal. In plaas daarvan om die hele program te herhaal, sien en hoor die proefpersone dus net een program waarin slegs die vereiste leerinhoud herhaal word. (In paragraaf 7.8.1 word volledig aangetoon watter leerinhoud herhaal is). Hierdeur kon die tydsduur van die onderrigprogram ook aansienlik verkort word.

7.7.2 Kombinasies-en-permutasieseksperiment

7.7.2.1 *Eerste loodseksperiment*

Die doel van hierdie loodseksperiment is dieselfde as vir die grondtal 5 se eerste loodseksperiment (vgl. par. 7.7.1.1).

As proefpersone is agt standerd 7-leerlinge gebruik en volgens die metode in paragraaf 7.6.4 beskryf, onderrig. Hierdie proefpersone was nie vir die tweede loods- of werklike eksperiment beskikbaar nie.

Die chronologiese verloop van die loodseksperiment was soos in tabel 7.4 vir groep 1 beskryf is, gevolg.

As voorkennisleerinhoud is die betekenis van $n!$ en nPr asook die toepassing van $n!$ onderrig (vgl. par. 7.6.3). Die toepassingsleerinhoud het bestaan uit die toepassingsmoontlikhede van n^Pr en die betekenis en toepassing van $\frac{nPr}{r!}$ (vgl. par. 7.6.3).

Na afloop van die loodseksperiment is besluit dat die metode van onderrig geskik is. Daar is verder besluit om die onderrig van die toepassing van n^Pr by die voorkennisleerfase in te sluit en dat in die toepassingsleerfase slegs die betekenis en toepassing van $\frac{nPr}{r!}$ onderrig moes word. Hierdie veranderinge is vir die tweede loodseksperiment aangebring.

7.7.2.2 *Tweede loodseksperiment*

In hierdie loodseksperiment is 24 standerd 7-leerlinge as proefpersone gebruik. Hierdie proefpersone was nie vir die eerste loods- of werklike eksperiment beskikbaar nie. Die proefpersone is ewekansig in vier groepe verdeel. Om die graad van voorkennis by die verskillende groepe op verskillende vlakke te bring, is die leerinhoud volgens die metode wat in paragraaf 7.6.4 beskryf is, onderrig en soos volg vir die verskillende groepe aangebied:

- Groep 1 Voorkennisleerinhoud: een keer aangebied.
 Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was stadig en die duur vyftien minute.
- Groep 2 Voorkennisleerinhoud: een keer aangebied.
 Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was vinnig en die duur tien minute.
- Groep 3 Voorkennisleerinhoud: drie keer aangebied.
 Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was stadig en die duur vyftien minute.
- Groep 4 Voorkennisleerinhoud: drie keer herhaal.
 Toepassingsleerinhoud: die aanbiedingstempo was vinnig en die duur tien minute.

Daar is gevind dat die drie keer wat die hele program van voorkennisleerinhoud herhaal is die proefpersone in groepe 3 en 4 vermoei en verveel het. Verder moes hulle ook die voorkennistoetsvrae drie keer beantwoord - een keer na afloop van elke herhaling van die voorkennisleerfase - en dit het ook verveling en vermoeidheid veroorsaak. Die gevolg was dat die proefpersone in groepe 3 en 4 nie die nodige aandag geskenk het toe die toepassingsleerinhoud aangebied is nie.

Om hierdie probleme uit te skakel, is besluit om net die tersaaklike transparante se gegewens binne die program self te herhaal. In plaas daarvan om die hele program te herhaal, sien en hoor die proefpersone dus slegs een program waarin die nodige leerinhoud herhaal is. (In paragraaf 7.8.2 word volledig aangetoon wat-

ter leerinhoud herhaal is). Hierdeur kon die tydsduur van die onderrigprogram ook aansienlik verkort word.

7.8 DIE VERLOOP VAN DIE EKSPERIMENTE

7.8.1 Grondtal 5-eksperiment

Die voorkennis- en toepassingsleerinhoud is in die onderrigprogram in verskillende eenhede verdeel. Elke eenheid het 'n aantal stappe bevat en is met 'n toepaslike transparant geïllustreer. Die voorkennisleerinhoud het uit negentien eenhede wat van V1 tot V19 genummer is, bestaan. Die toepassingsleerinhoud het uit nege eenhede wat van T1 tot T9 genummer is, bestaan. (Vergelyk bylae A en B vir voorbeelde).

Die *voorkennisleerfase* is soos volg aangebied: Eenhede V1 tot V13 is eers aangebied en vier minute is daarna toegelaat, sodat die proefpersone vraag 1b op hulle oefenblaaië kon beantwoord. (Bylae E). Genoemde eenhede bestaan uit die volgende:

- V1 en V2 - 'n Inleiding en 'n uiteensetting van die wyse waarop sekere ou volke die getal 23 geskryf het.
- V3 - Die moderne wyse waarop 23 geskryf word en in tiene en ene verdeel word.
- V5 en V6 - In grondtal 10 word tien syfers gebruik.
- V7 - In grondtal 5 word vyf syfers gebruik.

- V8 tot V12 - Grondtal 10: groepe van tien en ene.
 Grondtal 5: groepe van vyf en ene.
 Skryf van getalle in grondtal 10 en grondtal 5.
- V13 - Verduideliking van oefenvoorbeeld 1a (vgl. bylae E).

Eenhede V14 en V15 is hierna aangebied waarna die proefpersone drie minute toegelaat is om vraag 2b op die oefenblad te beantwoord. (Bylae E). Genoemde eenhede het uit die volgende bestaan:

- V14 - Verduideliking en antwoorde van vraag 1b.
- V15 - Verduideliking van oefenvoorbeeld 2a (vgl. bylae E).

Eenhede V16 tot V18 is aangebied waarna die proefpersone twee minute toegelaat is om vraag 3a op die oefenblad te beantwoord (vgl. bylae E). Genoemde eenhede het uit die volgende bestaan:

- V16 - Verduideliking en antwoorde van vraag 2b.
- V17 en V18 - Meer direkte metode as voorafgaande om gewone getalle na grondtal 5-getalle te herlei.

Laastens is die eenheid V19 aangebied. Dit het bestaan uit die verduideliking en korrekte antwoord van vraag 3a. (Bylae E).

Die voorkennisleerfase het elf minute geduur vir groepe 1 en 4, sewentien minute vir groepe 2 en 5 en twintig minute vir groepe 3 en 6. Dié tye verskil aangesien groepe 1 en 4 die voorkennisleerinhoud slegs een keer ontvang het. Vir groepe 2 en 5 is die volgende eenhede twee keer herhaal: V7, V8, V9, V12, V13, V15 en V18. Vir groepe 3 en 6 is bogenoemde eenhede drie keer herhaal. Die ander eenhede is slegs een keer vir alle groepe aangebied. Die herhalings is bewerkstellig deurdat die verduidelikings en stappe van 'n eenheid of twee keer of drie keer na mekaar gelees is, terwyl dieselfde transparant die hele tyd vertoon is. Eenhede soos die inleidingseenhede en verduidelikings en antwoorde van vrae wat op die oefenblaai beantwoord moes word, is nie herhaal nie. Deur middel van die eenmalige aanbieding en die tweede en derde herhalings van die leerinhoud is die graad van voorkennis vir die verskillende groepe op drie verskillende vlakke gebring.

Om te verseker dat die verskillende groepe proefpersone vir dieselfde tydsduur besig was, konsentreer en aan ongeveer dieselfde mate van vermoeidheid onderworpe was, is 'n *vulleraktiwiteit* vir nege minute aan groepe 1 en 4 gegee en vir drie minute aan groepe 2 en 5. (Bylae F).

Na die vulleraktiwiteit het die proefpersone die *voorkennistoets* (bylae G) beantwoord. Hiervoor is tien minute toegelaat.

'n *Ruspouse* van tien minute is daarna toegelaat.

Die *toepassingsleerinhoud* is deur middel van eenhede T1 tot T6 aangebied en het bestaan uit die onderrig van optel- en aftreksomme in grondtal 5. Die proefpersone het hierna vrae 1 en 2 van die *selfrapport* en *toepassingstoets* (bylae H) beantwoord en tien minute is daarvoor toegelaat.

Leereenhede T7 tot T9 is daarna aangebied waarin die proefpersone onderrig is om aftreksomme in grondtal 5 te doen. Die proefpersone moes daarna vrae 3 en 4 van die *selfrapport* en *toepassingstoets* beantwoord (bylae H) en tien minute is daarvoor toegelaat.

Die *toepassingsleerinhoud* is aan groepe 1, 2 en 3 teen 'n vinnige tempo aangebied. Dit is bewerkstellig deur die leerinhoud teen 'n ietwat vinnige tempo te lees en korter pouses as normaalweg tussen verskillende sinne toe te laat. Die totale tydsduur vir die aanbieding van die leerinhoud teen die vinnige tempo was nege minute. Aan groepe 4, 5 en 6 is dieselfde leerinhoud teen 'n stadiger tempo onderrig. Die stadige tempo is verkry deur die leerinhoud stadiger te lees en langer pouses tussen sinne toe te laat as in die eerste geval. Die totale tydsduur in dié geval was vyftien minute.

Tabel 7.3 gee 'n opsomming van die totale chronologiese verloop en verskillende tye vir die verskillende aktiwiteite in die grondtal 5-eksperiment.

TABEL 7.3

OPSUMMING EN CHRONOLOGIESE VERLOOP VAN DIE GROND TAL 5-EKSPERIMENT

* OPSOMMING

Groep	1	2	3	4	5	6
Aantal proefpersone	22	22	22	22	22	22
Vlakke van voorkennis	1	2	3	1	2	3
Tyd spandeer aan die voorkennisfase	11 minute	17 minute	20 minute	11 minute	17 minute	20 minute
Toepassingsleerinhoud tempo en tyd	Vinnig 9 minute	Vinnig 9 minute	Vinnig 9 minute	Stadig 15 minute	Stadig 15 minute	Stadig 15 minute
* CHRONOLOGIESE VERLOOP						
1. VOORKENNIS Verduidelikings en transparante soos genommer	V1 tot V13	V1 tot V13	V1 tot V13	V1 tot V13	V1 tot V13	V1 tot V13
Defenvoorbeeld 1b	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute
Verduidelikings en transparante	V14-V15	V14-V15	V14-V15	V14-V15	V14-V15	V14-V15
Defenvoorbeeld 2b	3 minute	3 minute	3 minute	3 minute	3 minute	3 minute
Verduidelikings en transparante	V16-V18	V16-V18	V16-V18	V16-V18	V16-V18	V16-V18
Defenvoorbeeld 3a	2 minute	2 minute	2 minute	2 minute	2 minute	2 minute
Verduideliking en transparant	V19	V19	V19	V19	V19	V19
2. VULLERAKTIVITEIT	9 minute	3 minute	-	9 minute	3 minute	-
3. VOORKENNISTOETS	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute
4. RUSPOUSE	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute
5a. TOEPASSING Verduidelikings en transparante	T1 - T6	T1 - T6	T1 - T6	T1 - T6	T1 - T6	T1 - T6
5a. Selfrapport en toepassingsstoets Vrae 1 en 2	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute
5b. Verduidelikings en transparante	T7 - T9	T7 - T9	T7 - T9	T7 - T9	T7 - T9	T7 - T9
5b. Selfrapport en toepassingsstoets Vrae 3 en 4	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute
TOTALE TYSDUUR	1 uur 8 min.	1 uur 8 min.	1 uur 8 min.	1 uur 14 min.	1 uur 14 min.	1 uur 14 min.

7.8.2 Kombinasies-en-permutasieseksperiment

Die voorkennis- en toepassingsleerinhoud is in die onderrigprogram in verskillende eenhede ingedeel en elke eenheid is met n toepaslike transparant geïllustreer. Die voorkennisleerinhoud het uit 30 eenhede bestaan en is van V1.1 tot V1.4, V2.1 tot V2.6, V3.1 tot V3.15 en V4.1 tot V4.5 genummer. Die toepassingsleerinhoud het uit 16 eenhede bestaan en is van T1 tot T16 genummer (vgl. bylae C en D vir voorbeelde).

Die *voorkennisleerfase* is soos volg aangebied:

Eenhede V1.1 tot V1.4 het bestaan uit die onderrig van die betekenis van $n!$ of " n fakulteit".

Proefpersone is drie minute toegelaat om vrae 1 tot 4 van die *voorkennistoets* te beantwoord (vgl. bylae I).

Eenhede V2.1 tot V2.6 het bestaan uit die onderrig van die betekenis van n^P_r of " n Permutasie r ".

Proefpersone is vier minute toegelaat om vrae 5 tot 7 van die *voorkennistoets* te beantwoord (vgl. bylae I).

Eenhede V3.1 tot V3.15 wat bestaan uit die onderrig van die gebruik of toepassing van $n!$, is aangebied. Die proefpersone is vier minute toegelaat om vrae 8 tot 10 van die *voorkennistoets* te beantwoord (vgl. bylae I).

Eenhede V4.1 tot V4.5 het bestaan uit die onderrig

van die gebruik of toepassing van n^P . Die proefpersone is agt minute toegelaat om vrae 11 tot 14 van die *voorkennistoets* te beantwoord (vgl. bylae I).

Die voorkennisleerfase het sestien minute geduur vir groepe 1 en 4, 22 minute vir groepe 2 en 5 en 26 minute vir groepe 3 en 6. Dié tye verskil aangesien groepe 1 en 4 slegs een keer die voorkennisleerinhoud ontvang het. Vir groepe 2 en 5 is die volgende eenhede twee keer herhaal: V2.3, V2.4, V2.6, V3.5, V3.6, V3.7, V3.8, V3.9, V3.10, V3.11, V3.12, V3.14, V3.15, V4.2, V4.3, V4.4 en V4.5. Vir groepe 3 en 6 is bogenoemde eenhede drie keer herhaal. Die ander eenhede is slegs eenkeer vir al die groepe aangebied. Die herhalings is bewerkstellig deurdat die betrokke proefpersone ðf twee ðf drie keer na mekaar na dieselfde verduidelikings van 'n eenheid geluister het, terwyl die toepaslike transparant die hele tyd vertoon is. Eenhede soos V1.1 en V1.4 wat baie maklik verstaan is, eenhede wat slegs as inleiding gedien het, wat net 'n probleem stel of wat in opeenvolgende eenhede dieselfde probleem net met ander getalle verduidelik het, is nie herhaal nie. Deur middel van die eenmalige aanbieding en tweede of derde herhalings van die leerinhoud vir die onderskeie groepe, is die graad van voorkennis vir die verskillende groepe op drie verskillende vlakke gebring.

Om te verseker dat die verskillende groepe vir dieselfde tydsduur besig moes wees, konsentreer en ongeveer dieselfde mate van vermoeidheid moes hê, is 'n

vulleraktiwiteit vir tien minute aan groepe 1 en 4 en vir vier minute aan groepe 2 en 5 gegee (vgl. bylae F).

n *Ruspouse* van tien minute is hierna toegelaat.

Die *toepassingsleerinhoud* het uit die onderrig van die gebruik en toepassing van $\frac{nPr}{r!}$ bestaan.

Die proefpersone is na die leerfase vyftien minute toegelaat om die *selfrapport* en *toepassingstoets* te beantwoord (vgl. bylae J).

Vir groepe 1, 2 en 3 is die *toepassingsleerinhoud* teen 'n vinnige tempo aangebied. Dit is bewerkstellig deur die *leerinhoud* teen 'n vinniger tempo te lees en korter pouses as normaalweg tussen sinne toe te laat. Die totale tydsduur vir die aanbieding van die *leerinhoud* teen die vinnige tempo, was nege minute. Dieselfde *leerinhoud* is aan groepe 4, 5 en 6 teen 'n stadiger tempo aangebied. Die stadige tempo is bewerkstellig deur die *leerinhoud* stadiger te lees en langer pouses tussen sinne toe te laat as in die geval van die vinnige tempo van aanbieding. Die totale tyd vir die stadige aanbieding van die *toepassingsleerinhoud* was sestien minute.

Tabel 7.4 gee 'n opsomming van die totale chronologiese verloop en verskillende tye vir die verskillende aktiwiteite in die kombinasies-en-permutasies-eksperiment.

TABEL 7.4

OPSOMMING EN CHRONOLOGIESE VERLOOP VAN DIE KOMBINASIES-EN-PERMUTASIESEKSPERIMENT

* OPSOMMING

Groep	1	2	3	4	5	6
Aantal proefpersone	21	21	21	21	21	21
Voorkennissvlakke	1	2	3	1	2	3
Tyd spaandeer aan die voorkennisfase	16 minute	22 minute	26 minute	16 minute	22 minute	26 minute
Toepassingsleerinhoud tempo en tyd	Vinnig 9 minute	Vinnig 9 minute	Vinnig 9 minute	Stadig 16 minute	Stadig 16 minute	Stadig 16 minute
CHRONOLOGIESE VERLOOP						
1a. VOORKENNIS						
Verduidelikings en transparante soos genommer	V1.1-V1.4	V1.1-V1.4	V1.1-V1.4	V1.1-V1.4	V1.1-V1.4	V1.1-V1.4
2a. Voorkennistoets deel 1 vrae 1 - 4	3 minute	3 minute	3 minute	3 minute	3 minute	3 minute
1b. Verduidelikings en transparante soos genommer						
	V2.1-V2.6	V2.1-V2.6	V2.1-V2.6	V2.1-V2.6	V2.1-V2.6	V2.1-V2.6
2b. Voorkennistoets deel 2 vrae 5 - 7	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute
1c. Verduidelikings en transparante soos genommer						
	V3.1-V3.15	V3.1-V3.15	V3.1-V3.15	V3.1-V3.15	V3.1-V3.15	V3.1-V3.15
2c. Voorkennistoets deel 3 vrae 8 - 10	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute	4 minute
1d. Verduidelikings en transparante soos genommer						
	V4.1-V4.5	V4.1-V4.5	V4.1-V4.5	V4.1-V4.5	V4.1-V4.5	V4.1-V4.5
2d. Voorkennistoets deel 4 vrae 11 - 14	8 minute	8 minute	8 minute	8 minute	8 minute	8 minute
3. VULLERAKTIVITEIT						
	10 minute	4 minute	-	10 minute	4 minute	-
4. RUSPOUSE						
	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute	10 minute
5. TOEPASSING						
Verduidelikings en transparante soos genommer	T1 - T16	T1 - T16	T1 - T16	T1 - T16	T1 - T16	T1 - T16
6. Selfrapport en toepassingstoets						
	15 minute	15 minute	15 minute	15 minute	15 minute	15 minute
TOTALE TYDSOUR	1 uur 19 min.	1 uur 19 min.	1 uur 19 min.	1 uur 26 min.	1 uur 26 min.	1 uur 26 min.

7.9 VOORKENNIS- EN TOEPASSINGSTOETSE WAT IN
DIE EKSPERIMENT GEBRUIK IS

7.9.1 Grondtal 5-eksperiment

7.9.1.1 *Voorkennistoets*

Die voorkennistoets (bylae G) het uit twee vrae bestaan. In vraag 1 is vyf gewone getalle in die grondtal 5-vorm gevra en in vraag 2 moes die proefpersone net andersom te werk gaan en vyf grondtal 5-getalle in gewone getalle skryf. Elke konkrete antwoord het een punt getel en die maksimum wat 'n proefpersoon kon behaal, was tien.

7.9.1.2 *Toepassingstoets*

Die toepassingstoets het uit vier vrae bestaan (bylae H). Vraag 1 is 'n selfrapport oor die verstaan van optelsomme in grondtal 5. Punte is as volg toegeken:

"Ja, ek verstaan beslis" - drie punte.

"Ek is nie seker of ek verstaan nie" - twee punte.

"Nee, ek verstaan beslis nie" - een punt.

Vraag 2 het uit ses optelsomme in grondtal 5 bestaan en een punt is vir elke korrekte antwoord gegee vir 'n totaal van ses. Vraag 3 is 'n selfrapport oor die verstaan van aftreksomme en dieselfde punte is soos in vraag 1 toegeken. Vraag 4 het uit ses aftreksomme in grondtal 5 bestaan en een punt is vir elke korrekte antwoord gegee. Die totaal was ses.

Die selfrapport is bereken deur vraag 1 en vraag 3 se punte bymekaar te tel. Die maksimum is ses punte.

Die prestasies in die toepassingstoets is bereken deur die punte van vrae 2 en 4 bymekaar te tel met 'n maksimum van twaalf punte.

7.9.2 Kombinasies-en-permutasieseksperiment

7.9.2.1 Voorkennistoets

Die voorkennistoets het uit veertien vrae bestaan (bylae I).

- * Vrae 1 tot 4 toets of die betekenis van $n!$ verstaan is en een punt is vir elke korrekte antwoord gegee (vier punte).
- * Vrae 5 tot 7 toets die verstaan van n^P_r . Twee punte is vir elke korrekte antwoord toegeken en een punt as die proefpersoon 'n gedeelte van die vraag korrek gehad het (ses punte).
- * Vrae 8 tot 10 toets die toepassing of gebruik van $n!$ en een punt is vir elke korrekte antwoord gegee (drie punte).
- * Vrae 11 tot 14 toets die toepassing of gebruik van n^P_r en drie punte is vir elke korrekte antwoord toegeken. Een punt is vir elke korrekte stap in die probleem toegeken (twaalf punte).

- * Die prestasie van die proefpersone in die voorkennistoets is uit 'n moontlike totaal van 25 bereken.

7.9.2.2 *Toepassingstoets*

Die toepassingstoets het uit ses vrae bestaan (bylae J). Vraag 1 is die selfrapport van die proefpersone oor die mate waarin hulle die werk verstaan het:

"Beslis verstaan" - Drie punte.

"Nie seker nie" - Twee punte.

"Beslis *nie* verstaan nie" - Een punt.

Die punte van die proefpersone in die selfrapport oor die verstaan van die toepassingsleerinhoud is dus uit 'n moontlike totaal van drie punte bereken.

Vrae 2 tot 6 toets of die proefpersone die toepassing van $\frac{nPr}{r!}$ verstaan het en drie punte is vir elke korrekte antwoord toegeken. Vir elke korrekte stap in die oplossing van die probleem is een punt toegeken. Die prestasie van die proefpersone in die toepassingsstoets is uit 'n moontlike totaal van vyftien punte bereken.

7.10 ENKELE OPMERKINGS OOR DIE EKSPERIMENT

In beide die eksperimente is dieselfde prosedure gevolg, en al ses die groepe proefpersone het gelyktydig onder leiding van ses verskillende proefleiers aan die eksperiment deelgeneem. Die bande en trans-

parante is gedupliseer sodat groepe 1 en 4, 2 en 5 en 3 en 6 presies dieselfde voorkennisonderrig ontvang het. In paragrawe 7.8.1 en 7.8.2 is breedvoerig aangetoon hoe die graad van voorkennis deur die herhaling van die voorkennisleerinhoud vir die onderskeie groepe op drie verskillende vlakke gebring is. (Vergelyk ook tabelle 7.3 en 7.4). Die toepassingsleerinhoud is aan groepe 1, 2 en 3 teen dieselfde vinnige aanbiedingstempo onderrig en groepe 4, 5 en 6 is teen dieselfde stadige aanbiedingstempo onderrig. In paragrawe 7.8.1 en 7.8.2 is breedvoerig aangetoon hoe die verskil in die vinnige en stadige aanbiedingstempo's verkry is. (Vergelyk ook tabelle 7.3 en 7.4).

Elke proefleier het vir sy groep 'n spesifieke bandopname, 'n stel genommerde transparante en 'n instruksieblad ontvang. (Bylae K en L). Elke proefleier moes die instruksies streng volg sodat die prosedure by elkeen van die ooreenstemmende groepe presies dieselfde sou wees.

Nadat die proefleier die voorgeskrewe motivering en instruksies aan die proefpersone voorgelees het, was hy/sy slegs verantwoordelik vir die uitdeel en inneem van die verskillende oefenblaaie, toetse en blaaie waarop die vulleraktiwiteit gedoen is. Die proefleier was ook verantwoordelik vir die omruil van transparante volgens die gegewe teken op die band, die speel en stop van die band in ooreenstemming met die instruksies en die kontrole oor die tye wat toe-

gelaat is vir die ruspouse en die beantwoording van die vrae.

7.11 KEUSE VAN STATISTIEK

Die statistiese tegniek wat gebruik is om die eksperimentele gegewens te verwerk, staan bekend as tweerigting-variensialise. Die tweerigting-variensialise word toegepas wanneer daar twee onafhanklike veranderlikes in die eksperimentele ontwerp is. Deur middel van hierdie tegniek kan die invloed van een van die onafhanklike veranderlikes op die afhanklike veranderlike ondersoek word. Hierby kan die invloed van albei onafhanklike veranderlikes op die afhanklike veranderlike ook vasgestel word. Verder kan daar ook bepaal word of daar 'n interaksie tussen die onafhanklike veranderlikes is. Die geordende resultate is met behulp van die BMDP2V-rekenaarprogram* verwerk.

Volgens De Wet, Monteith, Steyn en Venter (1981, p. 216) is die voorwaardes vir die gebruik van variensialise dat die waarnemings uit die verskillende groepe onafhanklik moet wees. Verder moet die variensialise van die groepe redelik homogeen wees en die populasie moet nie radikaal afwyk van die normaal nie.

* Erkenning word verleen aan die "Health Sciences Computing Faculty Department of Biomathematics School of Medicine, University of California, Los Angeles" vir die gebruik van die "BMDP Biomedical Computer Programs P-series 1977".

Die variansiehomogeniteit is volgens Bartlett se toets (Snedecor en Cochran, 1967, p. 296) uitgewerk. Die variansie van die prestasies in die toepassings-toets (kombinasies-en-permutasieseksperiment) is homogeen bevind ($0,75 > p > 0,50$). Die variansie van die prestasies in die selfrapport (kombinasies-en-permutasieseksperiment) is homogeen bevind ($0,75 > p > 0,50$). Die variansie van die prestasies in die selfrapport (grondtal 5-eksperiment) is homogeen bevind ($0,90 > p > 0,75$). Die variansie in die prestasies in die toepassingstoets (grondtal 5-eksperiment) is nie homogeen bevind nie ($p < 0,005$).

Om homogeniteit van die variansie in die prestasies in die toepassingstoets (grondtal 5-eksperiment) te bewerkstellig, is 'n transformasie, naamlik die vierkantworteltransformasie op die resultate uitgevoer. Die variansie van die getransformeerde resultate is volgens Bartlett se toets (Snedecor en Cochran, 1967, p. 296) homogeen bevind ($0,05 > p > 0,10$).

Aangesien beide die eksperimente aan die genoemde voorwaardes voldoen, kon die tweerigting-variansië-analise as statistiese metode gebruik word.

'n Verdere verwerking van die resultate is deur middel van meervoudige lineêre regressieanalise gedoen. Meervoudige lineêre regressieanalise is volgens De Wet et al. (1981, p. 232) 'n metode wat gebruik word om vas te stel wat die gesamentlike en aparte bydraes

van twee en meer onafhanklike veranderlikes op die veranderinge in die afhanklike veranderlike is. Verder verklaar dit die variansie in die afhanklike veranderlikes deur die relatiewe bydraes van twee of meer onafhanklike veranderlikes vas te stel.

Om die verskille in voorkennisvlak van die verskillende groepe deur middel van die eksperimentele veranderlike, naamlik die herhaling van die voorkennisleerinhoud te bewerkstellig, was skynbaar nie geslaagd nie (vgl. par. 8.6 en 8.8). Daarom is besluit om van meervoudige lineêre regressie gebruik te maak waarin die individuele tellings van die proefpersone op die voorkennistoetse (bylaes G en I) as onafhanklike veranderlikes gebruik is om die invloed daarvan op die prestasies in die selfrapport en toepassings-toetse te bepaal.

Verder is 'n beduidende interkorrelasie (vgl. par. 8.6) tussen die wiskundepunt, prestasies in die voorkennistoets, toepassingstoets en selfrapport in die kombinasies-en-permutasieseksperiment gevind. In die grondtal 5-eksperiment is 'n beduidende interkorrelasie tussen die standerd, prestasies in die voorkennistoets, toepassingstoets en selfrapport gevind (vgl. par. 8.8).

Die meervoudige lineêre regressiemodel verklaar 'n proporsie van die afhanklike veranderlike se variansie.

Die geordende resultate is met behulp van die BMDP9R-rekenaarprogram verwerk.

7.12 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is die doel van die ondersoek gestel as die bepaling van die invloed wat die vlak of graad van voorkennis en die aanbiedingstempo op die verstaan van die toepassingsleerinhoud het.

Die verskillende hipoteses wat vir beide eksperimente geld, is gestel. Die eksperimentele ontwerp, keuse van proefpersone vir elke eksperiment, keuse van leerinhoude, metode van onderrig, die verskillende loods-eksperimente en die verloop en toepassing van die grondtal 5- en kombinasies-en-permutasiese eksperimente is beskryf. Verder is die keuse van statistiek vir die verwerking en interpretasie van die resultate bespreek.

In hoofstuk 8 word die resultate van die eksperimente beskryf en bespreek.