'N METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIE VIR PAARPROGRAMMEERDERS TER VERBETERING VAN KENNISPRODUKTIWITEIT

ELIZABETH ALICE BREED

Proefskrif voorgelê vir die graad

Philosophiae Doctor

in

Rekenaarwetenskaponderwys

aan die

Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit

Promotor: Prof E Mentz
Medepromotor: Prof GJ van der Westhuizen

September 2010

DANKBETUIGINGS

SOLI DEO GLORIA!

Hiermee wil ek graag my opregte dank uitspreek teenoor die onderstaande persone en instansies:

- Prof Elsa Mentz, vir haar bekwame, toegewyde en inspirerende leiding en die volgehoue ondersteuning tydens hierdie studie.
- Prof Gert van der Westhuizen, vir die voorreg om deel te kon hê aan sy kundigheid, insig en ervaring.
- Dr Suria Ellis van die Statistiese Konsultasiediens van die Noordwes-Universiteit se Potchefstroomkampus, vir die besondere wyse waarop sy hulp verleen het met die ontleding van die vraelyste en haar bekwame leiding met die verwerking van die data.
- Me Jackie Viljoen, vir die taalversorging en kontrole van die bronnelys teen die teks.
- Die Noordwes-Onderwysdepartement, vir die goedkeuring om die navorsing te kon doen.
- Die skoolleerders, wat die vraelyste en joernale voltooi het en bereid was om onderhoude toe te staan, asook die skoolhoofde en onderwysers wat behulpsaam was.
- My kollegas by die Fakulteit Opvoedingswetenskappe, in die besonder my kollegas in die vakgroep Rekenaarwetenskaponderwys, wat met hulle begrip, hulp en ondersteuning my studietyd vir my makliker gemaak het.
- My wonderlike vriendekring, vir hulle getroue ondersteuning en aanmoediging.
- My beste maat en eggenoot, Jopie, en my drie kinders Rian, Leoné en Danie vir hulle onvoorwaardelike liefde, aanmoediging, hulp en ondersteuning tydens die studietydperk.

OPSOMMING

'N METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIE VIR PAARPROGRAMMEERDERS TER VERBETERING VAN KENNISPRODUKTIWITEIT

Metakognisie in samewerkende leeromgewings is 'n onderwerp wat tans meer aandag geniet in navorsing. Hierdie studie het gefokus op die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede tydens paarprogrammering ten einde kennisproduktiwiteit te verbeter. Paarprogrammering behels samewerking tussen twee programmeerders, wat elkeen 'n spesifieke rol vervul gedurende die uitvoering van die taak, Paarprogrammering word die afgelope tyd in opvoedkundige verband gebruik as 'n onderrigleerstrategie om leer in rekenaarprogrammering te bevorder (DeClue, 2003:49; Preston, 2006b:16). In hierdie studie word daar na die uitkomste van samewerkende leer tydens paarprogrammering verwys as *kennisproduktiwiteit*, wat gemeet word teen die kriteria van verbeterde kenniskonstruksie, verbeterde probleemoplossings-vaardighede, konseptuele verandering in individuele perspektiewe, verbintenis om met die ander lid van die paar saam te werk en verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:51,55). Om die invloed van 'n metakognitiewe onderrigleerbenadering tot paarprogrammering op kennisproduktiwiteit te ondersoek is 'n herhaalde-metings-kontrolegroep-eksperiment uitgevoer op 'n aantal graad 11-leerders wat paarprogrammering in die leer van Inligtingstegnologie op skoolvlak geïmplementeer het. Aan die begin van die studie het beide groepe twee vraelyste voltooi: een rakende metakognisie en 'n ander rakende kennisproduktiwiteit. Op dieselfde stadium is onderhoude met 'n aantal deelnemers uit elke groep gevoer oor dieselfde twee onderwerpe deur gebruik te maak van 'n semi-gestruktureerde onderhoud-benadering. Die prosedure is drie maande later herhaal, sonder enige intervensie. Gedurende die daaropvolgende intervensiefase het die eksperimentele groep 'n stel selfgerigte metakognitiewe vrae tydens die uitvoering van 'n aantal paarprogrammeringstake geïmplementeer. Hierdie selfgerigte metakognitiewe vrae was deel van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie wat deur die navorser op grond van die literatuurstudie saamgestel is. Die deelnemers in die eksperimentele groep het ook 'n joernaal bygehou om te beskryf hoe die selfgerigte metakognitiewe vrae hul denke tydens die uitvoering van 'n paarprogrammeringstaak gerig het. Aan die einde van die eksperimentele tydperk is die twee vraelyste rakende metakognisie en kennisproduktiwiteit onderskeidelik weer deur beide groepe voltooi en onderhoude is met dieselfde deelnemers as op die vorige twee geleenthede gevoer. Die resultate van die empiriese studie het getoon dat die kennisproduktiwiteit van leerders wat in pare geprogrammeer het deur die implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie verbeter is. Die metakognitiewe onderrigleerstrategie wat in hierdie studie

geïmplementeer is, is aangepas om dit geskik te maak vir gebruik deur onderwysers en leerders tydens paarprogrammering.

Sleutelwoorde: metakognisie, samewerkende leer, paarprogrammering, kennisproduktiwiteit, rekenaarprogrammering, probleemoplossing, metakognitiewe onderrigleerstrategie

ABSTRACT

A METACOGNITIVE TEACHING AND LEARNING STRATEGY FOR PAIR PROGRAMMERS TO ENHANCE KNOWLEDGE PRODUCTIVITY

Metacognition in collaborative learning settings is an emerging topic in research on metacognition. This study focused on the development of metacognitive skills during pair programming in order to enhance knowledge productivity. Pair programming entails collaboration between two programmers, each fulfilling a specific role during the execution of the programming task, and has recently been used in educational contexts as a teaching and learning strategy to improve learning in computer programming (DeClue, 2003:49; Preston, 2006b:16). In this study the outcomes of collaborative learning during pair programming are referred to as *knowledge productivity*, which is measured against the criteria of enhanced knowledge construction, enhanced problem-solving skills, conceptual changes in individual perspectives, commitment to work with the other member of the pair, and application of the results of the learning process (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:51,55). To investigate the influence of a metacognitive teaching and learning approach to pair programming on knowledge productivity, a repeated-measures experiment with a control group was conducted among a number of Grade 11 learners who had been implementing pair programming in the learning of Information Technology at secondary school level. At the beginning of the study both groups completed two questionnaires, one on metacognition and the other on knowledge productivity. At the same stage, a number of randomly selected participants from each group were interviewed on the same two topics, using a semi-structured interview approach. This procedure was repeated three months later, without any intervention. During the intervention phase, the experimental group implemented a set of self-directed metacognitive questions that they had to answer while doing a pair programming task. These self-directed metacognitive questions form part of a metacognitive teaching and learning strategy suggested by the researcher. The members of the experimental group also kept a journal to describe how the self-directed questions directed their thinking during the execution of the pair programming task. At the end of the experimental period, the two questionnaires on metacognition and knowledge productivity were completed by both groups again, supported by the interviews of the same selected participants. The results derived from the empirical study showed that the knowledge productivity of learners programming in pairs can be enhanced by implementing a metacognitive teaching and learning strategy. The metacognitive teaching and learning strategy implemented

during this study was then adapted to make it suitable for use by teachers and learners during pair programming.

Keywords: metacognition, collaborative learning, pair programming, knowledge productivity, computer programming, problem solving, metacognitive teaching and learning strategy

INHOUDSOPGAWE

OPSOMMING ii

ABSTRACT iv

INHOUD VAN HOOFSTUKKE vii

LYS VAN TABELLE xiv

LYS VAN FIGURE xvi

LYS VAN BYLAE xviii

BRONNELYS 247

HOOFSTUK 1 ORIËNTERING

1.1 PROBLEEMSTELLING EN MOTIVERING 1
1.1.1 Probleemvraag 1
1.1.2 Motivering 1

1.2 OORSIG VAN RELEVANTE LITERATUUR 3

1.3 NAVORSINGSDOELWITTE 7

1.4 NAVORSINGSPARADIGMA, -ONTWERP EN -METODOLOGIE 7
1.4.1 Navorsingsparadigma 8
1.4.2 Navorsingsontwerp 9
1.4.3 Navorsingsmetodologie 11
1.4.3.1 Literatuurstudie 11
1.4.3.2 Empiriese ondersoek 11
1.4.3.2.1 Kwantitatiewe navorsingsmetode 11
1.4.3.2.2 Kwalitatiewe navorsingsmetode 15
1.4.4 Geldigheid van navorsingsmetodologie 17

1.5 HOOFSTUKINDELING 18

1.6 ETIESE AANGELEENTHEDE 19

1.7 BYDRAE VAN HIERDIE STUDIE 19

HOOFSTUK 2 PAARPROGRAMMERING EN KENNISPRODUKTIWITEIT

2.1 INLEIDING 21

2.2 BEGRIPSVERKLARING 22
2.2.1 Paarprogrammering 22
2.2.2 Kennisproduktiwiteit 23

2.3 PAARPROGRAMMERING AS PROGRAMMERINGSTEGNIEK 23
2.3.1 Samewerking tydens paarprogrammering 23
2.3.2 Ontstaan en implementering van paarprogrammering 25
2.3.3 Paarprogrammering as onderrigleerstrategie 30
2.3.4 Paarprogrammering binne die sosiaal-konstruktiwistiese verband 32
2.3.5 Paarprogrammering as vorm van samewerkende leer 33
2.3.5.1 Omskrywing van samewerkende leer 33
2.3.5.2 Kritieke eienskappe van suksesvolle samewerkende leer 37
2.3.6 Die rolle van die programmeerders in 'n paar 39
2.3.7 Effektiewe paarprogrammering 42
2.3.7.1 Elementêre beginsels vir effektiewe paarprogrammering 42
2.3.7.2 Wyse waarop groepering in pare plaasvind 44
2.3.7.2.1 Persoonlikheidseienskappe 46
2.3.7.2.2 Vaardigheidsvlakke 48
2.3.7.2.3 Werksetiek 49
2.3.7.3 Die fisiese werksomgewing 49
2.3.7.4 Die rol van die dosent 49
2.3.8 Leer wat tydens paarprogrammering plaasvind 53
2.3.9 Positiewe aspekte van paarprogrammering 55
2.3.9.1 In professionele verband 56
2.3.9.2 In opvoedkundige verband 57
2.3.10 Potensiële probleme met paarprogrammering 62
2.3.11 Paarprogrammering as onderrigleerstrategie op sekondêre skoolvlak 63

2.4 KENNISPRODUKTIWITEIT 64
2.4.1 Kennisproduktiwiteit in die ekonomiese milieu 64
2.4.2 'n Raamwerk vir kennisproduktiwiteit 66
2.4.2.1 Toepassing van die raamwerk vir kennisproduktiwiteit op paar-programmering 69
2.4.3 Leer as kernelement van kennisproduktiwiteit 71
2.4.4 Leerfunksies wat tot kennisproduktiwiteit lei 72
2.4.5 Kenniskonstruksie in kennisproduktiwiteit 75
2.4.6 Samewerking in groepe ter wille van kennisproduktiwiteit 79
2.4.7 Beginsels van groepwerk om kennisproduktiwiteit te verbeter 81
2.4.8 Meting van kennisproduktiwiteit 86

2.5 SAMEVATTING 88

HOOFSTUK 3 DIE ROL VAN METAKOGNISIE IN PAARPROGRAMMERING

3.1 INLEIDING 90

3.2 METAKOGNISIE 90
3.2.1 Metakognitiewe bewustheid 91
3.2.2 Begripsomskrywing/definisie van metakognisie 91
3.2.3 Metakognisie vs. kognisie 95
3.2.4 Fundamentele aspekte van metakognisie 96
3.2.4.1 Metakognitiewe kennis 97
3.2.4.1.1 Kennis van jouself en eie aard as kognitiewe verwerker 97
3.2.4.1.2 Kennis van 'n leertaak en sy eise 98
3.2.4.1.3 Kennis van toepaslike leerstrategieë 98
3.2.4.2 Metakognitiewe bestuur 99
3.2.4.2.1 Beplanning 99
3.2.4.2.2 Monitering 100
3.2.4.2.3 Evaluering 101
3.2.4.3 Die rol van refleksie in metakognisie 102

3.3 METAKOGNISIE IN PAARPROGRAMMERING 104
3.3.1 Metakognisie in probleemoplossing 104
3.3.1.1 Metakognitiewe vaardighede binne die konstruktiwistiese verband 104
3.3.1.2 Goeie probleemoplossers se gebruik van metakognitiewe vaardighede 105
3.3.1.3 Die toepassing van metakognisie in probleemoplossing 106
3.3.2 Metakognisie in samewerkende leer 110

3.4 DIE BEVORDERING VAN METAKOGNISIE IN PAARPROGRAMMERING 114
3.4.1 Metakognisie in paarprogrammering 114
3.4.2 Die rol van die onderwyser in die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede 116
3.4.3 Ontwikkeling en bevordering van metakognisie in die klaskamer 117

3.5 METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIEË 122
3.5.1 Metakognitiewe ondersteuning en onderrigleer 123
3.5.2 Voorbeelde van metakognitiewe onderrigstrategieë 125

3.6 'N METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIE VIR PAARPROGRAMMERING 132

3.7 METING VAN METAKOGNISIE 134

3.8 SAMEVATTING 136

HOOFSTUK 4 NAVORSINGSONTWERP EN -METODOLOGIE

4.1 INLEIDING 137

4.2 NAVORSINGSONTWERP 137

4.3 NAVORSINGSMETODOLOGIE 138
4.3.1 Ondersoekontwerpe 140
4.3.1.1 Ontwerp: kwantitatiewe ondersoek 140
4.3.1.2 Ontwerp: kwalitatiewe ondersoek 142
4.3.2 Studiepopulasie 142
4.3.2.1 Studiepopulasie: kwantitatiewe ondersoek 142
4.3.2.2 Studiepopulasie: kwalitatiewe ondersoek 143
4.3.3 Data-insamelingstegnieke 144
4.3.3.1 Data-insamelingstegnieke: kwantitatiewe ondersoek 144
4.3.3.1.1 Vraelys om metakognitiewe bewustheid te meet 145
4.3.3.1.2 Vraelys om kennisproduktiwiteit in leer te meet 146
4.3.3.2 Data-insamelingstegnieke: kwalitatiewe ondersoek 148
4.3.3.2.1 Individuele onderhoude 148
4.3.3.2.2 Individuele joernale 149
4.3.4 Data-analisetegnieke 150
4.3.4.1 Data-analisetegnieke: kwantitatiewe ondersoek 150
4.3.4.1.1 Verdeling van items in konstrukte 150
4.3.4.1.2 Cronbach alpha-waardes 151
4.3.4.1.3 Statistiese tegnieke en metodes 151
4.3.4.2 Data-analisetegnieke: kwalitatiewe ondersoek 153
4.3.4.2.1 Individuele onderhoude 154
4.3.4.2.2 Individuele joernale 154

4.4 ADMINISTRATIEWE PROSEDURES 155

4.5 SAMEVATTING 156

HOOFSTUK 5 DATA-ANALISE EN RESULTATE

5.1 INLEIDING 157

5.2 DATA-ANALISE 157
5.2.1 Toets 1 158
5.2.1.1 Kwantitatiewe data-analise 158
5.2.1.1.1 Beskrywende statistiek 158
5.2.1.1.2 Betroubaarheid van die meetinstrumente 164
5.2.1.1.3 Geldigheid van die meetinstrumente 164
5.2.1.1.4 Vergelyking tussen eksperimentele groep en kontrolegroep op tydstip1 175
5.2.1.1.5 Meerveranderlike statistiek 178
5.2.1.2 Kwalitatiewe data-analise 178
5.2.1.2.1 Metakognitiewe bewustheid 178
5.2.1.2.2 Kennisproduktiwiteit 181
5.2.2 Toets 2 185
5.2.2.1 Kwantitatiewe data-analise 185
5.2.2.1.1 Onafhanklike t-toets 185
5.2.2.1.2 Verskil tussen toets1 en toets 2 vir totale populasie 188
5.2.2.1.3 Meerveranderlike statistiek 189
5.2.2.2 Kwalitatiewe data-analise 189
5.2.2.2.1 Metakognitiewe bewustheid 189
5.2.2.2.2 Kennisproduktiwiteit 192
5.2.3 Toets 3 195
5.2.3.1 Kwantitatiewe data-analise 195
5.2.3.1.1 Onafhanklike t-toets 195
5.2.3.1.2 Meerveranderlike statistiek 205
5.2.3.2 Kwalitatiewe data-analise: Individuele onderhoude 205
5.2.3.2.1 Metakognitiewe bewustheid 205
5.2.3.2.2 Kennisproduktiwiteit 210
5.2.3.2.3 Addisionele vraag i.v.m. gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae 214
5.2.4 Individuele joernale 216

5.2.4.1 Gebruik van selfgerigte metakognitiewe vrae tydens paarprogrammering.....217
5.2.4.2 Invloed van selfgerigte metakognitiewe vrae op deelnemers se denke en aksies.....219
5.2.4.2.1 Pre-koderingsfase.....219
5.2.4.2.2 Intra-koderingsfase.....222
5.2.4.2.3 Post-koderingsfase.....224

5.3 SAMEVATTING.....226

HOOFSTUK 6 GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

6.1 INLEIDING.....227

6.2 GEVOLGTREKKINGS MET BETREKKING TOT DIE LITERATUURSTUDIE.....227
6.2.1 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 1: 227
Om deur middel van 'n literatuurondersoek paarprogrammering en kennisproduktiwiteit binne die opvoedkundige omgewing te ondersoek.
6.2.2 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 2: 232
Om deur middel van 'n literatuurondersoek die rol en toepassing van metakognisie in paarprogrammering te ondersoek.
6.2.3 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 3: 233
Om op grond van die literatuurondersoek 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir IT-leerders in graad 11 te ontwikkel wat tydens die aanleer van programmeringsvaardighede in pare gebruik kan word ter verhoging van kennisproduktiwiteit.

6.3 GEVOLGTREKKINGS MET BETREKKING TOT DIE EMPIRIESE ONDERSOEK.....234
6.3.1 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 4: 234
Om deur 'n empiriese ondersoek te bepaal of die implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie bydra tot 'n verhoging van die kennisproduktiwiteit van beide lede van die paar wanneer leerders in pare programmeer.
6.3.2 Gevolgtrekkings met betrekking tot die deelnemers se ervaring van die selfgerigte metakognitiewe vrae 237

6.4 AANBEVELINGS VIR 'N METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIE VIR PAARPROGRAMMEERDERS TER VERBETERING VAN KENNIS-PRODUKTIWITEIT 239
6.4.1 Die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie 239
6.4.2 Aanbevelings ten opsigte van aanpassings aan die ontwerp van die metakognitiewe onderrigleerstrategie 242
6.4.3 Aanbevelings ten opsigte van die implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie 243

6.5 TEKORTKOMINGE IN DIE STUDIE 244

6.6 AANBEVELINGS VIR VERDERE NAVORSING 245

6.7 TEN SLOTTE 245

LYS VAN TABELLE

Tabel 4.1 Aantal voltooide vraelyste om metakognitiewe bewustheid te meet 146
Tabel 4.2 Aantal voltooide vraelyste om kennisproduktiwiteit te meet 147
Tabel 4.3 Groepering van items in vraelys oor metakognitiewe bewustheid 150
Tabel 4.4 Groepering van items in vraelys oor kennisproduktiwiteit 151

Tabel 5.1 Statistiek van vraelys oor metakognitiewe bewustheid 158
Tabel 5.2 Statistiek van vraelys oor kennisproduktiwiteit 162
Tabel 5.3 Konstruktellings 163
Tabel 5.4 KMO-waardes vir konstrukte van vraelys oor metakognitiewe bewustheid 164
Tabel 5.5 KMO-waardes vir konstrukte van vraelys oor kennisproduktiwiteit 165
Tabel 5.6 Bevestigende faktoranalise vir vraelys oor metakognitiewe bewustheid 167
Tabel 5.7 Bevestigende faktoranalise vir vraelys oor kennisproduktiwiteit 168
Tabel 5.8 Patroonmatriks vir konstruk M1 (Verklarende kennis) 169
Tabel 5.9 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk M1 (Verklarende kennis) 169
Tabel 5.10 Patroonmatriks vir konstruk M5 (Strategieë om inligting te bestuur) 170
Tabel 5.11 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk M5 (Strategieë om inligting te bestuur) 171
Tabel 5.12 Patroonmatriks vir konstruk K1 (Verbeterde kenniskonstruksie) 171
Tabel 5.13 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K1 (Verbeterde kenniskonstruksie) 172
Tabel 5.14 Patroonmatriks vir konstruk K2 (Verbeterde probleemoplossingsvaardighede) 172
Tabel 5.15 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K2 (Verbeterde probleemoplossingsvaardighede) 173
Tabel 5.16 Patroonmatriks vir konstruk K3 (Perspektiefverandering) 173
Tabel 5.17 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K3 (Perspektiefverandering) 174
Tabel 5.18 Patroonmatriks vir konstruk K4 (Verbintenis tot samewerking) 174
Tabel 5.19 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K4 (Verbintenis tot samewerking) 175
Tabel 5.20 Effekgroottes vir konstrukte in toets 1 176
Tabel 5.21 Wilks se lambda-waarde op tydstip 1 178
Tabel 5.22 Effekgroottes vir konstrukte in toets 2 186
Tabel 5.23 Effekgroottes vir konstrukte in toets 1 en toets 2 vir totale populasie 188

Tabel 5.24 Wilks se lambda-waarde op tydstip 2 189
Tabel 5.25 Effekgroottes vir konstrukte in toets 3 196
Tabel 5.26 Wilks se lambda-waarde op tydstip 3 205
Tabel 5.27 Selfgerigte metakognitiewe vrae wat tydens take nie aandag geniet het nie .. 217

LYS VAN FIGURE

Figuur 1.1 Diagrammatiese voorstelling van die ontwerp van die studie 10
Figuur 1.2 Diagrammatiese voorstelling van eksperimentele ontwerp 12

Figuur 2.1 Take van drywer en navigator tydens paarprogrammering 41
Figuur 2.2 Konseptuele raamwerk vir kennisproduktiwiteit 67

Figuur 3.1 Ertmer en Newby se beskouing van metakognisie 94
Figuur 3.2 Model van metakognisie 94
Figuur 3.3 'n Geïntegreerde model om denke en leer te verstaan 96
Figuur 3.4 Diagrammatiese voorstelling van elemente van metakognisie 103
Figuur 3.5 CRESST-model vir probleemoplossing 106
Figuur 3.6 Die TASC-model vir probleemoplossing 107
Figuur 3.7 Voorbeeld van 'n strategie-evalueringsmatriks 119
Figuur 3.8 Voorbeeld van 'n kontrolelys vir metakognitiewe bestuur 120
Figuur 3.9 Konseptuele fases van probleemoplossing en die RA-model 131

Figuur 4.1 Diagrammatiese voorstelling van proses en verloop van studie 139

Figuur 5.1 Gemiddeldes van konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 1 ... 177
Figuur 5.2 Gemiddeldes van konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 1 177
Figuur 5.3 Gemiddeldes van konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 2 ... 187
Figuur 5.4 Gemiddeldes van konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 2 187
Figuur 5.5 Gemiddeldes van konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 3 ... 197
Figuur 5.6 Gemiddeldes van konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 3 197
Figuur 5.7 Eksperimentele groep: metakognitiewe bewustheid in toets 2 en toets 3 199
Figuur 5.8 Eksperimentele groep: kennisproduktiwiteit in toets 2 en toets 3 199
Figuur 5.9 Kontrolegroep: metakognitiewe bewustheid in toets 2 en toets 3 200
Figuur 5.10 Kontrolegroep: kennisproduktiwiteit in toets 2 en toets 3 200
Figuur 5.11 Verandering van konstruk M1 met tydsverloop 201
Figuur 5.12 Verandering van konstruk M2 met tydsverloop 201
Figuur 5.13 Verandering van konstruk M3 met tydsverloop 201
Figuur 5.14 Verandering van konstruk M4 met tydsverloop 201
Figuur 5.15 Verandering van konstruk M5 met tydsverloop 202
Figuur 5.16 Verandering van konstruk M6 met tydsverloop 202

Figuur 5.17 Verandering van konstruk M7 met tydsverloop 202
Figuur 5.18 Verandering van konstruk M8 met tydsverloop 202
Figuur 5.19 Verandering van konstruk K1 met tydsverloop 204
Figuur 5.20 Verandering van konstruk K2 met tydsverloop 204
Figuur 5.21 Verandering van konstruk K3 met tydsverloop 204
Figuur 5.22 Verandering van konstruk K4 met tydsverloop 204
Figuur 5.23 Verandering van konstruk K5 met tydsverloop 204

Figuur 6.1 Skematiese voorstelling van die metakognitiewe onderrigleerstrategie vir gebruik deur onderwysers en leerders tydens paarprogrammering 240

LYS VAN BYLAE

Bylaag A: Brief aan Onderwysdepartement 277
Bylaag B: Brief vanaf Onderwysdepartement 278
Bylaag C1: Brief aan skoolhoofde van eksperimentele groepe 279
Bylaag C2: Brief aan skoolhoofde van kontrolegroepe 280
Bylaag D: Vorm vir ingeligte toestemming 281
Bylaag E: Vraelys om metakognitiewe bewustheid te meet 285
Bylaag F: Groepering van stellings in vraelys van bylaag E 288
Bylaag G: Vraelys om kennisproduktiwiteit in leer te meet 290
Bylaag H: Groepering van stellings in vraelys van bylaag G 292
Bylaag I: Onderhoude 1 293
Bylaag J: Onderhoude 2 294
Bylaag K: Onderhoude 3 295
Bylaag L: Metakognisie tydens paarprogrammering 296
Bylaag M: 'n Metakognitiewe benadering tot paarprogrammering 297
Bylaag N: Refleksie oor gebruik van selfgerigte metakognitiewe vrae 298
Bylaag O: Toestemming vir gebruik en aanpassing van Schraw en Dennison (1994) se vraelys 299
Bylaag P: Toestemming vir gebruik en aanpassing van Tillema en Van der Westhuizen (2006) se vraelys 300
Bylaag Q: Verklaring van taalversorging 301

HOOFSTUK 1
ORIËNTERING

1.1 PROBLEEMSTELLING EN MOTIVERING

1.1.1 Probleemvraag

Hierdie studie is gerig op die beantwoording van die vraag of 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammeerders tot 'n verhoging van die kennisproduktiwiteit in leer van beide lede van die paar kan bydra?

1.1.2 Motivering

Kennisproduktiwiteit is 'n begrip wat sy ontstaan in die ekonomie gehad het en oor die afgelope dekade of twee al hoe meer aandag kry as gevolg van 'n klemverskuiwing vanaf die individu se fisiese werk en vermoë om te reguleer en te koördineer na die bydrae wat in 'n organisasie gemaak kan word deur verwerwing en toepassing van kennis (Kessels, 2001:498). In hierdie konteks word kennisproduktiwiteit hoofsaaklik in groepe beoefen (Vaicaityte, 2006:7) en het dit te make met die samewerking in 'n groep om inligting te versamel, nuwe kennis te genereer en sodanige kennis toe te pas ter verbetering en innovering van die organisasie se prosesse, produkte en dienste (Kessels, 2001:498). Volgens Tillema en Van der Westhuizen (2006:51,55) kan kennisproduktiwiteit in 'n organisasie teen spesifieke, relevante kriteria geëvalueer word, naamlik (a) verbetering van kennis en die begrip van 'n probleem; (b) verandering in individuele perspektiewe; (c) ontwikkeling van verbintenis tot die uitkomste van die samewerking.

Die verskuiwing van die fokus vanaf individuele werk na samewerking in groepe het ook op die gebied van sagteware-ontwikkeling 'n klemverskuiwing in die industrie laat plaasvind, vanaf die tradisionele werkswyse waar 'n programmeerder alleen werk na die benadering dat professionele programmeerders in pare aan dieselfde ontwerp, algoritme, kode of toets saamwerk (Williams *et al.*, 2000:20,22; Williams & Upchurch, 2001a). In die praktyk is daar

deur middel van navorsing aangetoon dat die benadering om in pare saam te werk sagtewareprodukte van 'n hoër gehalte in 'n korter tydsbestek teweegbring (Williams *et al.*, 2000:19). Aangesien professionele programmeerders ook binne die werksomgewing van 'n maatskappy funksioneer, kan dieselfde kriteria wat in die voorafgaande paragraaf genoem is, gebruik word om die kennisproduktiwiteit van die lede van so 'n programmeringspaar in die praktyk te evalueer.

Die behoefte van die praktyk dat programmeerders in pare moet kan saamwerk en die sukses wat met hierdie benadering behaal is, het gelei tot die implementering van paarprogrammering in die onderrig van programmering. Paarprogrammering word tans in opvoedkundige kontekste as onderrigstrategie gebruik om leer in rekenaarprogrammering te bevorder (DeClue, 2003:49; Preston, 2006b:16). Net soos in die praktyk is die klem in paarprogrammering op die samewerking tussen die twee lede van die paar wat saam aan 'n programmeringstaak werk, met die uitkoms dat die produk van die programmeringsaktiwiteit uiteindelik van 'n hoër gehalte is en dat verbeterde leer tydens die aktiwiteit plaasvind (McDowell *et al.*, 2003a:64). Die uitkomste van die samewerkende leer wat tydens die uitvoering van programmeringstake in pare plaasvind, sal vir die doel van hierdie studie as *kennisproduktiwiteit in leer* bekend staan. Om kennisproduktiwiteit *in* leer te evalueer, sal dit, net soos in die geval van kennisproduktiwiteit in die ekonomie, nodig wees om dit teen spesifieke kriteria, wat vir leer relevant is, te meet. Kriteria waarteen kennisproduktiwiteit in leer gemeet kan word, sluit in (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:51,55) (a) verbeterde kenniskonstruksie; (b) verbeterde probleemoplossingsvaardighede; (c) konseptuele verandering van individuele perspektiewe; (d) verbintenis ('commitment') om met die ander lid van die paar saam te werk; en (e) toepassing van die resultate van die leerproses.

Leer en innovering is baie nou verwant (Verdonschot, 2006:671). Volgens Keursten *et al.* (2006:406) is leer onderliggend aan al die prosesse wat nodig is vir innovering in 'n organisasie, naamlik die insameling van relevante inligting, sowel as die ontwikkeling en toepassing van nuwe kennis en vaardighede. Een van die aspekte van leer wat Alred en Garvey (2000:262) noem en wat in 'n organisasie ter sprake kom as kennis ontwikkel en toegepas moet word om waarde tot die produkte en dienste van die organisasie toe te voeg, is metakognitiewe vaardighede. Metakognitiewe vaardighede is dus nie net in die opvoedkundige milieu van belang nie, maar ook in die werksomgewing. In die opvoedkundige milieu word die belangrikheid van die implementering van metakognitiewe vaardighede om leer meer sinvol en effektief te laat plaasvind, reeds vir meer as twee dekades in navorsing beklemtoon (Flavell, 1979:906; Fekete *et al.*, 2000:144; Gourgey, 2001:18; Sternberg, 2001b:254). Baie min navorsing is egter nog gedoen oor die rol van metakognisie in rekenaarprogrammering as

sodanig, maar volgens Williams en Upchurch (2001a) behoort metakognitiewe kennis, net soos verklarende en prosedurele kennis, eksplisiet in onderrig aandag te kry.

In die lig van die belangrike rol wat metakognitiewe vaardighede in leer en innovering speel soos in die voorafgaande paragrawe beredeneer, wou daar in hierdie navorsing bepaal word of die doelbewuste ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede tydens die toepassing van paarprogrammering die kennisproduktiwiteit in leer van beide lede van die paar kan bevorder.

1.2 OORSIG VAN RELEVANTE LITERATUUR

Die implementering van paarprogrammering as 'n metode om leer in rekenaarprogrammering te bevorder, is gebaseer op die sosiaal-konstruktiwistiese beskouing van leer (Chaparro *et al.*, 2005:6). Die sosiaal-konstruktiwisme beklemtoon samewerking tussen leerders as 'n proses waartydens die sosiale interaksie tussen die leerders daartoe lei dat leer plaasvind (Chaparro *et al.*, 2005:6). Paarprogrammering is as sodanig 'n praktiese toepassing van samewerkende leer deurdat die twee lede in die paar saamwerk om 'n gemeenskaplike leerdoelwit te bereik (Barkley *et al.*, 2005:4; Preston, 2006b:16). In die studie deur DeClue (2003) is bevind dat studente daarvan hou om 'n mede-programmeerder te hê sodat hulle die probleemoplossing kan verbaliseer, aangesien hulle meen dat hulle minder foute maak en hul produkte van hoër gehalte is en omdat hulle van mening is dat hulle van die moeiliker begrippe makliker sal verstaan. In só 'n samewerkende omgewing moet leerders dikwels begrippe en/of prosesse aan mekaar verduidelik, wat die moontlikheid tot konneksie tussen bestaande en nuwe kennis en die gevolglike konstruering van verrykte kennisnetwerke verhoog (Kramarski, 2004:595). Die interaksie tussen die twee leerders in die paar dra by tot die uitbreiding van beide lede van die paar se kennisbasisse en probleemoplossingsvaardighede, wat substansie gee aan kriteria (a) en (b) wat vir kennisproduktiwiteit in leer gestel word (vgl. 1.1.2).

Paarprogrammering as alternatiewe onderrigstrategie in die onderrigleer van rekenaarprogrammering het 'n sterk positiewe motiverende invloed op die lede van die programmeringspaar (DeClue, 2003:55). Die twee programmeerders is gedurig in gesprek met mekaar, hulle vra mekaar vrae en beantwoord mekaar se vrae en hulle neem saam besluite rakende die ontwerp en kodering van die program (Chong *et al.*, 2005:44). Hierdie gesprekvoering en gesamentlike besluitneming wat Chong *et al.* (2005:44) uitlig, sluit aan by die twee voordele wat Williams *et al.* (2000:21) identifiseer, naamlik dat paarprogrammering foute in die ontwerp van rekenaarprogramme voorkom of vinnig uit die weg ruim en dat paarprogrammeerders as gevolg van hul gesprekvoering alternatiewe oplossings vir 'n probleem of ontwerpe vir 'n program kan oorweeg. Om só saam *met 'n* eweknie te

programmeer skep 'n uitstekende geleentheid vir leer: twee koppe fokus op een taak, verbalisering van denke help beide om te verstaan hoe die ander redeneer en probleme oplos, en dit help ook die individu om sy/haar eie denke te orden (Hedin *et al.*, 2006). Oor die algemeen meen studente dat hulle meer leer as hulle in pare programmeer as wanneer hulle op hul eie werk (Chaparro *et al.*, 2005:13). Die geleentheid wat paarprogrammering skep om met mede-programmeerders saam te werk, diskoers te voer, mekaar se standpunte te erken en eie denke te orden en meer te leer, dra verder by tot kennisproduktiwiteit in leer, soos aangetoon in kriteria (c), (d) en (e) (vgl. 1.1.2).

Die rol van metakognisie in paarprogrammering, en uiteindelik ook in kennisproduktiwiteit, word beredeneer deur ter inleiding te kyk na die ondersoek deur Bryant (2005) na die sleuteleienskappe van deskundigheid ('expertise') in paarprogrammering. Bryant (2005:19) doen aanvanklik 'n literatuurondersoek oor verskillende wetenskapsvelde heen na die sleuteleienskappe van algemene deskundigheid en identifiseer 'n aantal gemeenskaplikhede wat eie is aan deskundigheid. Bryant (2005:21) verwys na hierdie gemeenskaplike elemente as die 'practice-strategy-knowledge-metacognition'-model. Die basis van die model behels dat deskundiges in staat is om effektiewe strategieë toe te pas ten einde probleme op te los; dat hul kennisstrukture georganiseerd en maklik toeganklik is; dat hulle geoefend is in die effektiewe aanwending van hul kennis; en dat deskundiges 'n ruim mate van metakognitiewe insigte openbaar (Bryant, 2005:22). Opmerklik in hierdie model is die beklemtoning, net soos by kennisproduktiwiteit, daarvan dat kennis slegs waarde het as dit effektief aangewend of toegepas word. 'n Belangrike aspek van Bryant (2005) se model lê daarin dat metakognisie as 'n sleuteleienskap van die proses geïdentifiseer word. Bryant (2005:22) gee voorts spesifiek aandag aan die literatuur rakende die psigologie van programmering en kry, net soos in die ondersoek na algemene deskundigheid, duidelike verwysings na drie van die sleuteleienskappe naamlik geoefendheid ('practice'), strategietoepassing en kennis op die gebied van sagteware-ontwikkeling, maar min verwysing na metakognisie. Volgens Bryant (2005:22) kan daar egter uit die literatuur afgelei word dat ervare ontwikkelaars van sagteware ook metakognitiewe bewustheid ('awareness') openbaar in hul benadering tot probleemoplossing en dat hulle oor die vermoë beskik om toepaslike metodes en tegnieke te kan kies.

In teenstelling met die literatuurondersoek na algemene deskundigheid en na deskundigheid op die gebied van sagteware-ontwikkeling lewer 'n literatuurondersoek rakende deskundigheid in paarprogrammering spesifiek, baie min verwysing na die verskillende aspekte van geoefendheid, strategie-toepassing, kennis en metakognisie op (Bryant, 2005:23). Volgens Bryant (2005:23) word daar in die literatuur meesal op kommunikasie in paarprogrammering en die manier waarvolgens die twee lede van die paar saamwerk, gekonsentreer. Die beperkte beskikbaarheid van literatuur rakende metakognisie en samewerkende leer (soos

paarprogrammering) is ook reeds deur Goos *et al.* (2002:193) uitgewys. Hierdie klaarblyklike gebrek aan inligting rakende die rol van metakognisie in paarprogrammering, en daaruit voortvloeiend ook kennisproduktiwiteit in leer, vorm dus die rasionaal van die onderhawige studie.

Die belangrikheid daarvan om metakognitiewe kennis eksplisiet te onderrig word deur Williams en Upchurch (2001a) beklemtoon. Leerders moet oor deklaratiewe kennis (kennis van "wat") en prosedurele kennis (kennis van "hoe") beskik, sowel as oor metakognitiewe kennis, wat verwys na vaardighede soos beplanning van 'n strategie, monitering van die proses en vordering daarvan, aanpassings wat gemaak word, indien nodig, en refleksie oor die proses (Williams & Upchurch, 2001a). Leerders se vermoë om te dink oor hoe en hoekom hulle op bepaalde wyses werk en hoe om strategieë te ontwikkel vir die wysiging van oneffektiewe gewoontes, kan bevorder word deur die bewustelike ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede (Shaft, 1995:26; Williams & Upchurch, 2001a). Die positiewe effek van die onderrig van metakognitiewe vaardighede word bevestig deur die uitgebreide navorsing van Mevarech (1999), Kramarski *et al.* (2001), Kramarski *et al.* (2002), Kramarski (2004), Kramarski en Mizrachi (2004) en Mevarech en Fridkin (2006) aangaande die effek van metakognitiewe onderrig op verskillende aspekte van wiskunde. Die genoemde metakognitiewe onderrig volgens Mevarech, Kramarski en ander betrokke navorsers wentel om diskoers wat verband hou met die beantwoording van vier soorte vrae tydens die uitvoering van 'n wiskundige taak. Hierdie vier soorte sluit vrae in aangaande die verstaan van die probleem, die konstruering van verbande tussen vorige en nuwe kennis, die keuse van toepaslike oplossingstrategieë, asook refleksie oor die prosesse en die oplossing (Kramarski, 2004:596). Die verdeling van die vrae in hierdie vier kategorieë toon 'n duidelike ooreenkoms met die metakognitiewe vaardighede wat ook deur Williams en Upchurch (2001a) as belangrik geag word, soos vroeër in die paragraaf genoem. Ontwikkeling van leerders se verstaan van 'n probleem en die konstruering en toepassing van nuwe kennis kan direk bydra tot verhoogde kennisproduktiwiteit in leer, waar hierdie aspekte ook ter sprake is. Die positiewe uitkomste wat bereik is met die metakognitiewe onderrig in wiskunde terwyl leerders in groepe werk (Kramarski, 2004:610) beklemtoon die belangrikheid van die ondersoek van hierdie studie na die effek van doelbewuste metakognitiewe onderrig op die kennisproduktiwiteit van die twee lede van 'n paar tydens paarprogrammering.

Volgens Chalmers en Nason (2003) het die ontwikkeling van die metakognitiewe vaardighede van leerders wat in groepe saamwerk nie net 'n invloed op hul kennis nie, maar ook op die bydrae wat elke lid van die groep kan lewer om die leeruitkomste te bereik. Elke leerder in 'n groep beskik oor 'n sekere mate van kennis en vaardighede, maar om vordering te maak word die ander groeplede se kennis en vaardighede vereis (Goos *et al.*, 2002:195). Kennis van

metakognitiewe strategieë soos beplanning, monitering en evaluering dra daartoe by dat elke groeplid 'n beter bydrae tot die groepwerk kan maak (Chalmers & Nason, 2003). Onderrig in metakognitiewe kennis en vaardighede stel die leerders in 'n groep in staat om oor verskillende toepaslike strategieë te dink om 'n probleem op te los, verskillende strategieë voor te stel en te vergelyk en die voor- en nadele van elke strategie te analiseer (Kramarski *et al.*, 2002:241). Hierdie genoemde aspekte maak dit ook noodsaaklik om die metakognitiewe vaardighede van leerders wat in pare programmeer te ontwikkel, alhoewel hier nou net 'n groep met twee lede ter sprake is.

In die korporatiewe milieu is dit belangrik om met ander mense in 'n groep te kan saamwerk omdat kennisproduktiwiteit hoofsaaklik in groepverband beoefen word. Kennisproduktiwiteit is afhanklik van die bevoegdheid van individue en groepe om deur innoverende optrede die gehalte van hul uitsette te verhoog (Keursten *et al.*, 2006:406). Werkomgewings waarin die sosiale agtergrond samewerking tussen individue aanmoedig, skep geleentheid vir kennisproduktiwiteit (Keursten *et al.*, 2006:409). Tillema en Van der Westhuizen (2006:65) beklemtoon egter die feit dat die interaksie tussen die lede van die groep samewerkend van aard moet wees en nie bloot koöperatief nie. Samewerking in 'n groep behels dat die lede in alle opsigte saamwerk om 'n gemeenskaplike doel te bereik en saam verantwoordelikheid vir die produk aanvaar, terwyl koöperatiewe werk behels dat 'n taak in dele verdeel kan word en elke groeplid net aan 'n gedeelte van die taak werk (Waite *et al.*, 2004:12). 'n Koöperatiewe raamwerk is geensins 'n waarborg vir produktiwiteit nie, terwyl samewerking die moontlikheid van betrokkenheid by studie verhoog en 'n stukrag vir leer kan wees (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:65).

Na analogie van die beskouing dat die ontwikkeling van kennisproduktiwiteit wat in die korporatiewe milieu plaasvind gepaardgaan met samewerking in groepe, word die implementering van paarprogrammering binne die onderrigleermilieu vir die doel van hierdie studie beskou as 'n goeie basis vir die ontwikkeling van kennisproduktiwiteit met betrekking tot leer. Paarprogrammering is by uitstek 'n vorm van samewerkende leer. Die samewerking tussen programmeerders wat in pare programmeer lei tot 'n beter produk wat in 'n korter tydperk ontwikkel word (Williams *et al.*, 2000:19). In hierdie studie word kennisproduktiwiteit in leer beskou as 'n proses wat aan die kriteria soos reeds in 1.1.2 genoem gemeet kan word, naamlik (a) verbeterde kenniskonstruksie; (b) verbeterde probleemoplossingsvaardighede; (c) konseptuele verandering van individuele perspektiewe; (d) verbintenis om met die ander lid van die paar saam te werk; en (e) toepassing van die resultate van die leerproses.

Die implementering van 'n onderrigstrategie soos paarprogrammering beantwoord by uitstek aan die kritieke uitkomste waarop die Suid-Afrikaanse Nasionale Kurrikulumverklaring se

leeruitkomste tans gebou is, veral ten opsigte van die vereiste dat leerders in staat moet wees om effektief met ander lede van 'n groep, span, organisasie of gemeenskap te kan saamwerk (Department of Education, 2003:2). As die beginsel van samewerking tussen individue in 'n groep met die doel om 'n gemeenskaplike doelwit te bereik en/of om omstandighede te verbeter ook meer globaal en teen 'n breër agtergrond beskou word, is dit duidelik dat dit ook die 'Social Capital'-teorie, wat wêreldwyd al hoe meer ter sprake kom, onderskryf. 'Social Capital' is 'n begrip wat verband hou met die sosiale norme, netwerke en vertroue wat die samewerking binne of tussen groepe fasiliteer (Productivity Commission, 2003:viii). Alhoewel daar tussen kenners nie 'n eenduidige definisie vir 'Social Capital' is nie (Productivity Commission, 2003:5; Smith, 2007), blyk dit dat kenners dit eens is dat die deel van kennis en innovering een van die belangrikste voordele daarvan is (Productivity Commission, 2003:xi; Smith, 2007), wat weer bydra tot verhoogde kennisproduktiwiteit.

1.3 NAVORSINGSDOELWITTE

In die lig van bostaande beredenering kan die doelwitte van hierdie studie soos volg verwoord word:

- Navorsingsdoelwit 1: om deur middel van 'n literatuurondersoek paarprogrammering en kennisproduktiwiteit binne die opvoedkundige omgewing te ondersoek.
- Navorsingsdoelwit 2: om deur middel van 'n literatuurondersoek die rol en toepassing van metakognisie in paarprogrammering te ondersoek.
- Navorsingsdoelwit 3: om op grond van die literatuurondersoek 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir IT-leerders in graad 11 te ontwikkel wat tydens die aanleer van programmeringsvaardighede in pare gebruik kan word ter verhoging van kennisproduktiwiteit.
- Navorsingsdoelwit 4: om deur 'n empiriese ondersoek te bepaal of die implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie bydra tot 'n verhoging van die kennisproduktiwiteit van beide lede van die paar wanneer leerders in pare programmeer.

1.4 NAVORSINGSPARADIGMA, -ONTWERP EN -METODOLOGIE

Navorsing is 'n sistematiese proses van insameling, analise en interpretering van inligting(data) met die doel om 'n spesifieke fenomeen beter te verstaan (Leedy & Ormrod, 2005:2). Alle navorsing vind vanuit 'n bepaalde filosofiese beskouing of binne 'n bepaalde metodologiese paradigma plaas, wat 'n invloed het op die soort kennis wat die navorser wil bekom, die manier

waarop data-insameling gedoen word en die wyse waarop die data geanaliseer en geïnterpreteer word (Morgan, 2007:50). Vervolgens word die navorsingsparadigma, -ontwerp en -metodologie wat die navorsing in hierdie studie gerig het, uiteengesit.

1.4.1 Navorsingsparadigma

Ten einde die bruikbaarheidskarakter van hierdie studie te beklemtoon is 'n *pragmatiese benadering* tot die navorsing gevolg. Die pragmatiese benadering plaas die navorsingsprobleem sentraal en pas dan alle benaderings toe wat nodig is om die probleem ten beste te verstaan (Creswell, 2003:11), sonder om 'n spesifieke program vir die uitvoering van die navorsing of 'n spesifieke stel navorsingsmetodes voor te staan (Badley, 2003:307). Pragmatisme is 'n praktiese en toegepaste navorsingsfilosofie wat die navorser toelaat om van 'n kombinasie van kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes gebruik te maak (Teddlie & Tashakkori, 2003:21). Dit is 'n probleemgesentreerde, praktykgerigte, pluralistiese benadering wat veral geskik is om die gevolge van aksies te evalueer (Mackenzie & Knipe, 2006).

Volgens Datta (1997:44) en Hanson *et al.* (2005:226) word die pragmatisme beskou as die beste filosofiese grondslag vir studies waarin 'n kombinasie van verskillende navorsingsmetodes gebruik word. In 'n pragmatiese benadering word meer klem geplaas op die beantwoording van die navorsingsvrae as op die metodes wat gebruik word of op die filosofiese beskouings wat elke metode individueel onderlê (Patton, 1990:90; Maxcy, 2003:85; Tashakkori & Teddlie, 2003:679). Dit laat die navorser toe om kontekstuele interpretasies te maak, om meervoudige metodes te gebruik en om strategieë te gebruik wat die navorsingsvrae die beste sal hanteer (Ivankova *et al.*, 2007:260). In 'n pragmatiese benadering speel die waardes van die navorser 'n groot rol in die keuse van die navorsingsonderwerp en in die interpretasie van die resultate (Tashakkori & Teddlie, 2003:677).

Navorsers wat 'n pragmatiese benadering volg, verwerp die idee dat daar noodwendig gekies moet word tussen die paradigmas wat slegs die kwantitatiewe of slegs die kwalitatiewe navorsingsbenaderings verteenwoordig, byvoorbeeld tussen die positivisme en die interpretiwisme/konstruktiwisme (Teddlie & Tashakkori, 2003:21). Die pragmatisme laat 'n versoenbaarheid tussen kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes toe, sodat beide numeriese en teksdata ingesamel en geanaliseer kan word om verskillende aspekte van dieselfde navorsingsprobleem te betrek en dit beter te verstaan (Ivankova *et al.*, 2007:263). Hierdie aanvaarding van die versoenbaarheid tussen verskillende paradigmas het daartoe gelei dat daar tans algemeen aanvaar word dat die navorser se paradigmatiese benadering nie noodwendig spesifieke soorte data of data-analisetegnieke uitsluit nie, óf dat *die gebruik van*

bepaalde data of tegnieke noodwendig op die aanvaarding van 'n spesifieke paradigma dui nie (Bazeley, 2003:389).

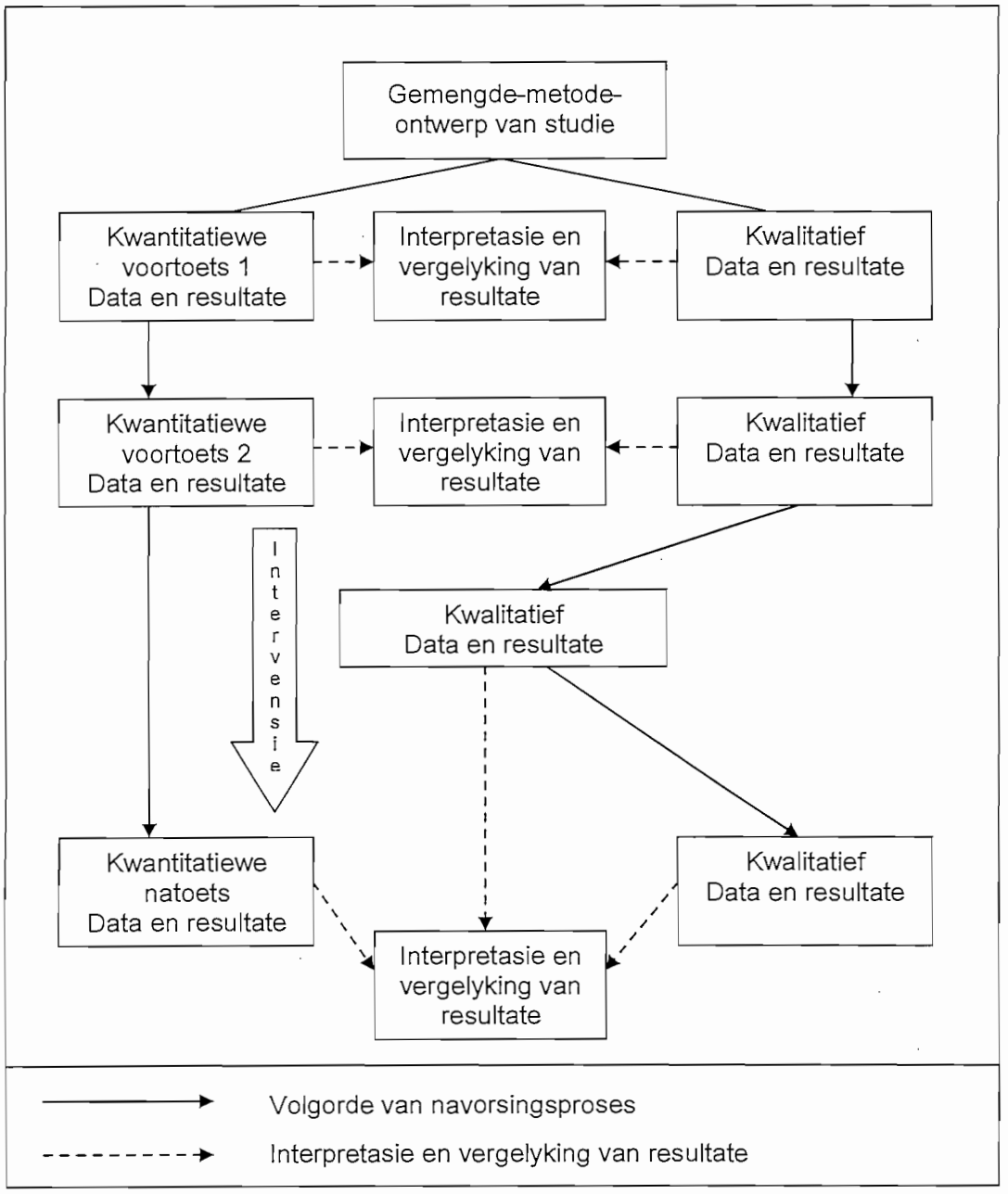
1.4.2 Navorsingsontwerp

Die doel van 'n navorsingsingsontwerp is om 'n struktuur te verskaf vir die prosedures wat die navorser volg, die data wat die navorser insamel en die data-analise wat die navorser doen (Leedy & Ormrod, 2005:85). Die empiriese ondersoek van hierdie studie het plaasgevind deur die implementering van 'n gemengde-metode-ondersoek (Creswell, 2003:11-12; Creswell & Plano Clark, 2007:21-24). Johnson en Onwuegbuzie (2004:20) onderskei tussen 'n gemengde-*model*- en 'n gemengde-*metode*-ondersoek op grond van die wyse waarop die kwalitatiewe en kwantitatiewe benaderings in dieselfde ondersoek gebruik word, maar in hierdie studie word daar deurgaans na 'n *gemengde-metode* verwys. Per definisie behels gemengde-metode-navorsing die gelyktydige of sekwensiële insameling van beide kwantitatiewe en kwalitatiewe data in 'n enkele studie, die toekenning van prioriteite aan die soort data en die integrasie van die data op een of meer stadiums gedurende die proses van navorsing (Hanson *et al.*, 2005:224).

Deur beide die kwalitatiewe en kwantitatiewe benaderings in dieselfde ondersoek aan te wend, word die sterkpunte van albei benaderings geïnkorporeer (Creswell, 2005:510; Onwuegbuzie & Leech, 2005:385). In hierdie studie is dit die doel van die kwalitatiewe ondersoek om aanvullend tot die kwantitatiewe ondersoek te wees deurdat die kwalitatiewe ondersoek daarop gerig is om die waarnemings van die kwantitatiewe ondersoek beter te verstaan en te kan verduidelik (Creswell, 2005:53,510; Ivankova *et al.*, 2007:266). Die kwalitatiewe data-insameling is by 'n eksperimentele ondersoek gevoeg as 'n kontrole en om die kwessies wat ondersoek word direk te bespreek, sowel as om die deelnemers se perspektiewe beter te verstaan (Johnson & Onwuegbuzie, 2004:18).

Gedurende die studie het die insameling en analise van kwantitatiewe data en kwalitatiewe data op drie geleenthede op dieselfde tydstippe plaasgevind. Ivankova *et al.* (2007:266) verwys hierna as die *triangulasie-gemengde-metode model*, terwyl dit in die literatuur rakende gemengde-metode-ondersoeke ook as *parallelle* of *gelyklopende* ('concurrent') modelle bekend staan (Creswell, 2005:514-515). Insameling van kwalitatiewe data het ook tydens die intervensie-tydperk van die studie plaasgevind. Creswell en Plano Clark (2007:68) verwys na hierna as die *insluitende* ('embedded') *eksperimentele ontwerp*. Die navorsingsontwerp van hierdie studie berus dus op 'n kombinasie van Creswell en Plano Clark (2007:63,68) se twee gelyklopende ('concurrent') gemengde-metode-modelle, t.w. die *triangulasie-ontwerp* en die

insluitende ('embedded') *eksperimentele ontwerp*, wat diagrammaties voorgestel word in figuur 1.1. Vir die doel van hierdie studie sal na hierdie navorsingsontwerp verwys word as 'n ***insluitende eksperimentele triangulasie-gemengde-metode-ontwerp***.



Figuur 1.1 Diagrammatiese voorstelling van die ontwerp van die studie (aangepas uit Creswell en Plano Clark (2007:63,68,137))

Die ontwerp van die studie word in 4.2 in meer besonderhede bespreek en geïllustreer.

1.4.3 Navorsingsmetodologie

Om die navorsingsdoelwitte wat in 1.3 genoem is, te bereik, is twee metodes gebruik. Eerstens is 'n literatuurstudie gedoen om

(a) die implementering van paarprogrammering ter verbetering van kennisproduktiwiteit te ondersoek,

(b) die rol en toepassing van metakognisie in paarprogrammering te ondersoek; en

(c) 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie te ontwikkel wat tydens die aanleer van programmeringsvaardighede in pare gebruik kan word ter verhoging van kennisproduktiwiteit.

Tweedens is deur 'n empiriese ondersoek, wat beide kwantitatiewe en kwalitatiewe navorsingsmetodes ingesluit het, bepaal of die implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie bydra tot 'n verhoging van beide lede van die paar se kennisproduktiwiteit wanneer leerders in pare programmeer.

1.4.3.1 Literatuurstudie

Ten einde relevante literatuur te bekom is van literatuurbronne en verskillende elektroniese databasisse (EBSCO-host, ERIC, Academic Search Premier, ISI Web of Knowledge en ACM Digital Library), asook van internetsoekenjins (Google, Google Scholar, Yahoo, Ananzi) gebruik gemaak. Vir die doel van die studie is daar, onder andere, van die volgende sleutelwoorde en soekfrases gebruik gemaak: *metacognition, metacognitive skills, pair programming, collaborative learning, knowledge construction, knowledge productivity, reflection, self-regulated learning, motivation, commitment, etc.* (metakognisie, metakognitiewe vaardighede, paarprogrammering, samewerkende leer, kenniskonstruksie, kennisproduktiwiteit, refleksie, selfgereguleerde leer, motivering, verbintenis, ens.)

1.4.3.2 Empiriese ondersoek

1.4.3.2.1 Kwantitatiewe navorsingsmetode

'n Herhaalde-metings-kontrolegroep eksperimentele ontwerp is gebruik vir die kwantitatiewe navorsing (Leedy & Ormrod, 2005:221). Op tydstip 1 is 'n voor-eksperimentele evaluering (toets 1) gedoen om te bepaal hoe die eksperimentele groep en kontrolegroep (wat beide reeds paarprogrammering gebruik) verskil ten opsigte van metakognisie en kennisproduktiwiteit. Sonder enige eksperimentele behandeling is daar ná drie maande op tydstip 2 weer 'n

evaluering (toets 2) op beide groepe gedoen om te bepaal of paarprogrammering as sodanig 'n effek op metakognisie en kennisproduktiwiteit gehad het, sodat vasgestel kan word of paarprogrammering as veranderlike gedurende die eksperimentele fase enige effek op die metakognisie en kennisproduktiwiteit van die deelnemers gehad het. Die eksperimentele behandeling het hierna vir 'n tydperk van drie maande plaasgevind en uiteindelik is op tydstip 3 'n na-eksperimentele evaluering (toets 3) op beide groepe gedoen. Die ontwerp kan diagrammaties voorgestel word soos in figuur 1.2, waarin T_x verwys na die eksperimentele behandeling en - daarop dui dat daar gedurende die tydperk geen eksperimentele behandeling plaasgevind het nie, maar dat hierdie groep slegs met die normale klasaktiwiteite voortgegaan het.

Groep	**Tyd →** **Tydstip 1**		**Tydstip 2**		**Tydstip 3**
Kontrolegroep	Toets 1	-	Toets 2	-	Toets 3
Eksperimentele groep	Toets 1	-	Toets 2	T_x	Toets 3

Figuur 1.2 Diagrammatiese voorstelling van eksperimentele ontwerp

In die onderhawige ondersoek behels toets 1, toets 2 en toets 3 dat die deelnemers in al drie gevalle twee vraelyste voltooi het met betrekking tot metakognisie en kennisproduktiwiteit onderskeidelik. Die eksperimentele behandeling het die doelbewuste aanwending van metakognitiewe strategieë voor, gedurende en na afloop van 'n programmeringstaak aan die hand van selfgerigte vrae, wat deur die navorser voorsien is, behels.

- **Studiepopulasie**

In hierdie ondersoek is daar gebruik gemaak van 'n doelgerigte steekproef. Die ondersoek is in 2009 uitgevoer by vyf sekondêre skole in Noordwes, waar Inligtingstegnologie as skoolvak aangebied word en paarprogrammering as onderrigstrategie reeds geïmplementeer is, sodat die onderwysers vaardig is daarin. Die skole is gekies op grond daarvan dat die betrokke onderwysers hulself bereid verklaar om aan die eksperiment deel te neem. Al die leerders in graad 11 by die vyf skole wat Inligtingstegnologie as vak het, het deel van die studiepopulasie uitgemaak. Aanvanklik is die deelnemers by drie van die skole as eksperimentele groep gebruik, terwyl die deelnemers by die ander twee skole as kontrolegroep gebruik is. Daar is ewekansig besluit oor watter drie skole as eksperimenteel beskou is. As gevolg van 'n drastiese verandering in die leerdergetalle by een van die skole wat deel van die kontrolegroep was, is een van die skole wat aanvanklik in die eksperimentele groep was op 'n ewekansige wyse gekies om deel van die kontrolegroep uit te maak. Hierdie verandering het daartoe gelei

dat die aantal leerders in die eksperimentele groep en die aantal leerders in die kontrolegroep ongeveer ewe veel was.

'n Moontlike probleem is die feit dat die leerders by die vyf skole deur verskillende onderwysers onderrig word, maar sorg is gedra dat die betrokke onderwysers deeglik opgelei is in die toepassing van paarprogrammering as onderrigstrategie en dat die onderwysers wat by die eksperimentele groep betrokke was, die hantering van die selfgerigte vrae gedurende programmeringstake op dieselfde wyse sou hanteer.

- **Vraelyste**

In toetse 1, 2 en 3 is die metakognitiewe bewustheid van die deelnemers gemeet met behulp van 'n vraelys wat gebaseer is op Schraw en Dennison (1994) se *Metacognitive Awareness Inventory*. Op dieselfde tydstippe is die deelnemers se kennisproduktiwiteit gemeet met behulp van 'n vraelys wat gebaseer is op die vraelys wat Tillema en Van der Westhuizen (2006) gebruik het om die kennisproduktiwiteit te meet van persone wat in spanne/groepe saamwerk. Beide vraelyste is aangepas om relevant te wees vir Inligtingstegnologieleerders in Suid-Afrikaanse sekondêre skole. Die twee vraelyste is in hierdie studie gebruik om data te versamel met die oog op statistiese ontleding en om spesifieke waarnemings en response te kwantifiseer, sodat die resultate van toetse 1, 2 en 3 vir die eksperimentele groep en die kontrolegroep vergelyk kon word. Om die kontamineringseffek te voorkom, is met toetse 1, 2 en 3 nie van presies dieselfde vraelyste gebruik gemaak nie, maar van soortgelyke vraelyste.

Die betroubaarheid van die vraelyste is bepaal deur die Cronbach alpha-waardes (Anastasi, 1988:124) te bereken. Die vraelyste van beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep is in hierdie berekening gebruik.

Die geldigheid van die vraelyste in hierdie ondersoek is op die onderstaande wyses verseker (Creswell, 2003:196,221; Leedy & Ormrod, 2005:92-100; Creswell & Plano Clark, 2007:133-135,244-246):

Inhoudsgeldigheid

Inhoudsgeldigheid is die mate waartoe die meetinstrument verteenwoordigend is van die inhoudsveld wat gemeet word. Om die inhoudsgeldigheid van die vraelyste wat in hierdie ondersoek gebruik is te verhoog, is kenners op die gebied van metakognisie en kennisproduktiwiteit gevra om dit te beoordeel.

Konstrukgeldigheid

Konstrukgeldigheid is die mate waartoe die meetinstrument 'n eienskap meet wat nie direk waargeneem kan word nie. Die konstrukgeldigheid van die vraelyste wat in hierdie ondersoek gebruik is, is met 'n bevestigende faktoranalise bepaal.

- **Data-analise**

Die statistiese data van die twee vraelyste is met die hulp van die Statistiese Konsultasiediens van die Noordwes-Universiteit (Potchefstroomkampus) geanaliseer deur gebruik te maak van SAS (SAS Institute Inc., 2007), SPSS (SPSS Inc., 2006) en STATISTICA (StatSoft Inc., 2006).

Toets 1: Hierdie aanvanklike evaluering is gedoen om te bepaal hoe die eksperimentele groep en kontrolegroep verskil betreffende metakognisie en kennisproduktiwiteit. Die onderstaande statistiese tegnieke en metodes is gebruik om die data te analiseer:

- 'n Bevestigende faktoranalise is gedoen ten einde die konstrukgeldigheid van die vraelyste te bepaal.
- 'n Onafhanklike t-toets om die verskille ten opsigte van die konstrukte van metakognisie en kennisproduktiwiteit tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal. Die p-waardes is bereken, maar is nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Daar is dus slegs van effekgroottes gebruik gemaak ten einde die praktiese betekenisvolheid van die verskille te bepaal (Cohen, 1988:20).
- Meerveranderlike statistiek (Wilks-lambda) om te kyk na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep in geheel.

Toets 2: Hierdie tweede evaluering is gedoen om te kyk na die effek van paarprogrammering op die metakognisie en kennisproduktiwiteit van die eksperimentele groep en die kontrolegroep afsonderlik, en ook op die groep as geheel. Voorts is ook bepaal hoe die eksperimentele groep en kontrolegroep op daardie stadium verskil het betreffende metakognisie en kennisproduktiwiteit. Die volgende statistiese tegnieke en metodes is gebruik om die data te analiseer:

- 'n Onafhanklike t-toets om die verskille tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal ten opsigte van die konstrukte van metakognisie en kennisproduktiwiteit. Die p-waardes is bereken, maar is nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Effekgroottes is bereken ten einde die praktiese betekenisvolheid van die verskille tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal (Cohen, 1988:20).

- Meerveranderlike statistiek (Wilks-lambda) is gebruik om te kyk na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep in geheel.

Toets 3: Hierdie na-eksperimentele evaluering is op die eksperimentele groep en die kontrolegroep afsonderlik, asook op die groep as geheel gedoen. Die volgende statistiese tegnieke en metodes is gebruik om die data te analiseer:

- 'n Onafhanklike t-toets om die verskille ten opsigte van die konstrukte van metakognisie en kennisproduktiwiteit tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal. Die p-waardes is bereken, maar is weereens nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Effekgroottes is bereken om die praktiese betekenisvolheid van die verskille tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal (Cohen, 1988:20).
- Meerveranderlike statistiek (Wilks-lambda) is gebruik om te kyk na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep in geheel.

Die resultate van die statistiese analise het die navorser in staat gestel om te bepaal of

- paarprogrammering 'n invloed gehad het op die deelnemers se metakognitiewe ontwikkeling en kennisproduktiwiteit;
- die gebruik van die selfgerigte vrae oor metakognisie bygedra het tot die ontwikkeling van die deelnemers se metakognitiewe vaardighede; en
- daar 'n verband is tussen metakognitiewe vaardigheid en kennisproduktiwiteit as leerders in pare programmeer.

1.4.3.2.2 Kwalitatiewe navorsingsmetode

'n Basiese of generiese kwalitatiewe ondersoek, wat daarop gerig was om fenomene of prosesse teen die werklike agtergrond (lewenswerklike omstandighede) beter te verstaan (Merriam, 1998:11), is gedoen. Die ondersoek is uitgevoer om die deelnemers se persepsies van hul metakognitiewe bewustheid en hul kennisproduktiwiteit te probeer verstaan op tydstip 1, weer voordat die eksperimentele behandeling plaasgevind het (op tydstip 2), sowel as na afloop van die eksperimentele behandeling (op tydstip 3). Verder was die kwalitatiewe ondersoek ook daarop gerig om aan die hand van die selfgerigte vrae gedurende die afhandeling van 'n paarprogrammeringstaak te bepaal wánneer en hóé die deelnemers metakognitiewe strategieë toepas. Die kwalitatiewe bevindings is gebruik om die kwantitatiewe resultate te verifieer en aan te vul.

- **Individuele onderhoude**

Die individuele onderhoude met die deelnemers aan die begin van die toetstydperk, voordat die eksperimentele behandeling plaasgevind het en na afloop daarvan het ten doel gehad om in al drie gevalle die deelnemers se metakognitiewe bewustheid en hul kennisproduktiwiteit te bepaal. Hierdie onderhoude was semi-gestruktureerd, met 'n paar vooraf bepaalde vrae wat aan almal gestel is, maar ook met die moontlikheid tot uitbreiding (Bloor & Wood, 2006:104; Nieuwenhuis, 2007b:87). Die doel hiervan was om die waarnemings van die kwantitatiewe ondersoek beter te verstaan en te kan verduidelik.

- **Individuele joernale**

Elke deelnemer in die eksperimentele groep het gedurende die tydperk van eksperimentele behandeling 'n joernaal bygehou waarin hy/sy voor, gedurende en na afloop van elke programmeringstaak, die selfgerigte metakognitiewe vrae, soos deur die navorser voorsien, beantwoord het. Beantwoording van dié vrae met die uitvoering van elke programmeringstaak was daarop gerig om leerders se metakognitiewe vaardighede te ontwikkel. Hierdie selfgerigte vrae het gedien as basis van die riglyne wat vir onderwysers gestel sal word om leerders se metakognitiewe vaardighede te ontwikkel tydens paarprogrammering. Die deelnemers het ook na die voltooiing van elkeen van hierdie take beskryf hoe die selfgerigte vrae hul denke gedurende elk van die fases van die taak gerig het en hul gehelp het om die taak uit te voer.

- **Studiepopulasie**

Die individuele onderhoude is gevoer by elk van die vyf skole wat betrokke was by die kwantitatiewe ondersoek deur by elke skool 20% van die graad 11 IT-leerders in oorleg met die onderwyser op so 'n wyse te identifiseer dat die groep heterogeen saamgestel was wat betref hul prestasie in programmering in graad 10. Dieselfde leerders per skool is vir beide die onderhoude aan die begin van die toetstydperk, vóór die eksperimentele behandeling en ná die eksperimentele behandeling gebruik.

- **Data-analise**

Individuele onderhoude

Ná transkripsie van die onderhoude wat met die deelnemers gevoer is, is die data-analise met behulp van die rekenaarprogram *Atlas.ti* gedoen. Die navorser het die onderstaande stappe uitgevoer (Leedy & Ormrod, 2005:140; Shank, 2006:133; Creswell & Plano Clark, 2007:204-206):

- Op grond van die literatuurstudie is 'n aantal *a priori* kodes geskep (sien 4.3.4.2).
- Die relevante inligting by elke onderhoud is in 'n aantal segmente (frases of sinne) opgedeel.
- Elke segment is dan aan die toepaslike kode gekoppel.
- Die kodes is in kodefamilies gegroepeer, waarna tabelle opgestel is wat die segmente wat aan die kodes gekoppel is per deelnemer per onderhoud reflekteer.
- Na aanleiding van die verskillende tabelle het die navorser toe 'n algemene beskrywing van die deelnemers se antwoorde op die vrae ontwikkel.

Die resultate is met die resultate van die vraelyste rakende die metakognitiewe bewustheid en die kennisproduktiwiteit van die deelnemers aan die begin van die toetstydperk, vóór die eksperimentele behandeling en ná die eksperimentele behandeling vergelyk met die doel om waarnemings wat uit die vraelyste gemaak is beter te verstaan en/of te probeer verklaar.

Individuele joernale

'n Inhoudsanalise van die joernale van alle deelnemers in die eksperimentele groep het ook met behulp van *Atlas.ti* plaasgevind, waartydens kodering van data, identifisering van temas of kategorieë en strukturering van data gedoen is. Die navorser het daarna 'n algemene beskrywing ontwikkel van die patrone wat uit die deelnemers se joernale waargeneem is (Creswell & Plano Clark, 2007:131-132; Nieuwenhuis, 2007a:101,105-112).

1.4.4 Geldigheid van navorsingsmetodologie

Die geldigheid van 'n ondersoek kan op die volgende wyses verseker word (Creswell, 2003:196,221; Leedy & Ormrod, 2005:97-100; Creswell & Plano Clark, 2007:133-135,244-246):

Interne geldigheid

Interne geldigheid is die mate waartoe die ontwerp en die data wat verkry is die navorser in staat te stel om akkurate gevolgtrekkings te maak. In hierdie studie is die onderstaande voorsorgmaatreëls getref:

- Die eerste voltooiing van die vraelyste deur die deelnemers (toets 1) en die ooreenstemmende onderhoude het binne dieselfde week gedurende Februarie 2009 by al die betrokke skole geskied. Sodoende is verseker dat alle betrokke deelnemers dieselfde geleentheid (ten opsigte van tyd) gehad het om paarprogrammeringsvaardighede te ontwikkel. Toets 2 en die ooreenstemmende onderhoude het binne dieselfde week gedurende Mei 2009 by al die betrokke skole geskied. Toets 3 is gedurende September 2009 by al die betrokke skole voltooi. Hierdeur is verseker dat alle deelnemers van die

eksperimentele groep vir ekwivalente tydperke aan die eksperiment deelgeneem het, terwyl die deelnemers van die kontrolegroep vir 'n ekwivalente tyd nie aan die eksperimentele behandeling blootgestel was nie.

- By al drie geleenthede (toets 1, toets 2 en toets 3) het die deelnemers van al die skole 'n soortgelyke programmeringsprobleem in pare opgelos voordat die vraelyste voltooi en die onderhoude gevoer is, om te verseker dat die moeilikheidsgraad van die probleme vir al die groepe met elke data-insamelingsgeleentheid ooreenstem.
- Triangulasie van kwantitatiewe en kwalitatiewe data is gedoen (Creswell, 2005:511).

Eksterne geldigheid

Eksterne geldigheid is die mate waartoe die gevolgtrekkings wat gemaak word na ander kontekste veralgemeen kan word. In hierdie studie is die eksterne geldigheid verhoog deurdat die ondersoek in 'n werklike klaskamerkonteks plaasgevind het, sonder enige kunsmatige situasies.

1.5 HOOFSTUKINDELING

Die indeling van hoofstukke vir hierdie studie sien soos volg daaruit:

- Hoofstuk 1 : Oriëntering
  Hierdie hoofstuk bestaan uit die probleemstelling, 'n kort oorsig van die relevante literatuur, die navorsingsdoelwitte, die navorsingsparadigma, -ontwerp en -metodologie, asook 'n vooruitskouing van die hoofstukke waaruit die proefskrif sal bestaan. Daar word ook aandag gegee aan etiese aangeleenthede en die bydrae van die studie.

- Hoofstuk 2 : Paarprogrammering en kennisproduktiwiteit
  Hierdie hoofstuk behels 'n literatuurstudie rakende paarprogrammering as onderrigleerstrategie en kennisproduktiwiteit in leer.

- Hoofstuk 3 : Die rol van metakognisie in paarprogrammering
  Hierdie hoofstuk behels 'n literatuurstudie rakende die rol van metakognisie in paarprogrammering. Hieruit voortvloeiend word 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie voorgestel vir die ontwikkeling van leerders se metakognitiewe vaardighede tydens paarprogrammering.

- Hoofstuk 4: Navorsingsontwerp en -metodologie
  Hierdie hoofstuk word gewy aan die navorsingsontwerp en -metodologie wat die empiriese studie gerig het.

- Hoofstuk 5: Data-analise en resultate
  In hierdie hoofstuk word die resultate van die empiriese ondersoek gerapporteer.

- Hoofstuk 6: Gevolgtrekkings en aanbevelings
  In hierdie hoofstuk word gevolgtrekkings wat uit die studie gemaak is bespreek en aanbevelings aan die hand gedoen.

1.6 ETIESE AANGELEENTHEDE

Toestemming vir die uitvoer van die studie in skole is van die Noordwes Onderwysdepartement gevra. Geen leerder is verplig om aan die navorsing deel te neem nie en leerders is vrywillig betrek by die voltooiing van die vraelyste, die onderhoude en die byhou van die joernale. Verder is die anonimiteit van die leerders en skole met betrekking tot die insameling van data, sowel as die bekendmaking van die resultate, verseker. Die studie is deur die etiese komitee van die Noordwes-Universiteit (Potchefstroomkampus) goedgekeur.

1.7 BYDRAE VAN HIERDIE STUDIE

- Die ontwikkeling van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie wat praktiserende IT-onderwysers kan gebruik om leerders se metakognitiewe vaardighede tydens die aanleer van programmeringsvaardighede in pare te ontwikkel ten einde die kennisproduktiwiteit in leer van die leerders te verhoog.

- Leerders kan ook die metakognitiewe vaardighede wat in hierdie vak ontwikkel word in ander vakgebiede toepas ten einde meer effektief te leer.

- Die impak van hierdie studie is nie noodwendig beperk tot die skoolomgewing nie, maar sou ook na die praktyk deurgetrek kan word. Die doelbewuste ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede en nuwe oriëntering van leerders om met ander leerders saam te werk wanneer 'n rekenaarprogram ontwikkel word, lei tot die ontwikkeling van belangrike lewensvaardighede by leerders wat ook in die praktyk 'n verandering ten opsigte van kennisproduktiwiteit teweeg kan bring.

- Hierdie studie kan aanleiding gee tot verdere navorsing rakende ander faktore wat 'n invloed op kennisproduktiwiteit in leer het.

- Hierdie navorsing dra ook by tot die navorsingsprojek in die fokusarea wat bydra tot die verbetering van effektiewe onderrig-leer (subprogram 2, projek 5) waar 'n model vir die effektiewe toepassing van groepwerk in Rekenaarwetenskap-onderwys in vooruitsig gestel word.

HOOFSTUK 2
PAARPROGRAMMERING EN KENNISPRODUKTIWITEIT

2.1 INLEIDING

Rekenaarprogrammering behels die aktiewe ontwerp en skryf van 'n algoritme en die kodering daarvan in 'n bepaalde rekenaartaal met die doel om 'n spesifieke probleem met behulp van die rekenaar op te los (Horstmann, 2002:2). Die ontwerp en ontwikkeling van sodanige rekenaarprogramme word as die moeilike komponent van Rekenaarwetenskap beskou, aangesien hoë eise gestel word aan die programmeerder se kritiese denke, kreatiewe denkvermoëns en probleemoplossingsvaardighede. Gevolglik het die wyse waarop die onderrigleer van programmeringsvaardighede benader word al hoe meer aandag van opvoedkundiges en navorsers begin kry.

Tans is paarprogrammering as onderrigleerstrategie in die brandpunt van navorsing rakende die onderrigleer van programmeringsvaardighede, veral op tersiêre vlak. Navorsing wat oor die afgelope dekade by verskillende universiteite gedoen is, het getoon dat paarprogrammering verskeie voordele vir beide die studente en doserende personeel in rekenaarverwante kursusse inhou (Katira *et al.*, 2004:7). Die bewese sukses van paarprogrammering as onderrigleerstrategie op tersiêre vlak noodsaak die uitbreiding van die navorsing na leerders op sekondêre skoolvlak wat by rekenaarprogrammering betrokke is.

In die eerste gedeelte van hierdie hoofstuk word *paarprogrammering* as programmeringstegniek beskryf, met besondere aandag aan die samewerking wat tussen die lede van die paar moet plaasvind om paarprogrammering sinvol te maak. Die ontstaan en implementering van paarprogrammering, asook die wyse waarop dit gelei het tot die aanwending van paarprogrammering as 'n onderrigleerstrategie om voornemende programmeerders vir die professionele situasie voor te berei, word in oënskou geneem. Daarna word besin oor paarprogrammering as vorm van samewerkende leer, die rol van elke lid van die programmeringspaar in die uitvoering van 'n programmeringsaktiwiteit en oor enkele aspekte wat daartoe kan bydra om die effektiwiteit van paarprogrammering te verseker. Die belangrikheid van leer wat tydens paarprogrammering plaasvind word voorts uitgelig. Daarna word die positiewe aspekte en potensiële probleme van paarprogrammering, soos blyk uit die

literatuur, bespreek en enkele inleidende opmerkings word gemaak oor die toepassing van paarprogrammering in skole.

Die tweede gedeelte van die hoofstuk hou verband met *kennisproduktiwiteit* soos wat dit in die professionele omgewing beskou word en die toepassing daarvan in die opvoedkundige omgewing. Die begrip kennisproduktiwiteit en die noodsaaklikheid daarvan word omskryf en aan die hand van 'n raamwerk verduidelik. Daarna word die rol van leer in kennisproduktiwiteit en die gepaardgaande kenniskonstruksie uitgelig, gevolg deur 'n bespreking van leerfunksies wat tot kennisproduktiwiteit lei. Aangesien kennisproduktiwiteit verband hou met samewerking in groepe en/of spanne, word die beginsels van groepwerk om kennisproduktiwiteit te verbeter, uitgelig. Daarna word aandag gegee aan die meting/evaluering van kennisproduktiwiteit en kennisproduktiewe leer.

2.2 BEGRIPSVERKLARING

2.2.1 Paarprogrammering

Paarprogrammering beskryf 'n programmeringstegniek waar al die programmering van 'n programmeringstaak deur twee programmeerders wat by 'n enkele rekenaar saamwerk, gedoen word (Berenson *et al.*, 2004:2; Chong *et al.*, 2005:44). Die twee programmeerders sit langs mekaar by 'n rekenaar en werk deurentyd saam aan die ontwerp, algoritme, programkode of toetsing van 'n probleem of projek (Williams & Kessler, 2000:109; Williams & Upchurch, 2001a:1; Williams *et al.*, 2002a:197; Chaparro *et al.*, 2005:7; Preston, 2006b:16). DeClue (2003:50) se omskrywing van paarprogrammering lig die kernaspek uit, naamlik dat dit 'n proses is waarin twee individue op dieselfde tyd by dieselfde rekenaar aan dieselfde kodering van 'n program werk.

Paarprogrammering is, volgens Hedin *et al.* (2006), 'n multi-aktiwiteit wat nie net behels dat een persoon sit en kyk terwyl 'n ander die programkode skryf nie. Tydens die uitvoering van die programmeringsaktiwiteit vind daar voortdurende hersiening en beoordeling van die programkode, deurlopende bespreking van die ontwerp, gesamentlike toetsing en ontfouting van die programkode en voortdurende refleksie oor die proses plaas (Hedin *et al.*, 2006). Die spesifieke rol wat elkeen van die lede van die programmeringspaar tydens die programmeringsproses te speel het, word volledig in 2.3.6 bespreek.

As gevolg van globalisasie en ekonomiese druk het die praktyk van *verspreide paarprogrammering* ontstaan (Baheti *et al.*, 2002a:209; Ho *et al.*, 2004a:73). Verspreide paarprogrammering behels dat die twee programmeerders in 'n paar nie fisies voor dieselfde rekenaar kan sit nie, maar dat hulle op verskillende plekke is, selfs op verskillende kontinente (Baheti *et al.*, 2002a:208; Flor, 2006:57). Navorsing in beide die industrie en onderrig het ook reeds voordele vir verspreide paarprogrammering getoon (Baheti *et al.*, 2002a:218). Hierdie studie het egter alleenlik op paarprogrammering waar die twee persone fisies bymekaar is, gefokus.

2.2.2 Kennisproduktiwiteit

Kennisproduktiwiteit in die korporatiewe milieu het te make met die samewerking van 'n groep individue in 'n organisasie om inligting te versamel, nuwe kennis te genereer en hierdie kennis toe te pas ter verbetering en innovering van die organisasie se prosesse, produkte en dienste (Kessels, 2001:498). Kennisproduktiwiteit fokus op verbetering en innovering tot voordeel van die organisasie (Vaicaityte, 2006:7). Die bestaande kennis, vermoëns en talente van die individue verbonde aan die organisasie word benut om ter wille van die groei en strategiese aanpasbaarheid van die organisasie nuwe kennis te genereer en te dissemineer (Kessels, 1995:179).

Die kernelement van kennisproduktiwiteit is die leerprosesse wat die basis van hierdie soek na relevante inligting, die ontwikkeling van nuwe bevoegdhede en die toepassing van hierdie nuwe bevoegdhede uitmaak (Verdonschot & Keursten, 2006:1). Kennisproduktiwiteit het as uitkoms die generering van konseptuele artefakte (verstandsprodukte) en word konseptueel geassosieer met die motivering om te leer (selfregulering), die gebruik van verskillende perspektiewe (refleksie-op-aksie) en 'n manier om kennis te deel in die aanloop tot konstruksie van nuwe kennis en begrip (konseptuele verandering) (Tillema, 2005:81). Tillema (2006:186) verwys ook na kennisproduktiwiteit as "konseptuele vrugbaarheid".

2.3 PAARPROGRAMMERING AS PROGRAMMERINGSTEGNIEK

2.3.1 Samewerking tydens paarprogrammering

Paarprogrammering is 'n paradigma wat op samewerking tussen die twee lede van die programmeerpaar fokus (McDowell *et al.*, 2002:38). Tydens die programmeringproses werk die

twee programmeerders saam om een produk te lewer, hetsy 'n ontwerp, algoritme, programkode en/of toets (Palmieri, 2002:14; Nicolescu & Plummer, 2003:200). Die twee programmeerders is soos 'n enkele, intelligente organisme wat met een verstand werk, gesamentlik verantwoordelik vir elke aspek van die produk (Williams *et al.*, 2000:20). Elke lid van die paar bring unieke kennis en insig na die probleem toe en hulle leer ook van mekaar (McDowell *et al.*, 2002:38; Simon & Hanks, 2007:76). Die lede van die paar deel hulle idees met mekaar en kry oplossings vir probleme wat hulle moontlik nie sou gekry het as hulle alleen gewerk het nie (Palmieri, 2002:16; Müller, 2005:166). Paarprogrammering skep die geleentheid tot interaksie met eweknieë en skep daardeur beide 'n groter mate van gemeenskaplikheid en 'n ondersteunende omgewing (Williams *et al.*, 2008:446).

Paarprogrammering beteken nie dat die programmeringstaak in die helfte gedeel word en elke programmeerder een stuk doen nie (Atli, 2006:1). Paarprogrammering moet dus onderskei word van 'n tweepersoon-projek, wat behels dat die twee individue die programmeringstake tussen hulle verdeel, elkeen afsonderlik verantwoordelik is vir 'n gedeelte van die kode wat elkeen op sy/haar eie tyd en by sy/haar eie werkstasie doen, en die verskillende persone se werk uiteindelik geïntegreer word om 'n voltooide produk te lewer (McDowell *et al.*, 2003a:60). Volgens die paradigma van paarprogrammering werk die twee lede van die paar deurlopend sy aan sy by een rekenaar saam aan dieselfde taak om 'n enkele oplossing te kry (Bishop-Clark *et al.*, 2006:214) en word die programkode gesamentlik ontwikkel (McDowell *et al.*, 2003a:60). Elke stuk van die taak word deur die twee programmeerders van die programmeringspaar tesame gedoen (Atli, 2006:1).

Die take van die twee programmeerders tydens die uitvoering van 'n paarprogrammeringstaak word wel in twee kategorieë verdeel en word onderskeidelik deur elk van die twee lede van die paar verrig. DeClue (2003:50) verwys na die rolle wat die twee programmeerders in die uitvoering van dié twee kategorieë take vervul as dié van 'n "drywer" en 'n "waarnemer". Die meerderheid ander studies oor paarprogrammering, met inbegrip van dié van Berenson *et al.* (2004:2), gebruik die benaminge "drywer" en "navigator", omdat die rol van die "navigator" meer as net "waarneming" behels. Die drywer is die persoon wat aktief besig is om op die rekenaar te tik of 'n ontwerp te kodeer (Nicolescu & Plummer, 2003:200), terwyl die navigator die werk van die drywer met aandag dophou, probleme identifiseer, vrae vra om onduidelikhede uit te klaar en voorstelle maak ter verbetering van die programontwerp en/of -kode (Berenson *et al.*, 2004:2; Hanks *et al.*, 2004:176). Die navigator se verantwoordelikheid is om rigting te gee aan die oplossingsproses deur strategieë voor te stel om die probleem op te los, alternatiewe te bedink en toepaslike naslaanbronne te bekom en te beheer (Williams & Kessler, 2003:17; Bipp *et al.*, 2008:231). Die drywer en die navigator is gedurig besig om te kommunikeer, mekaar vrae te vra, mekaar se vrae te beantwoord en saam te besin oor die beste moontlike oplossing

vir die probleem (Nicolescu & Plummer, 2003:200; Begel & Nagappan, 2008:120). Die take wat die drywer en navigator onderskeidelik verrig, word in 2.3.6 verder uiteengesit.

Aktiewe betrokkenheid van beide lede van die paar is noodsaaklik om samewerking tydens paarprogrammering betekenisvol te maak. In organisasies wat kies om die praktyk van paarprogrammering toe te pas, moet sorg gedra word dat alle produksie van programkode in die paar gedoen word (Langr, 2005). Een lid van die paar wat alleen werk, moet die hoogste uitsondering wees en dit moet as 'n hoërisiko-aktiwiteit beskou word. Beide lede van die paar moet aktief betrokke wees – die een moenie werk en die ander sit en kyk nie (Langr, 2005).

Chong *et al.* (2005:44) beskou rekenaarprogrammering as 'n reeks van besluite wat programmeerders oor programontwerp neem, wat dan na programkode vertaal moet word. Uit die literatuur identifiseer Chong *et al.* (2005:44) 'n aantal invloede wat die samewerking tussen die lede van 'n programmeringspaar op hul besluitneming en gevolglik ook op hul program het:

- Die twee individue beskik oor oorvleuelende, maar nie identiese nie, stelle inligting en hierdie gedeelde poel inligting lei tot beter besluitneming.
- Elke lid van die paar leer sommige van die tegniese vaardighede en metodes van die persoon met wie hulle saamwerk.
- Samewerking vereis dat die twee lede van die paar albei die probleem sal verstaan en oor 'n gemeenskaplike oriëntasie sal beskik.
- Die lede van die paar het gedeelde doelwitte, planne, besluite en aksies wat hul selfvertroue verhoog en foute in die ontwerpidees vroeër in die proses uitskakel.

Paarprogrammering werk goed omdat twee mense saam beter besluite neem ten opsigte van programontwerp as een alleen (Chong *et al.*, 2005:44). Die samewerking wat plaasvind lei daartoe dat die proses van probleemoplossing verbeter word (Nosek, 1998:107). Die oplossings wat die paarprogrammeerders vir probleme het, behoort beter te wees as die oplossings van die individue, omdat die gekombineerde kreatiwiteit en ervaring van die paar groter is as dié van die individue afsonderlik (Bipp *et al.*, 2008:232).

2.3.2 Ontstaan en implementering van paarprogrammering

Samewerkende programmering is nie ongewoon in die kommersiële wêreld nie (Bryant *et al.*, 2005:332). Die idee van samewerkende programmering het ontstaan met die ontwikkeling van Agile Software Development, 'n relatief nuwe benadering in die ontwikkeling van rekenaarsagteware (Atli, 2006:1). Tradisioneel is die benadering tot die ontwikkeling van sagteware gebaseer op die plan-gedrewe ('plan-driven') model. Die plan-gedrewe model het as

vertrekpunt die aanname dat 'n groot hoeveelheid inligting oor die verlangde produk ingesamel kan word voordat met die werklike ontwikkeling van die sagteware begin word (Berenson *et al.*, 2004:3). Die inligting wat vooraf verkry word, lei dan tot die ontstaan van 'n vaste werkprogram wat die verloop van die projek en die gepaardgaande ontwikkeling van die sagteware rig. Gedurende die ontwikkeling van die sagteware word daar geensins van die werkprogram afgewyk nie (Atli, 2006:2). Die plan-gedrewe benadering het as oorheersende filosofie die beskouing dat die koste verbonde aan die ontwikkeling van die produk geminimaliseer word deur vooraf 'n gedetailleerde werkprogram en ontwerpdokumente in plek te stel (Berenson *et al.*, 2004:3). Teen die agtergrond van die plan-gedrewe model word die interaksie tussen 'n groep mense wat aan dieselfde projek werk, deur dokumentasie, eerder as deur persoonlike kontak, gerig. Die stereotiepe werksomstandighede van die programmeerders wat teen die agtergrond van 'n plan-gedrewe model werk, is dié van alleen werk in 'n afskorting of kantoor, gewoonlik met oorfone om na musiek te luister (Berenson *et al.*, 2004:4).

Die ontwikkeling van 'agile' metodologieë om sagteware te ontwikkel, was daarop gerig om die probleme van tradisionele sagteware-ontwikkeling die hoof te bied. In teenstelling met die plan-gedrewe model wat deur 'n vaste werkprogram gerig word, word die 'agile' modelle gebaseer op verandering en aanpassing gedurende die ontwikkelingsproses, met ander woorde die behoeftes, vereistes of omgewing kan verander terwyl die ontwikkeling van die sagteware plaasvind, en dan word daar toepaslike aanpassings aan die sagteware gemaak (Sherrell & Robertson, 2006:145). Hierdie metodologieë struktureer die ontwikkeling van die programkode in kleiner siklusse sodat vroegtydige en vinnige produksie van rekenaarkode kan plaasvind en op deurlopende interaksie tussen die ontwikkelaars en gebruikers fokus (Sadasivan, 2005). 'Agile' programmeerders glo dat veranderende eise eie is aan die aard van sagteware-ontwikkeling en dat die ontwikkelingsproses dus in staat moet wees om sonder groot probleme by veranderinge in die ontwikkelingsiklus aan te pas (Atli, 2006:2). Ontwikkelaars van sagteware wat aan die 'agile' modelle werk, bestee nie baie tyd aan voorafbeplanning en die insameling van inligting rakende vereistes van 'n projek nie, maar bestee eerder hulle tyd gedurende die totale verloop van die projek aan beplanning en insameling van inligting vir deurlopende klein veranderings daaraan (Berenson *et al.*, 2004:3). Die filosofiese benadering wat in 'agile' metodologieë beklemtoon word, is dié van samewerking, wat behels dat lede van dieselfde projekspan naby aan mekaar sit, aan alle take saamwerk en direk met mekaar praat oor die beste oplossings en strategieë met betrekking tot die programmering waarmee hulle besig is (Cockburn, 2002:178; Slaten *et al.*, 2005).

Paarprogrammering, as vorm van samewerkende programmering, het ontstaan met die ontwikkeling van die sagteware-ontwikkelingsmetodologie Extreme Programming (XP), wat 'n voorbeeld is van 'n 'agile' metodologie van sagteware-ontwikkeling (Atli, 2006:2) en tans die

gewildste van hierdie metodologieë is (Gehringer, 2003:187; Sadasivan, 2005). In Extreme Programming (XP) word daar van 'n kombinasie van beste praktyke gebruik gemaak vir vinnige ontwikkeling van sagteware (Cusumano, 2007:15; Dick & Zarnett, 2007:82). Een van hierdie beste praktyke is paarprogrammering, waarin twee programmeerders by dieselfde rekenaar saamwerk aan die ontwikkeling van die programontwerp, -algoritme, -kode en -toetsing (McDowell *et al.*, 2003b:602; Sadasivan, 2005). Paarprogrammering is 'n baie belangrike deel van XP (Williams *et al.*, 2000:20; Ally *et al.*, 2005) en die sukses wat met XP behaal is, word hoofsaaklik toegeskryf aan hierdie paarprogrammeringsaspek daarvan. Die implementering en groei van XP as ontwikkelings-metodologie het tot gevolg dat al hoe meer aandag aan samewerkende programmering gegee word (Sadasivan, 2005).

Paarprogrammering in XP vereis dat spanne van twee programmeerders gelyktydig aan dieselfde ontwerp, algoritme, kode of toets saamwerk (McDowell *et al.*, 2003a:60; McDowell *et al.*, 2006:90). Om in pare te analiseer en te ontwerp is krities belangrik vir die sukses van 'n projek (Williams *et al.*, 2000:20). Pare oorweeg meer moontlike oplossings vir 'n probleem en kom gouer tot 'n besluit oor watter oplossing om te implementeer. Programmeerders beskou analise en ontwerp in pare meer krities as dat die werklike implementering van 'n oplossing in pare moet plaasvind (Williams *et al.*, 2000:20). Tog is Williams en Kessler (2000:110) van mening dat die feit dat daar deurlopend 'n hersiening van die programkode plaasvind deurdat die een programmeerder die koderings- en implementeringsfoute wat die ander een maak, raaksien en hierdie defekte dadelik reggestel kan word, een van die sleutelelemente van paarprogrammering is wat dit in die industrie 'n baie gewilde praktyk gemaak het. Ontfouting van programme kan baie tydrowend en koste-oneffektief wees as dit eers later in 'n projek reggestel moet word (Cusumano, 2007:17).

Williams *et al.* (2000:23) som die moontlike redes waarom paarprogrammering in die industrie baie waardevol is, soos volg op:

- Hoe langer daar foute in 'n produk is, hoe duurder word dit om dit reg te stel. Die werk wat oorgedoen moet word om die gehaltevlak van individuele programmeerders tot op dié van samewerkende programmeerders te bring, kan baie tydrowend en duur wees.
- Ontwerpe wat onduidelik is, word moeiliker om later te verander, met gevolglike langtermynkoste as gevolg van die swak gehalte.
- 'n Voordeel van paarprogrammering is die hoë mate van kruisopleiding van personeel, wat die langtermynkoste van personeelontwikkeling verminder.

Cockburn en Williams (2003:167-168) noem twee verdere aspekte van paarprogrammering wat die ontwikkeling van sagteware en die effektiwiteit van 'n organisasie raak, naamlik

ontwerpgehalte en personeel- en projekbestuur. Beide hierdie aspekte speel 'n direkte rol in die kennisproduktiwiteit van die organisasie.

- *Ontwerpgehalte*
  In ooreenstemming met die studie van Williams *et al.* (2000) bevind Cockburn en Williams (2003:167-168) dat die programmeerders met wie hulle onderhoude gevoer het, aangedui het dat hulle in pare korter programme met beter ontwerpe kon voortbring as wat die geval was met hulle eweknieë wat alleen geprogrammeer het.

- *Personeel- en projekbestuur*
  Aangesien meer as een persoon met die programkode bekend is, is die kanse kleiner dat 'n projek sal skade ly as 'n programmeerder die organisasie verlaat (Cockburn & Williams, 2003:168). Deur die loop van 'n projek verbeter beide die programmerings- en ontwerpsvaardighede van die betrokke persone. Die projek, sowel as die maatskappy, baat by die verhoogde mate van leer (Cockburn & Williams, 2003:173).

Dit is egter nie almal wat opgewonde is oor die gebruik van paarprogrammering in die praktyk nie. Die meeste programmeerders is gewoond daaraan om alleen te werk en is dikwels gekant teen die idee van paarprogrammering (Williams & Kessler, 2000:109), veral omdat dit van hulle vereis om sekere van hulle gewoontes te verander (Ally *et al.*, 2005). Hulle is gewoonlik bekommerd oor hoeveel addisionele kommunikasie nodig sal wees, hoe hulle by iemand anders se werkgewoontes, programmeringstyl en ego sal aanpas, asook oor of hulle sal saamstem oor aspekte van die implementering (Williams *et al.*, 2000:22). Cockburn en Williams (2003:166) en Langr (2005) identifiseer 'n aantal argumente uit die industrie wat nie ten gunste van paarprogrammering is nie en wat van weerstand teen die gebruik van paarprogrammering getuig:

- Programmering is tradisioneel onderrig en gepraktiseer as 'n aktiwiteit waarin die individu alleen werk (Cockburn & Williams, 2003:166).
- Bestuurders beskou paarprogrammering as 'n vermorsing van mannekrag omdat twee programmeerders aan een stuk kode werk en die ontwikkelingstyd en/of -koste dus verhoog word (Cockburn & Williams, 2003:166; Langr, 2005). Müller (2005:178) bevind egter dat die koste vir paarprogrammering dieselfde is as vir solo-programmering as die gehalte van die programme dieselfde moet wees, omdat 'n solo-programmeerder se werk altyd deur iemand anders nagegaan moet word.
- Ervare programmeerders is dikwels onwillig om met ander saam te werk, omdat hulle nie daarvan hou nie, of omdat hulle dink samewerking met 'n ander programmeerder kan dalk hul werktempo verlaag (McDowell *et al.*, 2002:39; Cockburn & Williams, 2003:166).

- Sommige programmeerders is van mening dat paarprogrammering net by geleentheid gebruik moet word (Langr, 2005).
- Daar bestaan by programmeerders 'n vrees dat persoonlike swakhede blootgelê sal word as hulle met iemand anders moet saamwerk (Langr, 2005).
- Programmeerders is bekommerd oor persoonlikheidskwessies, bv. introversie (Langr, 2005).

Daarteenoor het ander studies egter bevind dat die feit dat twee programmeerders aan dieselfde taak werk nié die ontwikkelingstyd en/of -koste verhoog nie, maar dat die voordele van paarprogrammering die moontlike nadele daarvan oorskadu (Dick & Zarnett, 2007:82). Dick en Zarnett (2007:83) skryf, uit hul eie ervaring, dat hulle die meriete van paarprogrammering ervaar het in projekte waarin hulle betrokke was, saam met mekaar, maar ook saam met ander programmeerders. Hulle het paarprogrammering suksesvol toegepas, selfs voordat hulle van XP geweet het. Omdat hulle self die voordele van paarprogrammering, byvoorbeeld beter programontwerpe, minder foute en 'n aangenamer werkomgewing, self ervaar het, kon hulle paarprogrammering maklik as een van die praktyke van XP aanvaar.

In aansluiting by die siening van Dick en Zarnett (2007:83) opper Cockburn en Williams (2003:166), ook vanuit hul eie ervaring en op grond van vorige navorsing, 'n aantal redenasies ten gunste van paarprogrammering:

- Heelparty hoogaangeskrewe programmeerders spreek hulle ten gunste van paarprogrammering uit.
- Ervare programmeerders is van mening dat programmering in pare beslis vinniger geskied as wanneer een persoon alleen werk.
- Uit vorige kwalitatiewe ondersoeke blyk dit dat paarprogrammering beter programontwerp en eenvoudiger programkode, wat makliker uitgebrei kan word, tot gevolg het.
- Uit onderhoude blyk dit dat selfs beginnerprogrammeerders 'n bydrae kan lewer as met 'n ervare programmeerder saamgewerk word.

Paarprogrammering is een van die meer omstrede praktyke van 'agile' sagteware-ontwikkeling wat oor die afgelope tyd baie aandag getrek en sodoende die fokus van menige studies geword het, in beide die professionele en die opvoedkundige kontekste (Ally *et al.*, 2005). Navorsing rakende paarprogrammering in die professionele konteks is oor die algemeen positief oor die implementering en voordele daarvan, maar maatskappye huldig dikwels die mening dat, alhoewel gegradueerdes in Rekenaarwetenskap meestal tegnies goed voorberei is, dit hulle ontbreek aan die vaardighede om in 'n groep met ander individue saam te werk (Waite *et al.*, 2004:12). Aangesien die kennisproduktiwiteit van organisasies of maatskappye afhanklik is van individue se vermoë om in groepe saam te werk, het dit al hoe belangriker geword om hierdie

vaardighede by programmeerders te ontwikkel. Die geïdentifiseerde gebrek aan groepvaardighede, saam met die sukses van paarprogrammering in die industrie, het sommige opvoeders laat besluit om paarprogrammering in voorgraadse kursusse in sagteware-ontwikkeling te begin implementeer (Williams & Upchurch, 2001a).

2.3.3 Paarprogrammering as onderrigleerstrategie

Soos vroeër vermeld, is daar in die praktyk die behoefte dat afstuderende studente wat as programmeerders opgelei is, goed toegerus moet wees met die vaardighede wat in die professionele omgewing van hulle verwag word. Daarom is dit noodsaaklik om van opleidings- en onderrigleerstrategieë gebruik te maak wat die behoefte van die praktyk in ag sal neem (Melnik & Maurer, 2003; Sadasivan, 2005). In die akademiese omgewing werk programmeerders meestal alleen, maar dit is nie in ooreenstemming met wat in die professionele omgewing van hulle verwag word nie (Nagappan *et al.*, 2003:359). Die konvensionele opleiding en onderrig van studente in voorgraadse programmeringsklasse berei hulle nie voor vir situasies waar hul met ander moet saamwerk of vir sagteware-ontwikkelingspraktyke nie (Bevan *et al.*, 2002:100). Die kwessie van voorbereiding van studente in rekenaarprogrammering vir latere samewerking met ander individue in 'n groep kan, volgens Bevan *et al.* (2002:100), die hoof gebied word deur paarprogrammering deel van die klasstruktuur te maak. Suksesvolle integrering van paarprogrammering in 'n klasstruktuur vereis aktiewe deelname van die studente, sowel as die dosent (Howard, 2006:90).

Die tradisionele benadering tot rekenaarprogrammering is tipies dat elke programmeerder alleen verantwoordelik is vir die ontwikkeling en toets van sy programkode (Ally *et al.*, 2005; Slaten *et al.*, 2005). Die klem word geplaas op individuele pogings en samewerking tussen studente word ontmoedig en is dikwels verbode (Howard, 2006:89). Studente in opleiding programmeer dus meestal alleen (Williams *et al.*, 2002a:198). Oor die algemeen word geglo dat studente programme op hul eie moet skryf sodat hulle kan leer om te programmeer, en dat as studente toegelaat word om saam te werk een student moontlik al die werk kan doen en leer, terwyl die ander een nie werk of leer nie (McDowell *et al.*, 2003a:60). In sommige klasse word studente wel by samewerking in 'n groepprojekte betrek, maar dit is dikwels beperk tot die ontwerp en spesifikasies van die program. Daarna word die kodering deur individuele studente gedoen en naby die einde van die projek geïntegreer (McDowell *et al.*, 2003a:60). Berenson *et al.* (2004:1) verwys hierna as die "verdeel-en-oorwin"-tipe spanwerk, wat behels dat die projek in dele opgedeel word wat relatief onafhanklik van mekaar is en waar aan elke spanlid 'n deel toegeken word waaraan die spanlid dan primêr alleen kan werk (Berenson *et al.*, 2004:1; Slaten *et al.*, 2005).

Oor die afgelope aantal jare word paarprogrammering as 'n doelbewuste pedagogiese hulpmiddel in die klaskamer geformaliseer en gebruik (DeClue, 2003:49; Werner *et al.*, 2004:162). Paarprogrammering is 'n innoverende benadering tot onderrigleer wat studente verplig om saam te werk (Howard, 2006:89). Paarprogrammering is veral geskik as pedagogiese hulpmiddel in die onderrigleer van inleidende programmering (McDowell *et al.*, 2002:38; VanDeGrift, 2004:2). 'n Ondersoek van Mendes *et al.* (2005:296) toon dat paarprogrammering 'n belowende tegniek is om rekenaarprogrammeerders se vaardighede om met ander professionele persone saam te werk, te ontwikkel. Die resultate van 'n gerepliseerde ondersoek wat Mendes *et al.* (2006:108) met tweedejaar Rekenaarwetenskapstudente in 'n kursus oor sagteware-ontwerp en -konstruksie uitgevoer het, bevestig die gebruik van paarprogrammering as 'n effektiewe tegniek om die vaardighede wat nodig is vir programmering/sagteware-ontwerp te leer. Paarprogrammering beklemtoon die belangrikheid van kommunikasie, spanwerk, samewerking en aanpasbaarheid in 'n tegniese omgewing en berei studente beter voor om in 'n span met ander individue saam te werk (Cliburn, 2003:23).

In die tradisionele onderwys van Rekenaarwetenskap en Sagteware-ingenieurswese word alleenwerk beklemtoon en saamwerk as oneerlik beskou (Berenson *et al.*, 2004:1). Dosente het dikwels spesifieke voorbehoude rakende die gebruik van paarprogrammering as onderrig- en leerstrategie. Dosente is bekommerd dat een van die lede van die paar nie soveel sal leer as wat hy/sy sou as hy/sy 'n opdrag alleen voltooi het nie (VanDeGrift, 2004:2) en dat een student in sommige gevalle punte sal kry wat eintlik die ander lid van die paar se werk reflekteer (McDowell *et al.*, 2006:92,94). Baie dosente sien die assessering van take waarin studente saamgewerk het, as 'n groot probleem (Bevan *et al.*, 2002:101). Daarmee saam verkies studente gewoonlik om alleen te werk. In die navorsing van Waite *et al.* (2004:13) het studente gedurende die onderhoude wat met hulle gevoer is, 'n aantal redes aangevoer vir hul voorkeur om individueel te werk, soos dat hulle alleen verantwoordelik wil wees en alleen krediet wil kry vir 'n programmeertaak. Hulle het elke taak dus as 'n "produk" eerder as 'n leergeleentheid gesien (Waite *et al.*, 2004:14). Verder wou hulle nie belas wees met interpersoonlike probleme wat in 'n groep kan voorkom nie en wil hulle nie groeplede met minder vermoëns saamsleep nie.

Desondanks het navorsing aangetoon dat paarprogrammering, die situasie waar twee programmeerders sy aan sy aan dieselfde stuk programkode werk, 'n benadering tot die onderrig en leer van rekenaarprogrammering is wat wyd erken word (McDowell *et al.*, 2003b:607; Chaparro *et al.*, 2005:5; Matzko & Davis, 2006:123). Voorts is paarprogrammering 'n metode wat daartoe kan bydra om die neiging dat studente gekondisioneer word om alleen te werk, te verbreek (Bevan *et al.*, 2002:101). Die samewerkende aard van paarprogrammering

maak dit 'n effektiewe benadering tot die onderrig van programmering (Yuksel *et al.*, 2006). Volgens Cliburn (2003:21) is paarprogrammering 'n manier waarop studente saam aan opdragte kan werk, sonder dat dit as kullery beskou sal word.

2.3.4 Paarprogrammering binne die sosiaal-konstruktiwistiese verband

Konstruktiwisme het te make met die manier waarop studente kennis gedurende aktiwiteite in die klaskamerkamer kontrueer, met inbegrip daarvan dat die studente aktief betrokke is tydens die leerproses (Parker & Becker, 2003:40). 'n Konstruktiwistiese leeromgewing kan beskou word as probleemoplossingsomgewing wat op drie maniere manifesteer: die gebruik van outentieke dog relevante probleme, aktiewe betrokkenheid van die studente, en samewerking met eweknieë (Van Gorp & Grissom, 2001:248). Dit is veral hierdie samewerking met eweknieë wat bydra tot die proses van kenniskonstruksie, omdat studente die alternatiewe perspektiewe en oplossings van die probleem van hul eweknieë moet oorweeg en moontlik hul eie denke, perspektiewe en oplossings moet herkonstrueer (Van Gorp & Grissom, 2001:248; Panitz, 2008).

Die kompleksiteit en omvang van moderne programmeringsprojekte lei daartoe dat die meeste professionele programmeerders nie meer alleen werk nie, maar eerder as deel van 'n sagteware-ontwikkelingspan. Met die toenemende behoefte aan samewerking het programmering al meer 'n sosiale komponent ontwikkel (Chong & Hurlbutt, 2007:354). Programmeerders vra dikwels vir ander spanlede om tegniese kennis, raad en hulp met programmering. Paarprogrammering verhoog hierdie vlak van samewerking as daar van twee programmeerders verwag word om fisies sy aan sy by een rekenaar saam te werk en gesamentlik verantwoordelikheid te aanvaar vir ontwerp, kodering en implementering (Chong & Hurlbutt, 2007:354).

Die samewerkende aard van paarprogrammering skep 'n sosiaal-konstruktiwistiese konteks (Berenson *et al.*, 2004:5) waarbinne daar gefokus word op samewerking, en leer gesien word as 'n proses wat aan die gang gesit word deur sosiale interaksie binne die konteks van 'n dialoog, m.a.w. student-student-interaksie (Chaparro *et al.*, 2005:6). Aangesien verduidelikings een van die beste maniere is om kennis uit te brei en konneksies te maak, verhoog die verbalisering van denke en kommunikasie wat gedurende samewerkende leer plaasvind die moontlikheid om verrykte kennisnetwerke te konstrueer (Kramarski, 2004:595).

2.3.5 Paarprogrammering as vorm van samewerkende leer

2.3.5.1 Omskrywing van samewerkende leer

Om die presiese aard van samewerkende leer beter te verstaan, sal daar eers aandag gegee word aan groepwerk en groepsleer in die algemeen. Die feit dat daar al hoe meer van studente verwag word om in groepe saam te werk en te leer (McWhaw *et al.*, 2003:69), kan toegeskryf word aan 'n nuwe klem op spanwerk in die besigheidsektor (Millis & Cottell, 1998:20) (vgl. 2.3.2), sowel as die belangrikheid van kommunikasievaardighede in die moderne inligtingsera (Hansen & Stephens, 2000:42). McWhaw *et al.* (2003:69) lig die onderstaande akademiese en kognitiewe voordele van groepsleer, wat reeds deur navorsers uitgewys is, uit:

- Groepsleer bevorder studente se leer en prestasie (Slavin, 1996:45; Johnson *et al.*, 2000).
- Groepsleer bevorder die ontwikkeling van kritiese denkvaardighede (Slavin, 1996:48; Yuksel *et al.*, 2006).
- Groepsleer bevorder beter oordrag van leer (Brandon & Hollingshead, 1999:110).
- Groepsleer dra by tot die ontwikkeling van sosiale vaardighede soos kommunikasie, aanbieding, probleemoplossing, leierskap, delegering en organisasie (Slavin, 1996:49; Cheng & Warren, 2000:243).

Volgens Waite *et al.* (2004:12) word daar meestal van vier maniere gebruik gemaak as 'n groep mense 'n taak kry om uit te voer:

- *Sekwensiële segmentasie* – elke lid van die groep kry 'n beurt om aan die taak te werk. Daarna word dit na die volgende persoon toe aangestuur totdat die taak voltooi is.
- *Parallelle segmentasie* – die taak word in dele opgebreek, elke lid van die groep doen 'n stuk van die werk en dan word die dele bymekaar gevoeg om die produk te vorm.
- *Natuurlike seleksie* – elkeen voer die taak uit en dan word die beste resultaat gekies, of die beste persoon/persone word gekies en dan moet hy/sy/hulle die taak uitvoer.
- *Samewerking* – noue interaksie vind tussen die lede van die groep plaas om die taak te voltooi.

In elk van die eerste drie scenario's werk die groeplede eintlik individueel. Studente gebruik meestal een van hierdie drie metodes omdat hulle daarvan hou om alleen te werk. Wat hulle betref, is dit die finale produk wat geëvalueer word, ongeag hoe dit gedoen is (Waite *et al.*, 2004:12,13).

Die feit dat gegradueerdes aan vaardighede om in groepe saam te werk ontbreek (vgl. 2.3.2), kan daaraan toegeskryf word dat groepwerk gewoonlik op een van die eerste drie metodes (soos hierbo genoem) geskied (Waite *et al.*, 2004:13). Gevolglik sal elke groeplid net bewus wees van die knelpunte in die gedeelte van die taak waarvoor hy verantwoordelik is.

Samewerking is noodsaaklik om te verseker dat almal se ervarings met mekaar gedeel word, sodat alle lede van 'n groep van al die knelpunte en kwessies van die taak weet. Deelname aan samewerkende besprekings lei verder daartoe dat alle groeplede bewus word van die *proses* om die taak te voltooi, omdat hulle bewus word van hoe ander lede dink en redeneer. Hulle leer om verskillende moontlike oplossings vinniger te beoordeel as wanneer hulle alleen sou werk (Waite *et al.*, 2004:13). Die ontwikkeling van hierdie vaardighede is noodsaaklik gesien in die lig van ons moderne samelewing se vraag na bevoegde individue wat weet hoe om te kommunikeer, in spanne te werk en met inligting om te gaan (Veerman & Veldhuis-Diermanse, 2006:325; Crowe & Pemberton, 2008).

Samewerkende leer is dus méér as net studente wat in groepe werk (LeJeune, 2003:275; Nussbaum *et al.*, 2009:147). Samewerkende leer behels dat studente in pare of in klein groepe saamwerk (Chaparro *et al.*, 2005:6) om 'n gemeenskaplike leeruitkomste te bereik (Yuksel *et al.*, 2006). Die samewerking wat in groepe plaasvind, moedig studente aan om op hul eweknieë te steun as nog 'n intellektuele bron vir hul leerproses (Crowe & Pemberton, 2008). Samewerking tussen studente het ten doel om hoërvlakleeruitkomste, byvoorbeeld argumentering, te bevorder (O'Donnell, 2006:5), en dit ontwikkel hoërvlakdenkvaardighede, stimuleer kritiese denke en help studente om duidelikheid oor idees te kry deur besprekings (Matthews *et al.*, 1995; Yuksel *et al.*, 2006). Samewerking is veral voordelig as leer die hoofdoel daarvan is of as komplekse probleme opgelos moet word (LeJeune, 2003:276). Samewerkende leer is nie 'n onpersoonlike leerverwantskap wat op die individu gerig is nie, maar 'n student-student-interaksie waarin die student aktief betrokke is (Matthews *et al.*, 1995:37; De Lisi, 2006:28). Barkley *et al.* (2005:xi-xii) gee 'n aantal redes waarom samewerkende leer as onderrigstrategie noodsaaklik is:

- Uit navorsing is dit duidelik dat dosente nie net kennis aan studente kan oordra nie. Studente moet kennis bou deur 'n proses van assimilasie van inligting.
- Baie werkgewers beskou bereidwilligheid en gereedheid om in produktiewe spanwerk betrokke te wees, as 'n vereiste vir sukses. Samewerkende leeraktiwiteite skep vir studente geleenthede om, behalwe vakkennis, ook ander waardevolle interpersoonlike en spanvaardighede te leer.
- Die toenemend diverse samelewing vereis landsburgers wat waardering het vir verskillende perspektiewe en daaruit voordeel kan trek. Die mens van die een-en-twintigste eeu moet oor die vermoë beskik om aandagtig te kan luister, krities te dink, konstruktief te kan deelneem en produktief te kan saamwerk om probleme op te los.
- Tersiêre instellings sien samewerkende leer as 'n manier om wyer geleenthede te skep vir studente om as lewenslange leerders te ontwikkel. Deur samewerkende leer word studente van alle agtergronde persoonlik en aktief betrek om 'n bydrae te lewer.

Samewerkende leer moet eksplisiet van koöperatiewe leer onderskei word. Alhoewel die twee terme *koöperatiewe leer* en *samewerkende leer* dikwels as sinonieme in die literatuur gebruik word, is hulle onderskeibaar wat betref die werkswyse wat gevolg word en die doel daarvan. Koöperatiewe leer verwag van studente om gesamentlik 'n taak af te handel, inligting te deel en mekaar te ondersteun, terwyl die dosent die tradisionele dubbele rol van vakinhoudspesialis en outoriteit in die klaskamer behou (Barkley *et al.*, 2005:5). Die doel van koöperatiewe leer is om in harmonie en wedersydse ondersteuning met ander individue saam te werk om 'n oplossing vir 'n probleem te soek (Barkley *et al.*, 2005:7; Delucchi, 2006:244). Samewerkende leer, daarteenoor, is daarop gerig dat kennis deur sosiale interaksie tussen eweknieë gekonstrueer word (Barkley *et al.*, 2005:6). Die doel van samewerkende leer is die ontwikkeling van selfstandige, denkende individue, wat in staat is om hul idees en menings duidelik te verwoord (Barkley *et al.*, 2005:7). McWhaw *et al.* (2003:71) som enkele verskille tussen koöperatiewe en samewerkende leer, soos dit blyk uit die literatuur, soos volg op:

- Koöperatiewe leer word beskou as die meer gestruktureerde benadering tot leer, terwyl samewerkende leer minder gestruktureerd is (Panitz, 2008).
- Met samewerkende leer word studente meer mag oor hul leer gegee as wat die geval is met tradisionele onderrig (Abrami *et al.*, 1995:2; Matthews *et al.*, 1995:36).
- Koöperatiewe leer is veral toepaslik vir laerskoolleerders, terwyl samewerkende leer meer geskik is vir ouer leerders en universiteitstudente (Bruffee, 1995:15), as aanvaar word dat ouer leerders en studente reeds oor die nodige sosiale vaardighede en motivering beskik om hul gesamentlike leerdoelwitte te bereik (Matthews *et al.*, 1995:36).
- Koöperatiewe leer is veral geskik vir bemeestering van fundamentele kennis soos feite en formules, terwyl samewerkende leer meer geskik is vir bemeestering van hoërorde kennis wat 'n kritiese benadering tot leer vereis (Bruffee, 1995:16; Matthews *et al.*, 1995:36).

Om 'n taak deur samewerking te voltooi en 'n gemeenskaplike doel te bereik, moet die individue wat saamwerk hul denke en aktiwiteite koördineer (Erkens *et al.*, 2006:238). Koördinering van denke en aktiwiteite beteken dat die individue 'n gemeenskaplike taakstrategie sal hê en 'n gedeelde kennisbasis sal konstrueer. Hierdie behoefte aan koördinering van die denke en aktiwiteite stimuleer drie subprosesse in die proses van samewerking. Eerstens word die aktivering en uitruil van taakverwante kennis en inligting gestimuleer, wat daartoe lei dat die twee individue 'n gedeelde taakoriëntering ontwikkel. Tweedens word die skep van 'n gemeenskaplike verwysingsraamwerk gestimuleer, sodat individuele standpunte en afleidings onderhandel en gekommunikeer kan word. Derdens moet 'n ooreenkoms oor 'n gemeenskaplike lyn van redenasie ten opsigte van taakstrategieë, relevante begrippe en verwantskappe bereik word (Erkens *et al.*, 2006:235-238).

Samewerkende leer is dus 'n gestruktureerde onderrigleerstrategie wat kwessies rakende die verbetering van studente se leer aanraak. In samewerkende leer vind leer plaas deur interaksie met ander mense, gesamentlike voltooiing van take en gedeelde refleksie (Francescato *et al.*, 2006:164). Voorts skep dit vir studente geleenthede om te ontwikkel met die oog op toekomstige beroepsvereistes, byvoorbeeld spanwerkvaardighede, openheid vir verskillende perspektiewe en die vermoë om deur samewerking probleme op te los (Barkley *et al.*, 2005:10). Samewerkende leer is 'n sinvolle onderrigleerstrategie as

- die leeraktiwiteite deur die dosent gestruktureer word – moenie net vir studente sê om in groepe te verdeel en te werk nie;
- studente werklik saamwerk – alle lede van die groep moet aktief betrokke wees in die aktiwiteite om die uitkomste te bereik; en
- betekenisvolle leer plaasvind – studente wat saamwerk se kennis en vaardighede moet toeneem (Barkley *et al.*, 2005:4).

Om samewerkende leer suksesvol te implementeer moet studente opgelei word daarin, byvoorbeeld hoe om doelwitte te stel, rolle te deel en te kommunikeer op 'n wyse wat beter begrip van die leermateriaal bevorder (Oliver & Omari, 2001:42). Opleiding moet nie tot een werksessie beperk word nie, maar studente moet voldoende geleenthede kry om die vaardighede in te oefen (McWhaw *et al.*, 2003:82). Studente wat die vaardighede en etos van saamwerk bemeester het, het 'n beter kans op suksesvolle samewerking (McWhaw *et al.*, 2003:82).

Paarprogrammering is gegrond op die beginsels van samewerkende leer, waartydens daar interaksie tussen studente is met die doel om probleme te bespreek en op te los (Ferzli *et al.*, 2002:2). Paarprogrammering is 'n spesifieke vorm van samewerkende leer, met ander woorde 'n eweknie-gebaseerde interaksie, wat beteken dat die studente saamwerk aan alle dele van die taak. Dosente wat tegnieke van samewerkende leer gebruik, rapporteer dat die leerervaring vir studente baie meer bevredigend is (Cockburn & Williams, 2003:167), dat die tyd waarin aktiwiteite voltooi word, afneem (McDowell *et al.*, 2003a:60) en dat die eksamenprestasie van studente wat op hierdie manier leer net so goed of beter was as die eksamenprestasie van studente wat nie op 'n samewerkende manier leer nie (Nagappan *et al.*, 2003:362). In die samewerkende leersituasie word die leerresultate wel beïnvloed deur faktore soos die tipe taak, die samestelling van die groep, die gemeenskaplike doel of taakproduk, die mate waarin die deelnemers se kundigheid mekaar komplementeer, die beskikbare bronne en hulpmiddels, asook die opvoedkundige omgewing (Erkens *et al.*, 2006:235). Hierdie faktore word in die volgende gedeeltes verder verduidelik.

2.3.5.2 Kritieke eienskappe van suksesvolle samewerkende leer

Preston (2006b:16-19) bespreek vyf kritieke eienskappe van samewerkende leer wat deur Davidson (2002:182) geïdentifiseer is en beveel aan dat paarprogrammering hieraan moet voldoen om suksesvol te kan wees:

- *Gemeenskaplike taak of leeraktiwiteit moet geskik wees*
  Preston (2006b:17) verwys in sy bespreking na die kriteria wat Johnson en Johnson (1994:38) geïdentifiseer het uit die navorsing wat oor koöperatiewe leer gedoen is, en waaraan 'n taak of aktiwiteit moet voldoen om geskik te wees vir groepwerk. Hierdie kriteria sluit in dat die taak kompleks of konseptueel moet wees en dat die taak probleemoplossing, divergente denke, kreatiwiteit, werkverrigting van hoë gehalte, hoërvlakberedenering en kritiese denke moet vereis. Hierdie kriteria is duidelik op die ontwikkeling van 'n rekenaarprogram van toepassing (Preston, 2006b:17; Preston, 2006a:86). Take wat vir paarprogrammering geselekteer word, moet aan hierdie genoemde kriteria voldoen om die samewerkende leer in die paar suksesvol te maak.

  Take wat gebruik word vir samewerkende leer moet die kollektiewe pogings van die groep vereis (LeJeune, 2003:277). Die manier waarop die taak omskryf is, kan wissel van swak gedefinieer, waar studente eers self die probleem moet identifiseer, tot take wat eksplisiet omskryf is. LeJeune (2003:277) beveel aan dat studente wat nie baie vaardig is in samewerking met ander nie, eerder take moet kry wat goed gedefinieer is.

- *Leer moet in klein groepe plaasvind*
  Vir suksesvolle samewerkende leer moet groepgroottes klein genoeg wees om direkte interaksie tussen die lede van die groep toe te laat (LeJeune, 2003:277; Preston, 2006a:87). Volgens Preston (2006b:17) pas die gebruik dat studente gedurende paarprogrammering in pare van twee persone aan 'n programmeertaak of leeraktiwiteit saamwerk goed in by hierdie kritiese vereiste vir suksesvolle samewerkende leer. Preston (2006b:19) wys vervolgens daarop dat daar nie 'n regte of 'n verkeerde manier is om pare vir paarprogrammering saam te stel nie. Die navorsing van McDowell *et al.* (2002), McDowell *et al.* (2003a) en VanDeGrift (2004) bevestig die sukses van samewerkende leer in paarprogrammering, ongeag die wyse waarop die groep saamgestel is wat betref die lede se onderskeie vaardigheidsvlakke, werkstoewyding, persoonlikheidstipes en gevoel van eiewaarde. Hierdie aspek word weer in 2.3.7.2 en 2.3.7.4 in oënskou geneem.

- *Samewerkende gedrag*

  Samewerkende gedrag is in kontras met kompeterende en individualistiese gedrag (LeJeune, 2003:277). Samewerkende gedrag het te make met die interaksie tussen studente gedurende 'n leeraktiwiteit (Preston, 2006b:18) waarin daar van studente verwag word om hul kennis en vaardighede met die ander lede van die groep te deel (LeJeune, 2003:277). Die mate van sukses van die samewerkende leer wat plaasvind is afhanklik van die manier waarop lede van die groep vrae vra, hul eie menings uitdruk, bereid is om hul eie onduidelikhede, verwarring en wanopvattings te erken, asook die manier waarop hulle na eweknieë luister, op hulle vrae reageer, hulle menings bevraagteken en inligting deel wat onduidelikhede opklaar (McKeachie, 2006:213). Studente moet samewerkende vaardighede aanleer om hulle in staat te stel om effektief met ander in 'n groep saam te werk (Bruffee, 1995:14; Brush, 1998:10). Preston (2006b:17) beveel aan dat die dosent die positiewe en negatiewe aspekte van samewerkende gedrag moet modelleer en beklemtoon, sodat die doel daarvan vir studente duidelik word, naamlik om onduidelikheid of verwarring oor die proses of die produk van die programontwikkeling te elimineer. Hierdie doel kan bereik word deur spesifiek te wees as 'n vraag gestel word, 'n mening gegee word, 'n verduideliking gegee word van wat en hoekom iets gedoen word, of om verwarring te voorkom (Preston, 2006b:17). Vaardighede moet nie net onderrig of gemodelleer word nie, maar daar moet geleenthede geskep word vir studente om die vaardighede in te oefen (Brush, 1998:10).

- *Positiewe interafhanklikheid*

  Positiewe interafhanklikheid verwys daarna dat studente nie suksesvol kan wees nie tensy die ander lede in die groep ook suksesvol is en dat hul pogings gekoördineer moet word om 'n taak suksesvol te voltooi (Johnson & Johnson, 1994:33). Groeplede is verantwoordelik vir mekaar se deelname en bydraes (LeJeune, 2003:278). Elke groeplid moet besef dat hy/sy 'n sleutelrol of verantwoordelikheid in die groep het en dat die sukses van die groep afhanklik is van die sukses van elke lid in daardie rol (Brush, 1998:9). Groeplede moet dus verstaan dat, as een lid se bydrae tot voltooiing van 'n taak onsuksesvol is, dan is die groep in totaal onsuksesvol.

  Die doelwit van positiewe interafhanklikheid is om te verseker dat elke student in 'n groep se bydrae tot 'n samewerkende leeraktiwiteit noodsaaklik is om suksesvolle afhandeling van die taak te bewerkstellig, wat in paarprogrammering beteken dat beide die drywer en die navigator se bydraes noodsaaklik moet wees vir die ontwikkeling van die rekenaarprogram (Preston, 2006b:18). Positiewe interafhanklikheid begin met die vasstelling van doelwitte en belonings vir die groep, wat insluit dat die sukses van die groep gemeet word aan 'n kombinasie van die individuele lede se prestasie (Brush, 1998:9). Om positiewe

interafhanklikheid in paarprogrammering as onderrigleerstrategie te bevorder, beveel Preston (2006b:18) aan dat die werk wat die studente in 'n paar doen, as drywer en navigator onderskeidelik, deur die dosent waargeneem moet word en dat daar terugvoer aan die lede van die paar gegee moet word hoe hulle in elk van hierdie rolle gevaar het. Sodoende word verseker dat beide lede van die paar bydra tot die voltooiing van die taak en dat studente gemotiveer is om mekaar te help om die doel te bereik (Barkley *et al.*, 2005:9).

- *Individuele aanspreeklikheid en verantwoordelikheid*
  Individuele aanspreeklikheid in samewerkende leer behels dat elke lid van 'n groep individueel getoets word en individueel punte kry (Davidson, 2002:182; Barkley *et al.*, 2005:9). Volgens Preston (2006b:18) is die doel van individuele evaluering om te verseker dat elke lid van die groep tydens die samewerkende leeraktiwiteit die kennis en vaardighede verwerf het waarvoor die leeraktiwiteit bedoel was. Elke groeplid moet bydra tot die ontwikkeling van die kennis en vaardighede van die ander lede van die groep en ook daarop aandring dat die ander lede op hul beurt ook hul kennis en vaardighede deel (LeJeune, 2003:278). Om individuele aanspreeklikheid in paarprogrammering te bevorder, word aanbeveel dat individuele toetse van die studente moet vereis om programkode te ontwikkel en/of te interpreteer, ten einde te verseker dat studente aktief betrokke was die programontwikkeling wat in pare plaasgevind het (Preston, 2006b:19). Punte wat behaal word vir hierdie individuele toetse moet boonop swaar weeg in die berekening van die finale punte, sodat studente besef dat paargrammering nie bedoel is om beter punte te behaal nie, maar dat dit bedoel is as 'n effektiewe alternatiewe onderrigleermetode (Preston, 2006b:19).

In 2.3.7.1 word 'n aantal elementêre beginsels gestel om suksesvolle implementering van paarprogrammering as onderrigstrategie te verseker. Met die bespreking daarvan sal weer terugverwys word na hierdie kritiese eienskappe van samewerkende leer.

2.3.6 Die rolle van die programmeerders in 'n paar

In 2.3.1 is kortliks verwys na die rolle van die drywer en die navigator in 'n programmeringspaar. Vervolgens word daar dieper besin oor die take wat elkeen van hierdie individue gedurende paarprogrammering moet verrig, sowel as oor die kennis en vaardighede waaroor elkeen moet beskik. Die mate waartoe die drywer en die navigator hul onderskeie take in die proses van paarprogrammering effektief verrig, dra by tot die mate van sukses met die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie vir die onderrigleer van programmeringsvaardighede. Die presiese protokol van samewerking (Canfora *et al.*, 2007:1318) en duidelik gedefinieerde rolle van die drywer en die navigator gee aan die

studente 'n raamwerk om beter te verstaan hoe om met mekaar saam te werk (Howard, 2006:90).

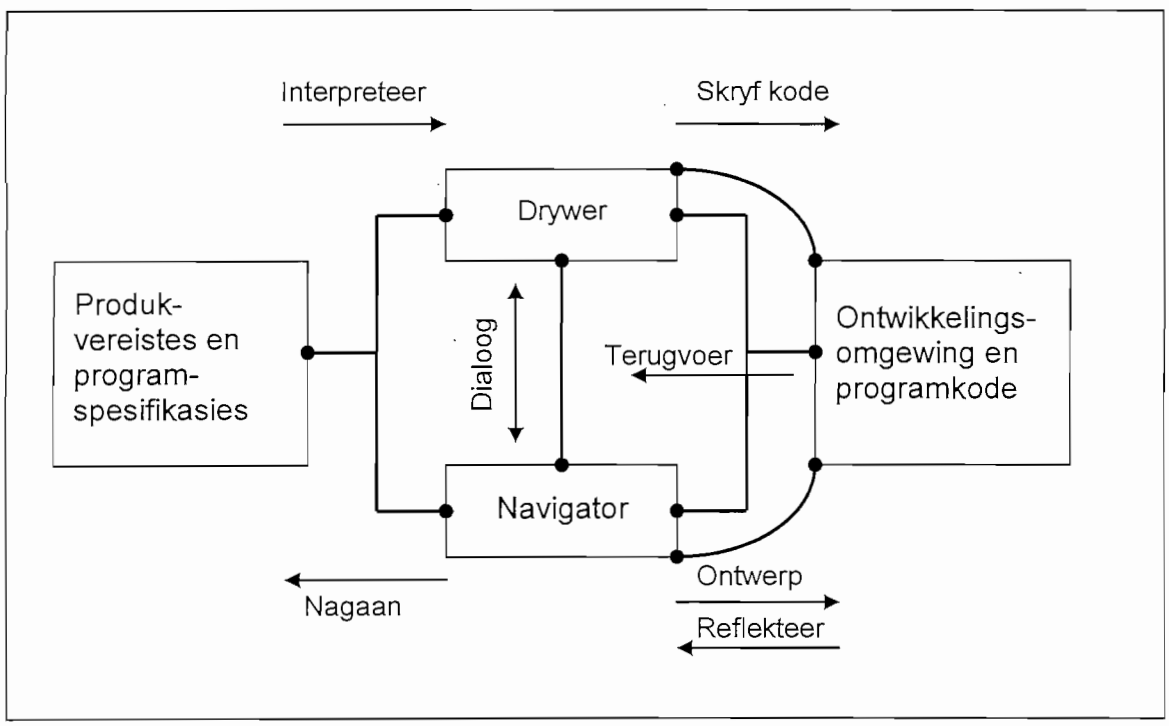
Tydens paarprogrammering is die drywer, tesame met die navigator, daarvoor verantwoordelik om die programmeringsprobleem op te los. Die twee werk saam om die probleem te interpreteer en 'n algoritme vir 'n moontlike oplossing te ontwerp. Die drywer in die programmeringspaar is die persoon wat die potlood, muis en/of sleutelbord beheer (Williams *et al.*, 2000:20; McDowell *et al.*, 2006:90) en verantwoordelik is vir die skryf van die ontwerp en die tik van die kode wat gegenereer word (Williams *et al.*, 2002a:198; Chong *et al.*, 2005:44). Die drywer word beskou as die persoon wat primêr verantwoordelik is vir die kodering en implementering van die programmeringstaak op die rekenaar (Chong & Hurlbutt, 2007:354; Begel & Nagappan, 2008:120).

Die ander lid van die programmeringspaar, die navigator, is daarvoor verantwoordelik om die probleemoplossingsproses te monitor en in die regte rigting te stuur, deur die werk van die drywer aktief en deurlopend te evalueer (Williams & Upchurch, 2001b:327; Williams *et al.*, 2002b; Chaparro *et al.*, 2005:11). Die navigator hou die drywer se werk dop vir foute, dink aan alternatiewe, soek hulpbronne, maak voorstelle vir alternatiewe strategieë en oorweeg die strategiese implikasies van die werk waarmee hulle besig is (Williams *et al.*, 2000:20; Chong *et al.*, 2005:44). Die navigator vra vrae en identifiseer taktiese en strategiese tekortkominge in die werk (Williams & Upchurch, 2001b:327; Baheti *et al.*, 2002b), met inbegrip van foutiewe sintaks en logika, spelfoute en implementerings wat nie met die ontwerp ooreenstem nie (McDowell *et al.*, 2006:90). Die navigator vervul die rol van 'n strategiese denker (Williams *et al.*, 2002a:198; Chong & Hurlbutt, 2007:354) wat oor breër sake moet dink, bv. hoe die kode wat tans geskep word by die bestaande kode sal inpas, hoe die nuwe gedeelte van die kode getoets kan word en wat moet gebeur nadat die deel van die kode waarmee hulle tans besig is, klaar geskryf is (Atli, 2006:1). Nagappan *et al.* (2003:359) beskryf die navigator as dié persoon wat gedurig met 'n dinkskrum besig is.

In 'n sekere sin is die rol van die navigator belangriker as dié van die drywer, aangesien hy/sy 'n meer objektiewe beskouing het en kan dink oor die rigting wat 'n spesifieke denkpatroon kan aanneem soos wat hulle met die program voortgaan (Cliburn, 2003:22). Indien die navigator nie skerp en oplettend is nie, kan die paar afwyk van die verlangde doelwit om 'n ontwerp wat aan die taakvereistes voldoen te ontwikkel (Dick & Zarnett, 2007:83).

Ondanks die onderskeid tussen die rolle wat elkeen van die lede van die programmeringspaar vervul, is beide programmeerders te alle tye gelykwaardige, aktiewe deelnemers aan die proses en deel hulle eienaarskap van die produk ten volle, ongeag of dit kort werkstuk of 'n volledige

projek is (Williams *et al.*, 2000:20). 'n Effektiewe programmeringspaar is baie aktief (Gehringer, 2003:187). Die drywer en die navigator werk saam aan alle aspekte van die programontwikkeling: ontwerp, kode, ontfouting en toetsing (Gehringer, 2003:187; Chong *et al.*, 2005:44). Hulle is konstant besig om te kommunikeer, mekaar vrae te vra en mekaar se vrae te beantwoord (Chong *et al.*, 2005:44). Die verskil tussen die take waarvoor die drywer verantwoordelik is en dié waarvoor die navigator verantwoordelik is, lê daarin dat die drywer in 'n relatief meer konkrete denkraamwerk funksioneer deur op die implementering te fokus, terwyl die navigator besig is met meer abstrakte aspekte deur op hoërvlak konseptuele verwantskappe en doelwitte te fokus (Chong *et al.*, 2005:44). Hierdie fokus van die navigator op hoërvlak konseptuele verwantskappe en doelwitte stel hom/haar in staat om 'n "afrigtersrol" aan te neem terwyl hy/sy die drywer se werk dophou, leemtes en foute identifiseer, voortdurend oor die proses reflekteer en die produk en die nodige inligting en/of strategieë voorsien om die verlangde doelwit te bereik (Chong *et al.*, 2005:45). Die interaksie tussen die drywer en die navigator tydens 'n programmeringstaak word deur Chong *et al.* (2005:45) soos in figuur 2.1 voorgestel.



Figuur 2.1 Take van drywer en navigator tydens paarprogrammering (Chong et al., 2005:45)

Bostaande diagrammatiese voorstelling van Chong *et al.* (2005:45) toon dat die gebruik van metakognitiewe vaardighede van die navigator verwag word deurdat hy/sy voortdurend oor die proses moet reflekteer en moet nagaan of die proses verloop in ooreenstemming met die oorspronklike probleemstelling.

Navorsing met nagraadse studente of met programmeerders in die industrie wat in pare programmeer, toon dat die omruil van rolle teen hierdie agtergronde soms op baie informele wyse plaasvind (Chaparro *et al.*, 2005:14) en dat die rolle van die drywer en navigator dinamies kan verander soos wat die sleutelbord en/of muis tussen die twee programmeerders aangegee word (Bryant *et al.*, 2005:332; Dick & Zarnett, 2007:82). Chong en Hurlbutt (2007:357) neem waar dat, behalwe vir die hantering van die sleutelbord, die ervare programmeerderspare in hulle ondersoek gesamentlik verantwoordelikheid vir die rolle van beide drywer en navigator aanvaar en 'n deurlopende uitruil van idees en terugvoer gehandhaaf het. Teen die opvoedkundige agtergrond, waar die gebruik van paarprogrammering as onderrigleerstrategie in inleidende programmeringskursusse geïmplementeer word, is dit egter noodsaaklik dat die twee lede van die paar tydens die verloop van 'n paarprogrammeringsessie op gereelde grondslag rolle moet omruil (Williams *et al.*, 2002a:198; McDowell *et al.*, 2003a:60) en dat hierdie ruil van rolle deur die dosent beheer moet word (Williams *et al.*, 2002a:210). Die omruil van rolle kan bestuur word op grond van vaste tydintervalle of deur die studente rolle te laat ruil elke keer as met 'n nuwe taak begin word. Die omruil van rolle is van besondere belang om te verseker dat beide lede van die paar die geleentheid kry om die kennis te konstrueer en die vaardighede te ontwikkel wat in elk van die twee rolle realiseer (Mentz *et al.*, 2008:257).

Vir die tydperk wat een persoon van 'n programmeringspaar die rol van die drywer en die ander een die rol van die navigator vervul, kan die samewerking tussen die twee lede van 'n programmeringspaar vergelyk word met die samewerking tussen 'n akteur en 'n regisseur (Bishop-Clark *et al.*, 2006:214). Die akteur lewer die dialoog terwyl die regisseur leiding en terugvoer gee wat gebaseer is op 'n breër beskouing van die hele produksie. Op dieselfde wyse skep die drywer in 'n programmeringspaar die program onder leiding en aanwysings van die navigator wat 'n breër oorsig oor die programmeringstaak moet openbaar.

2.3.7 Effektiewe paarprogrammering

2.3.7.1 Elementêre beginsels vir effektiewe paarprogrammering

Die meeste van die navorsing in verband met paarprogrammering in 'n akademiese omgewing is daarop gerig om paarprogrammering so effektief moontlik te gebruik by die onderrig van studente (Williams *et al.*, 2006:411). Vervolgens word gepoog om uit die literatuur 'n aantal beginsels te identifiseer waaraan paarprogrammering moet voldoen om die gebruik daarvan suksesvol te maak. Hierdie beginsels moet in aansluiting met die eienskappe van samewerkende leer (vgl. 2.3.5.2) beskou word.

- *Aard van interaksie*

  Die interaksie tussen die paarprogrammeerders moet samewerkend van aard wees (Williams *et al.*, 2002a:198; Kaasbøll, 2006). Paarprogrammering is 'n sosiale aktiwiteit waarin die individu leer hoe om nou met ander saam te werk om uiteindelik effektief as 'n span te kan funksioneer (Ally *et al.*, 2005). Samewerking tussen die twee programmeerders in 'n paar vergroot die poel van kennis en vaardighede (Williams & Kessler, 2000:114) wat tot 'n meer effektiewe programmeringsproses lei. Die noodsaaklikheid van samewerkende gedrag as een van die eienskappe van samewerkende leer is reeds in 2.3.5.2 bespreek.

- *Bereidwilligheid om saam te werk*

  Programmeerders wat in pare saamwerk, moet nie net saamwerk omdat dit van hulle verwag word nie. Paarprogrammering vereis 'n paradigmaskuif van programmeerders wat daaraan gewoond is om alleen te werk. Programmeerders wat in pare saamwerk moet verstaan dat die voordele van interkommunikasie swaarder weeg as hul persoonlike voorkeure om alleen te werk, dat hulle hul werk met mekaar moet deel en dat hulle, in erkenning van hul eie feilbaarheid, instruksies en voorstelle van mekaar moet aanvaar ten einde hul eie vaardighede te verbeter en die taak waarmee hul besig is beter uit te voer. Paarprogrammeerders moet ook eienaarskap van hul eie en hul maat se werk aanvaar en bereid wees om konstruktiewe kritiek uit te spreek en verbeteringe voor te stel (Williams & Kessler, 2000:114).

- *Gelyke verantwoordelikheid*

  Die lede van die programmeringspaar besef dat hulle gelyke deelnemers in alle aspekte van die proses is en gesamentlik daarvoor verantwoordelik is om 'n ontwerp, algoritme en/of kode te lewer (Williams & Kessler, 2000:111). Elke lid van die paar sorg dat die ander een op die taak gefokus bly deurdat hulle mekaar se werk voortdurend evalueer (Williams *et al.*, 2002a:198). Gelyke verantwoordelikheid van die twee lede van die paar vir 'n programmeringsaktiwiteit gaan hand aan hand met positiewe interafhanklikheid en individuele aanspreeklikheid, soos in 2.3.5.2 bespreek.

- *Wedersydse vertroue*

  Die twee programmeerders in die paar moet mekaar se oordeel en lojaliteit vertrou. Programmeerdes wat in 'n paar saamwerk moet nie met mekaar kompeteer nie, maar moet saamwerk om een doelwit te bereik (Williams & Kessler, 2000:113). Die programmeerders in 'n paar moet bereid wees om te erken dat meer foute gemaak word as mens individueel werk en dat samewerking met 'n ander programmeerder wat jou werk voortdurend nagaan en kontroleer tot 'n produk van beter gehalte lei (Williams & Kessler, 2000:113).

- *Deurlopende kommunikasie*

  Die lede van die programmeringspaar moet deurlopend aktief betrokke wees, van tyd tot tyd 'n dinkskrum hou en deurlopend kommunikeer (Williams *et al.*, 2002a:198). Besprekings tussen die twee lede van die paar lei eerstens tot ontwikkeling van elke lid se vaardigheid om oor sy/haar denke rakende die ontwerp en programmering te reflekteer en sy/haar idees beter te formuleer (Williams & Kessler, 2000:111). Tweedens lei kommunikasie tussen die twee programmeerders tot bevraagtekening van mekaar se werk, beredenering van moontlike oplossings en monitering van hul vordering. Besprekings met ander programmeerders maak die uitruil van idees en die oordrag van inligting moontlik (Williams & Kessler, 2000:113). Om iets aan iemand anders te verduidelik, bevorder die uitbreiding en rekonstruksie van kennis (Slavin, 1996:50).

- *Kritiese oplettendheid*

  Die programmeerder in die paar wat op 'n bepaalde tydstip daarvoor verantwoordelik is om rigting aan die programmeringsproses te gee, strategieë voor te stel, kontrole uit te oefen, alternatiewe te oorweeg en die proses te hersien (die navigator), kyk deurlopend, objektief en krities na die ontwerp en kodering. Beide programmeerders moet bereid wees om mekaar se idees en kritiek te bevraagteken en te beredeneer. Deur nie altyd oor alles saam te stem nie word die voordele van die samewerking verhoog en die beste moontlike oplossing vir die probleem gekry (Williams & Kessler, 2000:112).

- *Omruil van rolle*

  Die lede van die paar moet gedurig rolle omruil om te verseker dat albei deurgaans betrokke is (Williams & Kessler, 2000:111). Teen 'n opvoedkundige agtergrond is die gereelde omruil van rolle noodsaaklik om aan beide lede van die paar geleentheid te bied om die kennis te konstrueer en die toepaslike vaardighede te ontwikkel wat hom/haar in staat stel om ook as individuele programmeerder effektief te funksioneer. Sodoende word ook voorkom dat een van die lede van die paar die proses domineer (Williams *et al.*, 2002a:210).

2.3.7.2 Wyse waarop groepering in pare plaasvind

Die besondere aard van paarprogrammering bring 'n psigologiese en sosiale interaksie tussen die lede van 'n programmeringspaar mee, wat aanleiding gee tot een van die vraagstukke in paarprogrammering, naamlik die wyse waarop die paar saamgestel moet word (Choi *et al.*, 2008:1114). Die alternatiewe is dat studente self kan kies met wie hulle wil saamwerk of dat die dosent die pare aanwys (Yuksel *et al.*, 2006). Studente probeer gewoonlik druk uitoefen om hulle eie groepe te kies (Mitchell *et al.*, 2004:21). Daarteenoor is ander navorsers soos Baer (2003:170) en Williams *et al.* (2002a:210) ten gunste daarvan dat die dosent die groeplede

moet saamvoeg. Een van die maniere wat Millis en Cottell (1998:50-53) voorstel is dat die dosent die studente toelaat om drie ander studente met wie hulle wil saamwerk te nomineer en dan ken die dosent een van hulle toe. Ander maniere wat gebruik kan word, is om die samevoeging van groeplede lukraak te doen of deur gebruik te maak van 'n stelsel waarin 'n gedetailleerde model van die studente gebruik word om die groeplede af te paar (Yuksel *et al.*, 2006), bv. Myers-Briggs se model vir persoonlikheidstipes.

Ongeag die wyse waarop die pare saamgestel word, is dit in die opvoedkundige agtergrond waarteen beginnerprogrammeerders opgelei word, van besondere belang om die samestelling van pare op gereelde basis te verander. Die ruiling van die lede in pare is noodsaaklik om

- te verseker dat elke student leer om met ander studente met verskillende persoonlikheidstipes en vaardigheidsvlakke saam te werk (Williams & Kessler, 2003:238-241), wat die student voorberei vir 'n moontlike toekomstige werksomgewing waarin daar van verskillende individue verwag word om saam te werk;
- te voorkom dat die student wat akademies sterker is, die meeste of al die werk doen en die ander lid van die paar moontlik onverdiende krediet daarvoor kry (Cliburn, 2003:22; McDowell *et al.*, 2003a:62);
- te voorkom dat paarprogrammering as onderrigleerstrategie oneffektief is as gevolg van interpersoonlike konflik in die paar (Williams *et al.*, 2002a:210); en
- te voorkom dat een van die twee lede, gewoonlik die drywer, die proses so oorheers dat die ander lid van die paar belangstelling verloor en dat sy/haar gedagtes afdwaal, met die gevolg dat die effektiwiteit van die paar negatief beïnvloed word (Chong & Hurlbutt, 2007:361; Dick & Zarnett, 2007).

Uit die literatuur is dit duidelik dat daar nie eenstemmigheid onder navorsers is oor die samestelling van pare vir paarprogrammering nie. 'n Aantal studies (vgl. 2.3.7.2.1 en 2.3.7.2.2) wat op tersiêre vlak gedoen is, dui op twee faktore wat moontlik 'n effek op die versoenbaarheid van die lede van die paar kan hê, naamlik hul *persoonlikheidseienskappe* en hul *vaardigheidsvlakke*. Ander studies (vgl. 2.3.7.2.3) ondersoek ook die effek van die lede se *werksetiek*. Hierdie faktore word vervolgens bespreek met inagneming daarvan dat, met die gebruik van paarprogrammering in die onderrigleeromgewing vir die onderrigleer van programmeringsvaardighede by beginners, daar gereelde ruiling van die lede van die pare plaasvind. As gevolg van die gereelde ruiling van die lede het die samestelling van pare nie 'n betekenisvolle effek op hul algehele prestasie nie.

2.3.7.2.1 Persoonlikheidseienskappe

In die studie deur Nagappan *et al.* (2003:361) het die studente die versoenbaarheid van die lede van die paar as 'n baie belangrik aspek van suksesvolle paarprogrammering beskou. Een van die aspekte wat telkens in navorsing na vore kom as 'n faktor wat die sukses van paarprogrammering en die werksverhouding van die paar beïnvloed, is die persoonlikheids-eienskappe van die lede van die paar (Nagappan *et al.*, 2003:361; Atli, 2006:3). In die studie deur Ally (2005) word twee kwessies in verband met die persoonlikhede van die paarlede geïdentifiseer: *persoonlikheidskonflikte* (wanneer twee mense verskillende idees het en/of verskillende maniere om probleme te hanteer) en uiteenlopende *persoonlikheidstyle* (sommige mense hou daarvan om hul werk met ander te bespreek en ander nie, en/of sterk persoonlikhede wat met swakker persoonlikhede moet saamwerk).

Dick en Zarnett (2007:84) identifiseer in hul ondersoek onder professionele programmeerders 'n aantal persoonlikheidseienskappe wat hulle as noodsaaklik beskou ten einde werklik die potensiële voordele van paarprogrammering te kan verwesentlik. Om studente voor te berei vir die professionele milieu en om die voordele van paarprogrammering te optimaliseer, kan die implementering van paarprogrammering in die opvoedkundige milieu bydra om hierdie eienskappe te ontwikkel.

- *Effektiewe kommunikasievermoëns*
  Die vermoëns van programmeerders wat in 'n paar saamwerk tot effektiewe kommunikasie is van deurslaggewende belang vir effektiewe samewerking in die paar (Ferzli *et al.*, 2002:4). Die drywer en navigator kommunikeer deurlopend tydens die proses van paarprogrammering deur middel van vrae en antwoorde oor die ontwerp of kodering van die probleem (Atli, 2006:1). Effektiewe kommunikasie is noodsaaklik om verskillende ontwerpe te analiseer, strategieë vir toetsing van 'n program te bespreek, foute reg te stel en alternatiewe wat deur die navigator uitgewys word te oorweeg. 'n Gebrek aan goeie en effektiewe kommunikasie tussen die twee programmeerders kan lei tot konflik in die paar wat nadelig op die programmeringsproses kan inwerk (Dick & Zarnett, 2007:84).

- *Gemaklikheid teenoor medeprogrammeerder*
  Programmeerders wat daarmee gemaklik is om direk met ander mense saam te werk, verhoog die effektiwiteit van paarprogrammering. Slegs as die twee programmeerders met mekaar op hul gemak is, sal hulle bereid wees om probleme te beredeneer, idees uit te ruil, alternatiewe strategieë voor te stel en mekaar se foute uit te wys – sonder die vrees dat hulle as onkundig beskou sal word (Dick & Zarnett, 2007:84).

- *Vertroue in hulself en in hulle span*

  Die sukses van paarprogrammering word bevorder as beide programmeerders genoeg vertroue in hul eie vermoëns en in die bevoegdheid van hul span het. Programmeerders wat oor die nodige vertroue beskik, sal meer geredelik bereid wees om voorstelle te maak wat 'n programontwerp kan vereenvoudig of wat die program kan verbeter (Dick & Zarnett, 2007:84). Die beginsel van *wedersydse vertroue* (vgl. 2.3.7.1) is hier ter sprake.

- *Bereidwilligheid om te kompromitteer*

  Die sukses van paarprogrammering berus daarop dat die programmeerders wat saamwerk bereid sal wees om te kompromitteer as dit nodig is en met hul medeprogrammeerder tot 'n vergelyk te kom oor aspekte waaroor hulle moontlik verskil. Wanneer die lede van die paar oor 'n ontwerp, die programkode of 'n fout redeneer, moet dit geskied met die wete dat beide programmeerders bereid is om mekaar se standpunte te oorweeg en aanpasbaar te wees in hul eie redenasies (Dick & Zarnett, 2007:84).

Een van die faktore wat Katira *et al.* (2004) van mening was 'n invloed kan hê op die versoenbaarheid tussen die studente as paarprogrammeerders, was ook die persoonlikheidstipes van die lede van die paar. In hul studie by die North Carolina State University is 'n totaal van 564 studente uit drie verskillende jaargroepe (eerstejaars, seniors en finalejaars) in verskillende rekenaarverwante vakke by die ondersoek betrek en die studente se persoonlikheidstipes met behulp van die Myers-Briggs-Tipe Indikator (MBTI) bepaal, maar geen beduidende verwantskap is tussen die versoenbaarheid van die paar en hul persoonlikheidstipes aangetref nie. Die studie van Katira *et al.* (2004) oor die versoenbaarheid van paarprogrammeerders is in 2005 by dieselfde universiteit deur Williams *et al.* (2006) voortgesit. Hierdie tweede studie het 1 350 studente uit die drie verskillende jaargroepe betrek. In hierdie tweede studie is persoonlikheidstipe weer ondersoek as een van die faktore wat 'n invloed kan hê op die versoenbaarheid tussen die studente as paarprogrammeerders. Die studie lewer 'n betekenisvolle resultaat wat daarop dui dat twee studente wat volgens die MBTI onderskeidelik as sintuiglik ('sensing') en intuïtief ('intuitive') geklassifiseer word, baie goed in 'n paar saamwerk. Die sintuiglike individu is oplettend en maak gebruik van sy vyf sintuie en sy ervaring om inligting te bekom, terwyl die intuïtiewe individu abstrakte begrippe verkies en insameling van inligting doen op 'n wyse wat gebaseer is op betekenisse, verwantskappe of moontlikhede (Williams *et al.*, 2006:414). Intuïtiewe individue word gewoonlik beskou as minder prakties, maar meer innoverend as die sintuiglikes. Williams *et al.* (2006:418) is van mening dat hierdie twee persoonlikheidstipes moontlik goed kan saamwerk omdat hulle mekaar se vermoëns komplementeer. Dit beteken nie dat ander tipes nie ook kan saamwerk nie, maar dat die kombinasie van sintuiglike ('sensing') en intuïtiewe ('intuitive') individue baie goed in 'n paar kan saamwerk en maksimum voordeel uit paarprogrammering kan behaal.

2.3.7.2.2 Vaardigheidsvlakke

'n Tweede aspek wat 'n impak kan hê op die sukses van paarprogrammering is die twee lede van die paar se vlakke van programmeringsvaardigheid (Atli, 2006:3). 'n Verskil in vaardigheidsvlakke kan 'n groot invloed hê op die sukses van die samewerking tussen die lede van 'n programmeerpaar (Chaparro *et al.*, 2005:13). Somtyds werk die lede van 'n paar nie baie goed saam nie, omdat een student voel dat hy/sy tot meer in staat is en deur die swakker student vertraag of verhinder word (DeClue, 2003:53). Meer ervare studente is dikwels onwillig om die relevante begrippe aan die ander te verduidelik of om te wag totdat die ander die materiaal verstaan. Hulle skryf dan sommer die program alleen en handig dit as 'n gesamentlike poging in (Bevan *et al.*, 2002:103). Kundige programmeerders wat met minder kundiges moet saamwerk, kan moeg word daarvoor om gedurig hul medelid te moet "oplei", omdat die minder kundiges moontlik nie voldoende kennis, vaardigheid of ervaring het om 'n betekenisvolle bydra te kan lewer nie (Chong & Hurlbutt, 2007:355). Dit kan gebeur dat, as daar 'n groot verskil is in die twee programmeerders se vlak van taakrelevante kundigheid ('n kombinasie van programmeringsvaardigheid en -kennis), die programmeerder met die meerdere kundigheid die interaksie domineer (Chong & Hurlbutt, 2007:356) en nie bereid is om insette van die ander te aanvaar nie (Matzko & Davis, 2006:126).

Daarteenoor toon minder vaardige studente aan dat hulle meer leer as hulle met iemand met 'n hoër vaardigheidsvlak in 'n paar saamwerk (Chaparro *et al.*, 2005:10). Studente wat met ander met 'n hoër vaardigheidsvlak in 'n paar saamgewerk het, meen dat paarprogrammering sinvol is, solank as wat goeie kommunikasie plaasvind en albei ten doel het om mekaar te help (Chaparro *et al.*, 2005:10).

Oor die algemeen geld dus dat hoe kleiner die verskil in vaardigheidsvlak, hoe beter is die samewerking (Matzko & Davis, 2006:126; Yuksel *et al.*, 2006) en hoe beter is die paar se prestasie (Salleh, 2008:156). Chaparro *et al.* (2005:14) beveel aan dat lede van 'n paar min of meer dieselfde vaardigheidsvlak moet hê. Volgens Cliburn (2003:28) is die vorming van programmeerpare met twee persone wat naastenby oor dieselfde vaardigheidsvlakke beskik, die beste strategie om te verseker dat paarprogrammering goed werk en dat studente nie die kursus deurkom op grond van die paarmaat se sterker vermoëns nie.

2.3.7.2.3 Werksetiek

Die studie van Williams *et al.* (2006) waarna verwys is in 2.3.7.2.1 het ook die werksetiek van die lede van 'n programmeerpaar ondersoek as een van die faktore wat 'n invloed kan hê op die versoenbaarheid tussen die studente as paarprogrammeerders. Die studie toon die betekenisvolle resultaat dat studente wat grootliks verskil ten opsigte van hul werksetiek na alle waarskynlikheid nie goed sal saamwerk as 'n programmeringspaar nie (Williams *et al.*, 2006:418). Die meeste studente hou daarvan om in 'n paar saam te werk met 'n ander student wie se ambisie om sukses in die kursus te behaal met hul eie ooreenstem (Williams *et al.*, 2006:417).

2.3.7.3 Die fisiese werksomgewing

Die werksomgewing wat positief kan bydra tot effektiewe paarprogrammering moet van so 'n aard wees dat die twee programmeerders langs mekaar kan sit, sodat albei die skerm gelyktydig kan sien en die muis en sleutelbord kan deel. Kommunikasie in die paar, en selfs met ander pare, moet effektief kan geskied (Williams & Kessler, 2000:112). In die industrie kan individuele omgewingsvoorkeure 'n groter rol speel as in 'n opleidingsomgewing, bv. dat die programmeerders persoonlike voorkeure vir verskillende soorte sleutelborde kan hê (Ally *et al.*, 2005).

In die geval van *verspreide paarprogrammering* (vgl. 2.2.1) is dit egter nie moontlik dat die twee programmeerders in 'n paar fisies voor dieselfde rekenaar kan sit, op dieselfde skerm kan sien en dieselfde muis en sleutelbord kan deel nie, omdat hulle op geografies verskillende plekke is (Baheti *et al.*, 2002a:208; Flor, 2006:57). Die kommunikasie wat in sodanige geval plaasvind, word moontlik gemaak deur die gebruik van globale hoëspoed-rekenaarnetwerke (Flor, 2006:57; Navoraphan *et al.*, 2006:6) en toepaslike sagteware wat die kommunikasie sinchroniseer (Ho *et al.*, 2004a:73; Navoraphan *et al.*, 2006:6-7).

2.3.7.4 Die rol van die dosent

Navorsing het getoon dat die ontwikkeling van intellektuele vaardighede, soos dié wat met die ontwikkeling van sagteware geassosieer word, eksplisiete onderrig en gekonstrueerde oefening vereis, in 'n omgewing waar hierdie vaardighede toegepas kan word (Williams & Upchurch, 2001a). In Williams en Upchurch (2001a) se bespreking van verskillende strategieë wat in die onderrig van sagteware-ontwikkeling gebruik kan word, beklemtoon hulle dat die onderrig van deklaratiewe kennis (kennis wat tipies feite en begrippe wat uit handboeke verkry word, weerspieël) alleen nie genoeg is om effektiewe sagteware-ontwikkelaars of programmeerders

op te lei nie. Programmeerders moet in staat wees om hulle kennis in nuwe situasies toe te pas. Die verskil tussen oneffektiewe en effektiewe programmeerders is daarin geleë dat oneffektiewe programmeerders dit wat hulle geleer het gewoonlik net in soortgelyke situasies kan toepas, terwyl effektiewe programmeerders hul kennis in 'n wyer reeks van probleme kan toepas (Williams & Upchurch, 2001a). Die taak van die opvoeder in die doeltreffende opleiding van vaardige programmeerders behels dus 'n begrip van die prosesse onderliggend aan die ontwikkeling van sagteware, identifisering van die betrokke subvaardighede en rolle, eksplisiete onderrig van die toepaslike kennis en vaardighede, en om dan situasies te konstrueer wat van studente verwag om hierdie vaardighede toe te pas (Williams & Upchurch, 2001a).

Die implementering van paarprogrammering as onderrigstrategie is juis daarop gerig om kundige programmeerders op te lei wat in staat is om effektief met ander individue saam te werk en hul kennis en vaardighede in nuwe situasies te kan toepas, om sodoende hul kennisproduktiwiteit te verhoog. Om hierdie uitkomste te bereik verg van die dosent om die onderrigleer van programmering in 'n konteks van samewerkende leer te fasiliteer, wat baie meer moeite en tyd van die dosent vereis as wat die geval met 'n lesing sou wees (LeJeune, 2003:280). Paarprogrammering, as vorm van samewerkende leer, kan net tot sy reg kom as die dosent die implementering daarvan goed beplan en bestuur (Hahn, 2008:27). Suksesvolle paarprogrammering vereis nie alleen dissipline van die studente nie, maar ook positiewe versterking van die onderrigpersoneel (Williams *et al.*, 2008:445). Riglyne wat die dosent kan volg ter bereiking van effektiewe onderrigleer van paarprogrammering sluit in:

- *Motivering van studente*

  Teen die agtergrond van die tradisionele beskouing dat rekenaarprogrammering 'n solo-aktiwiteit is en studente om verskillende redes verkies om alleen te werk (sien 2.3.3), is dit noodsaaklik dat die dosent die rasionaal met en die proses van paarprogrammering as onderrigleerstrategie goed aan die studente sal verduidelik en motiveer voordat dit geïmplementeer word. Die studente moet presies verstaan wat die rol van die drywer en navigator onderskeidelik is en hoekom gereelde ruil van rolle belangrik is. Die dosent moet die studente oortuig van die positiewe aspekte van paarprogrammering in dieselfde mate as wat hyself/syself daarvan oortuig is (Williams & Kessler, 2003:244). Die navorsingresultate van vorige navorsingaktiwiteite kan gebruik word om studente te oortuig van die waarde van paarprogrammering as onderrigleerstrategie (Hahn, 2008:27).

- *Skep van 'n geskikte fisiese leeromgewing*

  Een van die take van die dosent is om toe te sien dat die fisiese werksomgewing die twee programmeerders in die paar sal toelaat om paarprogrammering maklik te implementeer. Die twee persone moet gemaklik langs mekaar voor dieselfde rekenaar kan sit, albei

gelyktydig op die skerm kan sien en hulle moet die muis en sleutelbord maklik kan deel (Williams & Kessler, 2000:112).

- *Keuse van programmeertake*

  Die effektiwiteit van paarprogrammering word voorts bepaal deur die soort programmeertake wat die dosent in die onderrigleersituasie gebruik. Programmeertake wat toepaslik is vir paarprogrammering, is goed ontwerp, wat behels dat dit vir studente die geleentheid skep om aktief kennis te verwerf en dit toe te pas, terwyl die ontwikkeling van ander vaardighede wat in die praktyk nodig is, soos kommunikasie- en spanwerkvaardighede, terselfdertyd bevorder word (LeJeune, 2003:275,276). Die soort take wat gekies word moet aanpas by die studente se bestaande kennis en vaardighede. Leer wat plaasvind tydens die uitvoering van leertake waarin studente moet saamwerk, is die beste as die studente se bestaande kennis en vaardighede voldoende is vir die eise van die nuwe taak, anders ontstaan 'n gevoel van frustrasie en mislukking (LeJeune, 2003:276).

- *Indeling en ruil van pare*

  Aangesien die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie ten doel het om by te dra tot die ontwikkeling van studente se vaardighede om met ander individue saam te werk en te kommunikeer, is dit belangrik dat pare vooraf deur die dosent ingedeel word en dat hulle samewerking gemonitor word. Studente leer op dié manier om met ander individue wie se vaardigheidsvlakke, persoonlikhede of werksetiek van hul eie verskil, saam te werk (Williams *et al.*, 2002b). Die dosent moet pare wat, om watter rede ook al, nie goed saamwerk nie, betyds identifiseer en die pare wissel om te voorkom dat die gebruik van paarprogrammering eintlik teenproduktief vir die leerproses is (Williams *et al.*, 2002a:210; Williams *et al.*, 2008:447).

  Williams en Kessler (2003:238-241) beveel aan dat die pare op gereelde basis anders ingedeel moet word om te voorkom dat studente gefrustreerd of ongeduldig raak as hulle met iemand moet saamwerk met wie hulle nie versoenbaar is nie, ten einde assessering meer betroubaar te maak en om studente met ander persoonlikheidstipes in aanraking te laat kom, sodat hulle kan leer om hul verskille ten beste te benut. As pare nie op 'n gereelde grondslag geruil word nie, verloor die programmeerders die voordeel van nuwe perspektiewe op probleme en oplossings (Langr, 2005). Gereelde samewerking met 'n ander groeplid in 'n paar voorkom dat die individuele programmeerder afhanklik raak van 'n spesifieke medeprogrammeerder se kennis en vaardighede (Williams *et al.*, 2000:20).

  Indien dieselfde jaargroep uit meer as een klasgroep studente bestaan, moet die lede van die programmeringspaar verkieslik uit dieselfde klasgroep kom. Op dié manier is *dit vir die*

dosent makliker om die samewerking tussen die lede te monitor, veral as daar van hulle verwag word om ook buite geskeduleerde klastye met mekaar saam te werk (Bevan *et al.*, 2002:104).

- *Kontrole gedurende die praktiese sessie*

  Die proses van paarprogrammering word bevorder deur goeie kontrole van die programmeringspaar se aktiwiteite deur die dosent (Williams *et al.*, 2008:447). Genoegsame geleenthede moet in die klaskamer geskep word vir paarprogrammering, waartydens die dosent of fasiliteerder elke paar 'n aantal keer gedurende die praktiese sessie moet besoek om seker te maak dat elke lid van die paar die proses van paarprogrammering reg implementeer (Williams *et al.*, 2002b; Williams & Kessler, 2003:240). Die dosent moet verseker dat die studente presies weet wat van hulle verwag word, sodat onsekerhede nie wrywing tussen die lede van 'n paar veroorsaak nie. Studente wat onder gemoniteerde toestande in pare programmeer, openbaar 'n meer positiewe gesindheid teenoor paarprogrammering (Layman *et al.*, 2005:T1A-2).

  Dit is veral in die geval van studente wat minder goed presteer belangrik dat paarprogrammering onder toesig van die dosent plaasvind (Williams *et al.*, 2002a:210), om seker te maak dat beide lede van die programmeringspaar aktief betrokke is, dat die rolle van drywer en navigator gereeld geruil word (Williams *et al.*, 2002b; Jacobson & Schaefer, 2008:94) en dat daar doelgerig gewerk word om die verlangde uitkomste te bereik. Paarprogrammering onder toestande waar daar nie toesig is nie, kan vir studente die geleentheid skep om hul name op programme te kry wat hulle nie heeltemal verstaan of op hul eie sou kon produseer nie (McDowell *et al.*, 2003a:62).

- *Deurlopende assessering*

  Assessering gedurende paarprogrammering behels assessering van beide die proses en die produk. Die dosent assesseer die samewerking wat in die paar plaasgevind het, maar ook die programmeringsvaardighede van die individuele lede om te bepaal of die verlangde uitkomste bereik is (Hahn, 2008:123; Jacobson & Schaefer, 2008:94). Assessering van die individuele lede kweek by elke lid 'n gevoel van verantwoordelikheid teenoor sy/haar spanmaat en verseker dat beide lede van die paar bydra tot die programmeringsaktiwiteit. Die dosent moet ook vir die lede van die paar geleentheid skep om mekaar te assesseer sodat elkeen kan rapporteer oor die maat se bydrae tot die proses (Williams *et al.*, 2002a:210; Williams *et al.*, 2002b). Laastens moet elke student geleentheid kry vir selfassessering ten opsigte van hul samewerking in die paar en leer wat plaasgevind het (Hahn, 2008:119) om hul eie leer en vordering te monitor.

Die implementering van paarprogrammering moet sorgvuldig beplan word (Bevan *et al.*, 2002:107). Gebruik van paarprogrammering as onderrigleerstrategie verander die dosent se rol van dié van 'n onderriggewer na dié van 'n fasiliteerder van leer en die studente is in 'n groter mate self verantwoordelik vir hul eie leer (McWhaw *et al.*, 2003:70). Die riglyne wat hierbo genoem is, kan die dosent daarin bystaan om die onderrigleer meer effektief te maak en om 'n kultuur van paarprogrammering te kweek. Gereelde besprekings met studente oor hul ervarings rakende paarprogrammering, byvoorbeeld gesamentlike verantwoordelikheid vir die programkode, wedersydse respek vir mekaar se vermoëns en standpunte, bereiking van uitkomste en hul beskouings oor die voor- en nadele van paarprogrammering, kan bydra om 'n paarprogrammeringskultuur te ontwikkel (Bevan *et al.*, 2002:105).

2.3.8 Leer wat tydens paarprogrammering plaasvind

Volgens Hedin *et al.* (2006) is eweknieleer ('peer learning') een van die belangrikste pedagogiese beginsels wat die leersiklus ondersteun. Paarprogrammering word beskou as 'n uitstekende toepassing van eweknieleer, omdat paarprogrammering behels dat twee koppe op dieselfde taak fokus, dat denke geverbaliseer word wat help dat elkeen verstaan hoe die ander persoon redeneer en probleme oplos, en dat hierdie interaksie help dat elkeen sy eie denke kan uitklaar (Hedin *et al.*, 2006). Paarprogrammering skep vir studente 'n geleentheid tot interaksie met ander studente sodat hulle mekaar kan help om die agtergrond van die probleem te verstaan en om oor elkeen se bydrae tot die oplossing daarvan te reflekteer (Cliburn, 2003:27). Hierdie benadering maksimaliseer die aantal moontlike oplossings omdat twee kognitiewe stelsels gekombineer word (Chaparro *et al.*, 2005:5). In 'n paar is die gesamentlike poel van idees groter en meer interaksie vind plaas, wat die leerproses fasiliteer (Sadasivan, 2005).

Die samewerkende aard van paarprogrammering skep 'n sosiaal-konstruktiwistiese konteks (vgl. 2.3.4) waarbinne beide eenstemmige ('univocal') en dialogiese ('dialogic') kommunikasie plaasvind (Berenson *et al.*, 2004:5). Eenstemmige denke behels gesprekke wat individue met hulself voer, terwyl dialogiese kommunikasie plaasvind in interaksie met ander (Berenson *et al.*, 2004:4,5). Paarprogrammering moedig die betrokke programmeerders aan om te kommunikeer en hul kennis met mekaar te deel, wat bydra tot die effektiwiteit van die span (Atli, 2006:5) en konstruksie van kennis (Bruffee, 1995:14).

Paarprogrammering is 'n kragtige onderrigleerstrategie in die ontwikkeling van goeie programmeringsvaardighede, veral vir beginnerprogrammeerders. Studente erken dat paarprogrammering hulle dwing om eers 'n duidelike, goedbeplande ontwerp vir die oplossing van 'n probleem te hê voordat hulle begin kodeer (DeClue, 2003:54). Elkeen kan nie *sommer*

net met 'n idee vorendag kom en begin kodeer nie. Die paar moet eers vooraf gesamentlik 'n ontwerp beplan, dit met mekaar bespreek en dan gesamentlik besluite oor die korrektheid en uitvoerbaarheid van die ontwerp neem. Hierdie samewerking tussen die twee lede van die paar lei tot beter begrip van mekaar se idees en het uiteindelik 'n afname in die tyd wat dit neem om die werklike kodering te doen tot gevolg (DeClue, 2003:54).

Dit is dikwels moeilik om studente te oortuig dat die leesbaarheid van die kode, skryfstyl en dokumentasie belangrik en nuttig is (DeClue, 2003:54), maar paarprogrammering lei natuurlikerwys daartoe dat hierdie aspekte 'n belangriker rol begin speel. Die omruil van die rolle van die navigator en die drywer veroorsaak dat die persoon wat as navigator opgetree het nou as drywer moet optree, en omgekeerd. 'n Maklik leesbare kode, wat kommentaar bevat en goed gedokumenteer is, maak dit vir die persoon wat oorneem net soveel makliker om die kode te lees en met die projek voort te gaan, sonder dat tyd gemors word om eers die kode en die ontwerp te probeer ontsyfer en te verstaan (DeClue, 2003:54). Die gelyke mate van verantwoordelikheid wat die twee lede van 'n paar het vir enige kode wat geskryf word, lei daartoe dat hulle hul kennis en vaardighede met mekaar deel. Hierdie deel in mekaar se kennis help om kennis te desentraliseer en te laat groei (Sadasivan, 2005).

Een van die aspekte van programmering wat dikwels baie frustrasie en moedeloosheid kan veroorsaak is die ontfouting van programme. Deur ontfouting in 'n paar te doen leer studente nie net die proses van georganiseerde toetsing en die gepaardgaande ontfouting van programme nie, maar ook die onderliggende beginsels wat toetsing noodsaaklik en nuttig maak (DeClue, 2003:54). Selfs vir goeie studente wat nie noodwendig voordeel trek uit die opspoor van koderingsfoute tydens paarprogrammering nie, kan dit voordelig wees om hul denke aan 'n maat te verduidelik ten einde foute in hul eie logika te bloot te lê (Layman *et al.*, 2005:T1A-4).

Die ontwikkeling van sagteware in die algemeen vereis 'n hele aantal verskillende vaardighede op verskillende vlakke, vanaf eenvoudige aspekte soos die sintaks van 'n programmeertaal en nutsopdragte ('tool commands') tot hoëvlak-kundigheid ten opsigte van ontwerp en organisatoriese en kommunikasievaardighede (Hedin *et al.*, 2006). Paarprogrammering skep vir die twee lede van die paar die geleentheid om uit mekaar se ervarings en kennis te leer, met inbegrip van eenvoudige sintaks en nutsopdragte ('tool commands'), maar ook gevorderde besluite ten opsigte van ontwerp en werkpraktyke (Hedin *et al.*, 2006). In die opleiding van studente as programmeerders sal die meerderheid studente meer leer as hulle met 'n maat saamwerk om 'n rekenaarprogram van goeie gehalte, wat werk, te ontwikkel as wat hulle sal leer deur alleen met 'n program wat nie werk nie, te sukkel (McDowell *et al.*, 2003a:64). Studente voel ook dat paarprogrammering hulle help om die moeiliker begrippe te verstaan

(DeClue, 2003:54) en dit wat hulle tydens paarprogrammering geleer het, na toekomstige ervaringe te kan oordra (Waite *et al.*, 2004:16).

Paarprogrammering skep 'n omgewing wat gevorderde, aktiewe leer aanhelp (Nagappan *et al.*, 2003:361). Beide studente en instrukteurs het gerapporteer dat die tyd wat op dié manier in die klas gebruik word, meer produktief en minder frustrerend is. Die verhoogde mate van leer wat met die implementering van paarprogrammering as onderleerstrategie plaasvind, word gereflekteer deur aspekte soos die verbeterde gehalte van onafhanklike opdragte (Williams *et al.*, 2002a:209; Mendes *et al.*, 2005:299; McDowell *et al.*, 2006:95), hoër eksamenpunte en slaagsyfers (Williams *et al.*, 2002a:209; Mendes *et al.*, 2005:299, 2006:111) en beter deurvloei van studente (Williams *et al.*, 2002a:209; McDowell *et al.*, 2006:95). Die verhoging in studente se selfvertroue as gevolg van die verhoogde mate van leer wat tydens paarprogrammering plaasvind, lei voorts tot groter persentasies studente wat besluit om met volgende programmeringskursusse voort te gaan (Mendes *et al.*, 2005:299; McDowell *et al.*, 2006:95).

Die meerderheid van studies wat tot dusver gedoen is rapporteer dat paarprogrammering hoogs doeltreffend is en bydra tot effektiewe en vinnige oordra van kennis (Sadasivan, 2005). Om hierdie rede is paarprogrammering 'n bruikbare metodologie wat in die praktyk gebruik kan word deur organisasies wat sagteware ontwikkel, sowel as deur opvoedkundige instansies tydens die onderrig en opleiding van programmeringstudente (Hulkko & Abrahamsson, 2005:503; Sadasivan, 2005).

2.3.9 Positiewe aspekte van paarprogrammering

In die oorsig oor die positiewe aspekte van paarprogrammering word daar onderskei tussen die professionele en opvoedkundige verband, aangesien daar in professionele verband of in die industrie sekere aspekte van paarprogrammering is wat glad nie binne opvoedkundige verband van belang is nie, en andersom. Die positiewe aspekte van paarprogrammering wat in die industrie ervaar word, word eerstens weergegee, waarna die positiewe aspekte wat in onderwys en opleiding ervaar word, meer volledig bespreek word.

Die implikasies van paarprogrammering in die industrie word vir die doel van hierdie studie as belangrik beskou as gevolg van die verwantskap daarvan met die kennisproduktiwiteit van die programmeerders wat aan 'n spesifieke organisasie verbonde is, terwyl die implikasies van paarprogrammering teen 'n opvoedkundige agtergrond verband hou met die kennisproduktiwiteit in leer van die leerders of studente wat as programmeerders opgelei word.

2.3.9.1 In professionele verband

Een van die belangrikste oorwegings ten opsigte van die gebruik van paarprogrammering in die industrie is die ekonomiese implikasies daarvan. Indien paarprogrammering in die praktyk onekonomies sou wees, sou bestuurders dit eenvoudig nie toelaat nie. 'n Ondersoek na die ekonomiese implikasies van paarprogrammering het getoon dat daar 'n toename van ongeveer 15% in die totale werkure van twee programmeerders is, maar dat daar terselfdertyd 'n afname van ongeveer 15% is in die aantal foute wat gemaak word (Williams & Upchurch, 2001b:327; Cockburn & Williams, 2003:167). As die totale aantal werksure, die gehalteversekering en die ondersteuningskoste in berekening gebring word, is die ekonomiese analise ten gunste van paarprogrammering.

'n Soortgelyke eksperiment is deur prof J.T. Nosek van die Temple Universiteit uitgevoer waarin die werk van paarprogrammeerders met dié van individuele programmeerders vergelyk is (Williams & Kessler, 2000:110). Aanvanklik was die meerderheid programmeerders skepties oor die idee van programmering in pare, maar ná afhandeling van die eksperiment is bevind dat die werkverrigting van die programmeerders wat in pare gewerk het, baie beter was as dié van die individuele programmeerders. Behalwe dat die pare die werk wat hulle gedoen het baie meer geniet het en meer vertroue in hul oplossings gehad het, het hulle die taak 40% vinniger en meer effektief verrig deur beter algoritmes en kode in minder tyd te lewer (Nosek, 1998:105; Williams & Kessler, 2000:110). In die industrie verwys "beter kode" na kode wat goedkoop onderhoud vereis sonder ongunstige impak op die stelsel (Langr, 2005).

Die belangrikste positiewe aspekte van paarprogrammering in die industrie kan *soos volg* opgesom word:

- Die voortdurende nagaan van die programkode tydens paarprogrammering lei daartoe dat die meeste foute raakgesien word terwyl dit getik word, en dat die foute wat in programme voorkom, statisties minder is (Williams & Kessler, 2000:109; Cockburn & Williams, 2003:174; Jensen, 2005:24; Sadasivan, 2005).
- Die inkrementele verbetering van die programontwerp kan vinniger plaasvind as gevolg van die navigator se deurlopende nagaan van die kode (Hulkko & Abrahamsson, 2005:495; Dick & Zarnett, 2007:82-83).
- Die deurlopende kommunikasie en interaksie tussen die lede van die paar lei tot beter ontwerpe, korter programkode en vinniger oplos van probleme (Cockburn & Williams, 2003:174; Langr, 2005; Dick & Zarnett, 2007:83).
- Samewerking tussen die twee programmeerders bevorder die begrip van gesamentlike eienaarskap van die program (Dick & Zarnett, 2007:83).

- Die betrokkenes leer beduidend meer van 'n stelsel en van sagteware-ontwikkeling, sodat meer mense uiteindelik elke deel van die stelsel verstaan (Cockburn & Williams, 2003:174; Langr, 2005).
- Omdat daar meer mense is wat die stelsel verstaan, word die afhanklikheid van spesifieke personeel verminder (Langr, 2005; Davies, 2006:5).
- 'n Meer gelykmatige, onderhoubare ritme van ontwikkeling van 'n stelsel is moontlik (Langr, 2005).
- Toetsing van eenhede van die program word deegliker en vinniger uitgevoer omdat die twee programmeerders mekaar se werk nagaan (Davies, 2006:5; Dick & Zarnett, 2007:83).
- Mense leer om saam te werk en meer gereeld te kommunikeer, wat lei tot beter vloei van inligting, spandinamika en beter dissipline van die spanlede, en ook dat hulle hul werk meer geniet (Cockburn & Williams, 2003:174; Langr, 2005; Sadasivan, 2005; Atli, 2006:3).

Langr (2005) onderskei voorts tussen die positiewe aspekte van paarprogrammering vanuit die perspektief van die bestuur van 'n organisasie en vanuit die perspektief van die werknemer. Vir die bestuur is paarprogrammering positief ten opsigte van verminderde risiko's, korter leerkurwes vir nuwelinge, probleme wat minder verbloem is, voldoening aan standaarde, kruisbestuiwing tussen programmeerders en as onderhoudskriterium ("kan ons met hierdie persoon saamwerk?") (Langr, 2005). Vir die werknemer lê die positiewe aspekte van paarprogrammering in 'n bewustheid van die groter geheel van die stelsel, verminderde tyd in vergaderings om verskillende dele van die stelsel te hersien, die deurlopende leerproses, die moontlikheid om tussen spanne te beweeg (indien persoonlikheidsbotsings voorkom) en die geleentheid vir 'n nuwe werknemer om vinniger te leer en gouer 'n bydrae te maak as hy/sy met 'n ervare programmeerder saamwerk (Langr, 2005).

Indien in ag geneem word dat die kennisproduktiwiteit in 'n organisasie geëvalueer word op grond van die samewerking in 'n groep wat lei tot verbetering van kennis, verbetering in die verstaan van 'n probleem, verandering in individuele perspektiewe, verbintenis om met die groep saam te werk en verbintenis om die resultate van die proses tot voordeel van die organisasie te gebruik, is dit duidelik dat paarprogrammering 'n direkte positiewe bydrae tot elkeen van hierdie aspekte kan maak.

2.3.9.2 In opvoedkundige verband

Die belangrikste oorweging vir die gebruik van paarprogrammering as onderrigleerstrategie is die mate waartoe leer deur die toepassing daarvan bevorder word. Navorsing oor paarprogrammering in opvoedkundige verband het die volgende positiewe aspekte van paarprogrammering bevind:

- *Gehalte van programmeringsopdragte*

  Paarprogrammering, waartydens programmeerders sy aan sy werk en die kode deurlopend hersien, het tot gevolg dat baie minder foute in die programkode voorkom (Williams & Upchurch, 2001b:327; Cockburn & Williams, 2003:168; Ho *et al.*, 2004b) en studente se programmeringsopdragte van hoër gehalte is (Williams & Upchurch, 2001b:328; Preston, 2006b:16; Sherrell & Robertson, 2006:151). Programme van hoër gehalte is die resultaat van die aktiewe en deurlopende monitering van die drywer se werk deur die navigator en die uitruil van idees en kennis (Layman *et al.*, 2005:T1A-4). Die programme wat deur pare gelewer word, is gewoonlik minder kompleks, beter leesbaar, korter en makliker om te verstaan (McDowell *et al.*, 2002:41; Thomas *et al.*, 2003:367; Hanks *et al.*, 2004:177; Bipp *et al.*, 2008:239). Studente behaal gevolglik beter resultate in programmeringsopdragte wat nagesien word (Bevan *et al.*, 2002:104; Williams *et al.*, 2002a:198).

- *Tydsbesteding*

  Williams en Upchurch (2001b:329), beklemtoon dat programmeerders wat in pare werk, konsekwent rapporteer dat hulle komplekse probleme in 'n korter tyd oplos, omdat beide lede van die paar se kennis en vaardighede lei tot die ontstaan van meer alternatiewe en kreatiewe oplossings. Dit neem studente wat in pare programmeer dus minder tyd om programmeringsprojekte te voltooi (McDowell *et al.*, 2003a:60; Preston, 2006b:16). Die lede van die paar konsentreer meer op die taak en daar is dadelik 'n maat byderhand om vrae te beantwoord (Bipp *et al.*, 2008:239). Sadasivan (2005) behaal soortgelyke resultate in sy ondersoek aan die Auckland University of Technology, naamlik dat paarprogrammering koste-effektief is ten opsigte van tyd wat aan programmeringstake bestee word.

  Onderhoude met studente toon dat die meeste studente oefeninge vinniger klaarmaak as hulle in pare werk as wanneer hulle alleen werk, alhoewel enkeles tog van mening is dat dit nie noodwendig vinniger is nie omdat die twee lede van die paar met dieselfde probleem vasgehaak het (Chaparro *et al.*, 2005:12). Tog meen Chaparro *et al.* (2005:12) dat, omdat dit twee verskillende kognitiewe stelsels is, daar meer alternatiewe oplossings behoort te wees, mits die twee lede van die paar oor moontlike oplossings onderhandel. Hulle moet nie net op een oplossing besluit en daarmee aanhou sukkel as dit nie goed werk nie. Lede moet saamstem oor hul benadering tot die oplossing van 'n probleem want dit skep geleentheid vir vrugbare besprekings wat die moontlike aantal oplossings kan uitbrei (Chaparro *et al.*, 2005:14).

  Tydsbeparing word ook meegebring deur die voorkoming van koderingsfoute as twee persone tydens paarprogrammering saamwerk, omdat die navigator deurgaans besig is om

die werk van die drywer te monitor vir foute en daar nie later na foute gesoek hoef te word nie (Layman *et al.*, 2005:T1A-4).

- *Produktiwiteit*

  Samewerking tydens paarprogrammering lei tot hoër produktiwiteit, omdat minder tyd bestee word aan die soek van foute en omdat deelnemers aktief besig is as hulle in pare werk (Layman *et al.*, 2005:T1A-4; Canfora *et al.*, 2007:1317). As studente in pare saamwerk kan hulle dadelik vir mekaar vrae vra as daar probleme opduik, eerder as om vir die dosent te wag (Ferzli *et al.*, 2002:3). Studente wat alleen werk, vra twee tot drie keer meer tegniese vrae aan dosente as studente wat in pare werk (Williams *et al.*, 2000:24). Terwyl studente wat alleen werk, wag op antwoorde of hulp van die dosent is hulle gewoonlik onproduktief. Pare is veral produktief as hulle nuwe, oorspronklike probleme moet oplos, omdat hul gesamentlike poel kennis, vaardighede en alternatiewe hulle in staat stel om vinniger by 'n oplossing uit te kom (Lui & Chan, 2003:232).

- *Tevredenheid van programmeerders*

  Studente in klasse waarin paarprogrammering geïmplementeer is, is baie minder gefrustreerd en geniet dit deurgaans meer om in pare te programmeer as om alleen te werk (Williams *et al.*, 2000:19; Williams & Upchurch, 2001b:327; Cliburn, 2003:28; Cockburn & Williams, 2003:167). Daar ontwikkel 'n kameraderie tussen die twee programmeerders wat saamwerk en hulle kan hul programme met meer vertroue aanpak (Williams & Upchurch, 2001b:328; Cockburn & Williams, 2003:167; Hanks *et al.*, 2004:180). Die feit dat daar minder foute in hulle werk voorkom, verhoog studente se gevoel van selftevredenheid (Williams & Upchurch, 2001b:328) en kweek positiewe gesindhede ten opsigte van samewerkende leer (DeClue, 2003:55; VanDeGrift, 2004:6). Thomas *et al.* (2003:367) bevind dat dit veral studente met minder selfvertroue is wat paarprogrammering die meeste geniet. Hierdie bevinding word deur die ondersoek van Nicolescu en Plummer (2003:210) ondersteun.

  Paarprogrammering verminder veral die frustrasies van beginnerprogrammeerders omdat hulle op dié manier 'n maat het met wie hulle oor 'n program kan redeneer (Bishop-Clark *et al.*, 2006:217). Hulle hou daarvan om 'n ander programmeerder naby te hê met wie hulle oor benaderings tot probleemoplossing kan praat (DeClue, 2003:53) of met wie hulle kan redeneer as hulle vashaak (Simon & Hanks, 2007:78). Deur met 'n eweknie oor die probleem te praat, laat minder vaardige studente minder hulpeloos voel as wanneer hulle alleen moet sukkel (Williams & Upchurch, 2001b:330).

- *Selfvertroue*

  Nog een van die positiewe aspekte van paarprogrammering wat Williams *et al.* (2002a:198) in hulle ondersoek waargeneem het, is dat studente baie meer selfvertroue het nadat hulle aan paarprogrammering blootgestel is. Sadasivan (2005) se ondersoek aan die Auckland University of Technology, sowel as Mendes *et al.* (2005:296), Hanks *et al.* (2004:180) en Layman *et al.* (2005) se navorsing lewer soortgelyke resultate. Die toename in selfvertroue kan moontlik daaraan toegeskryf word dat verantwoordelikheid vir die oplossing van die probleem gedeel word en studente minder oorweldig voel deur die verantwoordelikheid van besluitneming (Ally *et al.*, 2005).

- *Leer wat plaasvind*

  Paarprogrammeerders rapporteer herhaaldelik dat hulle baie by mekaar leer (Cockburn & Williams, 2003:168) en dat hulle die programmeringsproses beter verstaan (Mendes *et al.*, 2005:296; Preston, 2006b:16). Leer vind plaas deurdat die twee lede van die paar deurlopend kennis uitruil, van ontwerp van die algoritme, die gebruik van hulpmiddels ('tools'), en die reëls van die programtaal, tot algemene ontwerpsvaardighede (Williams & Upchurch, 2001b:329).

  Paarprogrammering kontekstualiseer 'n leeraktiwiteit op so 'n wyse dat die studente verklarende kennis, prosedurele kennis en metakognitiewe kennis uitruil (Williams & Upchurch, 2001b:330). Die terugvoer wat studente tydens paarprogrammering van mekaar kry, verhoog hul vermoë om moniteringsmeganismes vir hul eie leeraktiwiteite te ontwikkel (Williams & Upchurch, 2001b:330).

- *Akademiese prestasie*

  Paarprogrammering is op geen manier nadelig vir studente se prestasies nie (Nagappan *et al.*, 2003:362). Volgens Layman *et al.* (2005:T1A-2) behaal studente wat in pare programmeer, minstens dieselfde prestasies in die eksamen as tydens paarprogrammering. Die meeste navorsing toon egter dat paarprogrammering daartoe lei dat meer studente se eksamen- en toetsprestasies 'n besliste verbetering toon (Williams *et al.*, 2002b; Mendes *et al.*, 2005:299) en dat meer van hulle die programmeringskursusse waarmee hulle besig is slaag (McDowell *et al.*, 2003a:60). Dit is in ooreenstemming met navorsing wat oor samewerkende leer gedoen is wat bevind het dat prestasie verbeter as 'n individu saam met ander leer (McDowell *et al.*, 2002:41).

- *Spanbou*

  Paarprogrammering leer studente om in 'n span saam te werk (Mendes *et al.*, 2005:296; Simon & Hanks, 2007:76). Sodoende leer hulle om hul probleme en oplossings gouer met

mekaar te deel en geen verskuilde agendas vir mekaar te hê nie (Williams & Upchurch, 2001b:330).

- *Kommunikasie*
  Paarprogrammeerders leer om makliker en meer gereeld probleme en oplossings met mekaar te bespreek, wat lei tot meer effektiewe kommunikasie (Williams & Upchurch, 2001b:327; Cockburn & Williams, 2003:168).

- *Werklading van personeel*
  In opvoedkundige verband bring paarprogrammering op verskillende wyses 'n afname ten opsigte van die werklading van dosente en die eise wat aan laasgenoemde gestel word (Williams *et al.*, 2002a:198). Eerstens verminder dit die nasienwerk van opdragte met die helfte (Cliburn, 2003:28; Mendes *et al.*, 2005:296; Williams *et al.*, 2008:446). Tweedens vra studente minder vrae, omdat hulle mekaar help en is hulle gevolglik minder afhanklik van die dosent (Williams & Upchurch, 2001b:328; Sadasivan, 2005). Paarprogrammering verlig die las op dosente omdat lede van die paar eers self probeer om hul probleme op te los en die dosent dan meer effektief hulp kan verleen aan studente wat wel probleme ondervind (Nagappan *et al.*, 2003:362).

- *Retensie*
  Paarprogrammering dra daartoe by dat meer studente, wat andersins 'n programmeringskursus sou gestaak het, die kursus voltooi en slaag (McDowell *et al.*, 2002:41, 2003b:602; Nagappan *et al.*, 2003:362; Mendes *et al.*, 2005:296; Braught *et al.*, 2008:204). Hierdie tendens word ook bevestig deur 'n aantal studies rakende paarprogrammering wat by die Universiteit van Kalifornia in Santa Cruz met studente in die inleidende programmeringskursus gedoen is (Layman *et al.*, 2005:T1A-2).

- *Volharding met rekenaarverwante vakke*
  In aansluiting by die bevinding dat meer studente programmeringskususse voltooi en dit nie sommer deur die loop van 'n semester staak nie, word daar ook bevind dat meer studente wat tydens die inleidende programmeringskursusse in pare geprogrammeer het beduidend meer geneig is om vir meer as een jaar aan te hou met hoofvakke wat verwant is aan die rekenaarwetenskappe (McDowell *et al.*, 2003a:60; Layman *et al.*, 2005:T1A-2).

- *Uitwerking van paardruk*
  Studente wat in pare programmeer is minder geneig tot oneerlikheid as gevolg van die paardruk ('pair-pressure') wat hulle dwing om vroegtydig met projekte te begin, hul tyd meer effektief te gebruik en hul opdragte stiptelik in te handig (Williams *et al.*, 2000:23; Williams &

Upchurch, 2001b:330; Hanks *et al.*, 2004:180). Die positiewe druk wat die lede van die paar op mekaar uitoefen motiveer ook studente om harder te werk, want hulle wil nie hul maats in die steek laat nie (Ho *et al.*, 2004b; Sadasivan, 2005).

- *Houding teenoor samewerkende omgewing*
  Oor die algemeen hou studente van paarprogrammering en hulle glo dat dit hulle help om goeie oplossings vir probleme te kry (Thomas *et al.*, 2003:367). Studente wat in pare geprogrammeer het, is meer positief teenoor samewerkende omgewings, wat uiteindelik in hul professionele lewe tot hul voordeel kan wees (Nagappan *et al.*, 2003:362).

2.3.10 Potensiële probleme met paarprogrammering

Navorsing rakende paarprogrammering as onderrigleerstrategie het ook enkele probleme en kwessies opgelewer. Toepassing van die beginsels van suksesvolle samewerkende leer behoort die effek van elk van hierdie aspekte binne die opvoedkundige omgewing te verminder of teë te werk. Die potensiële probleme wat deur navorsers aangedui is, sluit in:

- Sommige studente verkies om verskillende redes steeds om alleen te werk aan programmeringstake (Thomas *et al.*, 2003:367; Waite *et al.*, 2004:13). Hierdie gesindheid sal van die dosent vereis om die rasionaal met paarprogrammering as onderrigleerstrategie goed te motiveer en die studente van die waarde daarvan te oortuig (Williams & Kessler, 2003:244).

- Studente vind dit somtyds moeilik om tye te skeduleer om saam te werk aan opdragte wat hulle gesamentlik moet voltooi (Bevan *et al.*, 2002:101; DeClue, 2003:53; Simon & Hanks, 2007:79). Hierdie probleem kan voorkom word as die dosent gedurende die klasperiodes voldoende geleentheid gee vir voltooiing van programmeringstake.

- Sommige studente wil nie met ander met verskillende persoonlikhede en vaardigheidsvlakke saamwerk nie (Thomas *et al.*, 2003:367; Chaparro *et al.*, 2005:7). Die student moet dus tot die besef gebring word dat alleenwerk in konflik is met sy toekomstige professionele lewe waar samewerking met ander beide aangemoedig en vereis word (Nagappan *et al.*, 2008).

- Studente is bekommerd daaroor dat daar 'n oneweredige deelname deur die twee lede van die paar kan wees (Mendes *et al.*, 2005:296) en dat parasitiese studente krediet kan kry wat hulle nie verdien nie (Cliburn, 2003:28). Toepassing van die beginsel van individuele

aanspreeklikheid, wat onder andere behels dat elke lid van 'n groep individueel getoets word en individueel punte kry (Davidson, 2002:182; Barkley *et al.*, 2005:9), kan studente se bekommernis oor oneweredige deelname en onverdiende krediet uitskakel.

- Ten spyte van al die voordele is paarprogrammering soms veeleisend en oneffektief (Chaparro *et al.*, 2005:6), veral as die twee lede van die paar om die een of ander rede onversoenbaar is. Hierdie probleem kan voorkom word deur pare op gereelde basis verskillend in te deel.

2.3.11 Paarprogrammering as onderrigleerstrategie op sekondêre skoolvlak

Navorsing rakende paarprogrammering het tot dusver gekonsentreer op paarprogrammering in professionele verband en/of op die tersiêre opleidingsvlak. Tot en met die navorsing van Werner *et al.* (2004) is paarprogrammering nog glad nie op skoolvlak getoets nie en min bewys kon gekry word van navorsing wat gedoen is rakende paarprogrammering op sekondêre skoolvlak in Suid-Afrika. Die voordele van die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie, soos beredeneer in 2.3.9.2, verskaf voldoende motivering vir die toetsing van paarprogrammering as onderrigleerstrategie op sekondêre skoolvlak. In 2.3.10 is die moontlike probleme met paarprogrammering aangedui, maar voorstelle is gemaak oor metodes wat gebruik kan word om die invloed van die moontlike probleme wat kan ontstaan te verminder.

Werner *et al.* (2004:162) verskaf 'n aantal redes waarom paarprogrammering die potensiaal het om ook op skoolvlak 'n effektiewe onderrigleerstrategie te wees, naamlik:

- Paarprogrammering skep geleenthede vir interaksie met eweknieë, wat daartoe lei dat leerders programmering meer geniet. Die idee van programmering as 'n alleenaktiwiteit kan dus teengewerk word.
- Paarprogrammering bevorder dialoog oor die leerproses aangesien leerders begrippe moet verwoord en eienaarskap moet neem van wat hulle weet as hulle saam met iemand anders moet programmeer.
- Leerders leer ander se strategieë vir programmering en probleemoplossing, wat vereis dat hulle oor idees en voorkeure moet onderhandel en moontlik hul eie perspektiewe moet verander.
- Leerders leer om met ander saam te werk, wat vir hulle voordelig is in hul voorbereiding vir 'n beroep, omdat dit 'n vaardigheid is wat in die industrie baie hoog aangeslaan word.

In 1.2 is daar met verwysing na die Suid-Afrikaanse onderwysopset aangevoer dat een van die kritieke uitkomste van die Nasionale Kurrikulumverklaring is dat leerders in staat moet wees om effektief met ander lede van 'n groep, span, organisasie of gemeenskap te kan saamwerk. Die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie in die onderrigleer van Inligtingstegnologie as vak op sekondêre skoolvlak kan 'n groot bydrae lewer to die bereiking van hierdie uitkomste.

2.4 KENNISPRODUKTIWITEIT

2.4.1 Kennisproduktiwiteit in die ekonomiese milieu

Kennisproduktiwiteit is een van die kritieke elemente van die huidige kennisdominante ekonomie (Verdonschot, 2006:671). Die proses behels dat toepaslike kennis geïdentifiseer, versamel en geïnterpreteer word met die oog op ontwikkeling van nuwe vaardighede (Verdonschot, 2006:671) en generering, verspreiding en toepassing van nuwe kennis (Kessels, 2001:497), wat lei tot deurlopende verbetering en radikale innovering in bedryfsprosedures, prosesse, produkte en dienste (Harrison & Kessels, 2004:145; Keursten *et al.*, 2006:406). Verbetering en innovering is dus afhanklik van die generering van nuwe kennis en ontwikkeling van nuwe bevoegdhede op grond van die inligting wat ingesamel is (Kessels, 2004).

Generering van nuwe kennis is deurgaans nodig omdat bestaande kennis baie gou verouderd kan raak (Koski, 2001:490). Keursten *et al.* (2006:406) beklemtoon dat generering van nuwe kennis alleen nie genoeg is om kennisproduktiwiteit te bewerkstellig nie. Kennis het net waarde as dit oorgaan in 'n aksie – die toepassing van kennis maak kennis produktief (Keursten *et al.*, 2006:406). Kennisproduktiwiteit is dus kennisgenerering plus kennistoepassing (Kessels, 2004; Keursten *et al.*, 2006:408). Kennisgenerering en kennistoepassing, met ander woorde kennisproduktiwiteit, word vergestalt deur die generering van konseptuele verstandsprodukte (artefakte), wat die produkte of objekte van doelbewuste denke, gesprekvoering en beredenering is (Bereiter, 2002:76). Konseptuele artefakte is die produksie van kennis in een of ander verspreibare vorm (byvoorbeeld 'n plan, benadering, riglyn, bloudruk, skema) wat aangewend kan word om die praktyk te verbeter (Bereiter, 2002:295).

Kennisgenerering en -toepassing wat lei tot verbetering van die praktyk en innoveringe is nie 'n moderne fenomeen nie. Bielaczyc en Collins (2006:37-39) beskryf voorbeelde van die suksesverhale van gemeenskappe waarin kennisgenerering en die uitbouing van hierdie kennis die grondslag gelê het vir praktykverbetering en innoveringe in die gemeenskappe, maar wat

uiteindelik tot die voordeel van die ganse mensdom gestrek het. Van die bekende kennisgenererende gemeenskappe waarna Bielaczyc en Collins (2006:37-39) verwys, dateer sover as 2500 jaar terug na die Griekse gemeenskap van Ionië waarin Thales van Milete vasgestel het hoe om die hoogte van 'n groot voorwerp te bereken deur die lengte van die skaduwee daarvan en die hoek van die son bo die horison te gebruik. Deling van hierdie en ander kennis met mede-Grieke in Ionië het gelei tot 'n ongekende belangstelling in die wetenskap en wiskunde en het uiteindelik bekendes soos Pythagoras, Hippokrates en Demokritus opgelewer. Ander voorbeelde van bekende uitnemende kennisgenererende gemeenskappe is dié van Cremona, Italië waar die vervaardiging van Amati-viole in die 16e eeu ontstaan het en Dalton, Georgia waar die vervaardiging van matte in die 19e eeu ontstaan het (Bielaczyc & Collins, 2006:38). Die bekendste resente voorbeeld van 'n kennisgenererende gemeenskap is dié van Silicon Valley in die VSA, waar kennisgenerering, -deling, -toepassing en -uitbouing gelei het tot die grootste konsentrasie van industrieë op die gebied van hoë tegnologie.

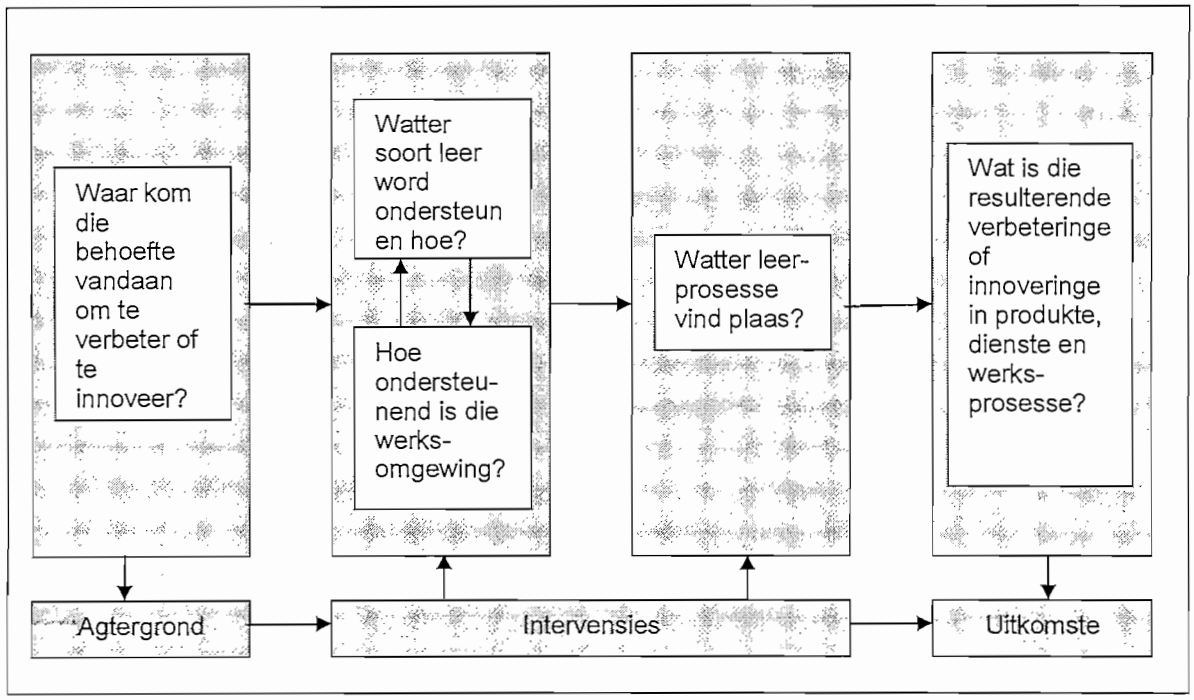
Uit bogenoemde voorbeelde identifiseer en bespreek Bielaczyc en Collins (2006:41-44) 'n aantal aspekte wat kenmerkend is van suksesvolle kennisgenererende gemeenskappe, naamlik kennisdeling, veelvuldige perspektiewe, eksperimentering, spesialisering, kognitiewe konflik en bespreking, refleksie en sintese. Hierdie kenmerke is ook sigbaar teen die kleiner agtergrond van 'n kennisproduktiewe organisasie. Vervolgens word 'n aantal belangrike aspekte genoem, soos uit die literatuur verkry, wat dan in die res van hierdie hoofstuk verder toegelig en bespreek word. 'n Kennisproduktiewe organisasie word gekenmerk deur:

- Die generering van nuwe kennis, wat daarvan afhanklik is dat daar geput word uit individue se onuitgesproke insigte, intuïsies en voorgevoelens en dat hierdie inligting beskikbaar gemaak word vir toetsing en gebruik deur die organisasie as 'n geheel (Nonaka, 1996:19). Kennisdeling is 'n kritiese stap in die omskakeling van persoonlike kennis wat tot voordeel van die organisasie kan wees. Deur kennis met ander individue te deel, word die kennis uit verskillende hoeke deur verskillende individue oorweeg en geëvalueer (Wang *et al.*, 2006:119). Beide die individu en die groep in 'n organisasie word betrek, omdat kennisgenerering 'n individuele eienskap, sowel as 'n relasionele proses is (Harrison & Kessels, 2004:148).
- Persoonlike verbintenis ('commitment'), met ander woorde die werknemers se gevoel van een wees met die organisasie en sy missie (Nonaka, 1996:19).
- 'n Samewerkende omgewing waarin die daaglikse werksaamhede só ontwerp is dat dit kennisproduktiwiteit ondersteun (Harrison & Kessels, 2004:148) en die individue in hierdie omgewing gestimuleer word om hul kennis te ontwikkel, uit te ruil en te kommunikeer (Tillema, 2005:83).

Daar is steeds 'n groeiende behoefte in die praktyk om organisasies in die rigting van kennisproduktiwiteit te stuur en die bevoegdhede van hul werknemers op 'n kennisproduktiewe manier te gebruik (Tillema, 1998:185). Die insette van kennisproduktiwiteit bestaan uit individuele en spanbekwaamhede, terwyl die uitkomste daarvan verbeterings en innoveringe is (Harrison & Kessels, 2004:164). Die mate waartoe beide individue en groepe in 'n organisasie hul bevoegdhede aanwend om bedryfsprosedures, produkte en dienste stelselmatig te verbeter en radikaal te innoveer, bepaal die kennisproduktiwiteit (Keursten *et al.*, 2006:406). Die belangrikheid van samewerking in groepe/spanne in groot maatskappye het oor die afgelope dekade al hoe meer toegeneem (Dawe, 2008). Gevolglik is maatskappye op die uitkyk vir jong werkslui wat met ander kan saamwerk, komplekse probleme kan oplos en in staat is om domeinspesifieke kundigheid met sosiale en kommunikatiewe vaardighede te kombineer (Bitter-Rijpkema *et al.*, 2003:19). Teen die agtergrond van kennisproduktiwiteit is presterende werkslui daardie individue wat lewenslange leerders is en in staat en gewillig is om die kennis en ervaringe waaroor hulle beskik, kreatief en innoverend aan te wend (Bitter-Rijpkema *et al.*, 2003:19).

2.4.2 'n Raamwerk vir kennisproduktiwiteit

Op grond van navorsing wat op die terreine van menslike hulpbronontwikkeling, organisasie-teorieë en leerteorieë gedoen is, het Keursten *et al.* (2006:407) 'n konseptuele raamwerk vir kennisproduktiwiteit ontwikkel, met die doel om dit met verdere navorsing te toets, te verbeter en te valideer. Hierdie raamwerk word diagrammaties in figuur 2.2 voorgestel.



Figuur 2.2 Konseptuele raamwerk vir kennisproduktiwiteit (Keursten et al., 2006:407)

Ter verduideliking van die konseptuele raamwerk vir kennisproduktiwiteit die onderstaande:

- *Agtergrond*

  Die agtergrond van die organisasie verskaf die redes vir innovering en verbetering. Dit beïnvloed ook die rigting wat die organisasie inslaan en die uitdagings wat daarmee gepaard gaan (Keursten *et al.*, 2006:410; Verdonschot & Keursten, 2006:3). Die redes vir verbetering kom gewoonlik van buite die organisasie (mark-, tegnologiese, sosiale en omgewingsontwikkelinge en gebruikersbehoeftes), maar kan ook voorspruit uit interne uitdagings en ambisies (probleme in werkprosesse, werkersatisfaksie en verandering in visie) (Keursten *et al.*, 2006:410).

- *Uitkomste vir die organisasie*

  Die resultate van kennisproduktiwiteit word gemeet met inagneming van konkrete verbeterings en innoveringe (Keursten *et al.*, 2006:407; Verdonschot & Keursten, 2006:2).

- *Leer wat ondersteun word om nuwe bevoegdhede te ontwikkel*

  Keursten *et al.* (2006:408) identifiseer sewe verwante leerfunksies wat bydra tot die ontwikkeling van bevoegdhede wat nodig is om kennisproduktief te wees: ontwikkeling van vakinhoudelike kundigheid; identifisering en hantering van probleme; kweek van reflektiewe vaardighede en metakognisie; ontwikkeling van kommunikasie- en sosiale vaardighede; ontwikkeling van vermoëns tot selfregulering van motivering en affeksie; bevordering van

vrede en stabiliteit; en skep van kreatiewe onrus/opwinding/verwarring. Hierdie leerfunksies word in 2.4.4 meer volledig bespreek.

- *Ondersteuning van die werksomgewing*

  Die werksomgewing moet die leerfunksies ondersteun. Uit vorige navorsing is drie beginsels vir 'n ondersteunende werksomgewing geformuleer:

  - Verbetering van wedersydse toegeneentheid (die sosiale komponent):
    Kennisproduktiewe omgewings is ryk leeromgewings waarin die sosiale komponent samewerking bevorder. Eienskappe van die sosiale komponent wat samewerkende leer bevorder, sluit in wedersydse respek, waardering en integriteit, met 'n openheid vir konstruktiewe terugvoer en konfrontasie (Keursten *et al.*, 2006:409).
  - Soeke na 'n passie (die inhoudelike komponent):
    Kennisproduktiewe omgewings moedig die individu aan om sy affiniteit, motivering, passie en ambisie te gebruik om verbeterings van hoë gehalte moontlik te maak (Keursten *et al.*, 2006:409).
  - Oorreding tot kennisproduktiwiteit (selfbestuur):
    Kennisproduktiewe omgewings oorreed individue tot kennisproduktiwiteit deur selfbestuur van hul eie leer, refleksie en ontwikkeling van kennis (Keursten *et al.*, 2006:410).

- *Leerprosesse wat plaasvind*

  Drie prosesse word onderskei (Keursten *et al.*, 2006:408; Verdonschot & Keursten, 2006:2):

  - identifisering, insameling, uitruil en interpretasie van relevante inligting;
  - gebruik van hierdie inligting om nuwe bevoegdhede te ontwikkel; en
  - toepassing van hierdie bevoegdhede om te verbeter en te innoveer.

- *Intervensies*

  Hier word verwys na intervensies wat in die werksomgewing, die soort leer wat plaasvind en die leerprosesse gemaak kan word om kennisproduktiwiteit te bevorder (Verdonschot & Keursten, 2006:3). Die ondersoek deur Keursten *et al.* (2006:415-416) dui daarop dat kennisproduktiwiteit bevorder kan word deur die onderstaande soorte intervensies:

  - geleenthede om oor funksies en agtergronde heen saam te werk word opsetlik vir individue geskep en gekweek;
  - geleenthede word geskep wat individue uitnooi om nuwe interaksiepatrone en nuwe werksmetodes te ontwikkel;
  - deelname van persone betrokke by 'n projek word sigbaar en herkenbaar gemaak;
  - groepe word op grond van persoonlike belangstelling en kundigheid ingedeel;

- die groep word laat weet dat iemand wag vir die resultate van hul werk – dit laat hulle voel dat hulle erkenning kry en dat hul insette nodig is; en
- deelnemers word gestimuleer om te eksperimenteer en nuwe idees te ondersoek, deur die opdrag op so 'n manier te formuleer dat dit onafwendbaar is om 'n nuwe rigting in te slaan om die probleem op te los.

2.4.2.1 Toepassing van die raamwerk vir kennisproduktiwiteit op paar-programmering

Toepassing van die verskillende komponente van die raamwerk vir kennisproduktiwiteit (in 'n organisasie) op kennisproduktiwiteit in leer (tydens paarprogrammering) lei ooreenstemmend tot die onderstaande vrae met betrekking tot die leer wat plaasvind:

- *Agtergrond*

  Waar kom die behoefte vandaan om die leer wat plaasvind te verbeter of om innoverende onderrigleerstrategieë, soos paarprogrammering, te implementeer?

  Vroeër is reeds verwys na die behoefte van die industrie dat afstuderende programmeerders oor die nodige vaardighede moet beskik om effektief in die professionele omgewing te funksioneer (vgl. 2.3.3). Paarprogrammering is verder gerig op die opvoedkundige behoefte aan 'n onderrigleerstrategie wat leerders wat sukkel met programmering help om beter te presteer en die hoë uitvalsyfer teen te werk deur verhoogde retensie (vgl. 2.3.9.2).

- *Uitkomste*

  Wat is die resulterende verbeteringe of innoveringe in die leer wat plaasvind?

  Die resultate van kennisproduktiwiteit in leer word sigbaar in die gehalte van die programme wat gewoonlik minder kompleks, beter leesbaar, korter en makliker is om te verstaan (vgl. 2.3.9.2).

- *Leer wat plaasvind*

  Watter soort leer word ondersteun en hoe?

  In 2.3.8 is die leer wat in paarprogrammering plaasvind, bespreek. Soos in 2.3.8 aangetoon, sluit die leerfunksies wat gedurende paarprogrammering ontwikkel word probleemoplossing, refleksie, kommunikasie- en sosiale vaardighede en vakinhoudelike kundigheid met betrekking tot programmeringsvaardighede in, wat grootliks ooreenstem met dié wat Keursten *et al.* (2006:408) identifiseer (hierbo genoem) as bydraend tot die ontwikkeling van bevoegdhede wat nodig is om kennisproduktief te wees.

Hoe ondersteunend is die leeromgewing?

Hierbo is reeds aangetoon dat kennisproduktiwiteit in die geval van 'n kennisproduktiewe organisasie bevorder word as die werksomgewing aan die volgende beginsels voldoen: verbetering van wedersydse toegeneentheid (die sosiale komponent); soeke na 'n passie (die inhoudelike komponent); en oorreding tot kennisproduktiwiteit (selfbestuur). Net soos in die geval van 'n produktiewe organisasie waarin die werksomgewing die leerfunksies moet ondersteun, is 'n geskikte leeromgewing noodsaaklik om kennisproduktiewe leer tydens paarprogrammering te verseker. Wat die sosiale komponent van die leeromgewing waarin paarprogrammering plaasvind betref, is reeds verwys na die wyse waarop groepering plaasvind (vgl. 2.3.7.2) en die gemaklikheid van die lede van 'n programmeringspaar teenoor mekaar (vgl. 2.3.7.2.1). Ten opsigte van die inhoudelike komponent van die leeromgewing is die vaardigheidsvlakke van die twee programmeerders wat in 'n paar saamwerk (vgl. 2.2.7.2.1), die aard van die programmeringstaak (vgl. 2.3.7.4), die deurlopende assessering (vgl. 2.3.7.4) en die motiverende rol van die dosent (vgl. 2.3.7.4) genoem. In paarprogrammering word vir die programmeerders 'n leeromgewing geskep waarin hul geleenthede kry tot selfbestuur van hul eie leer, refleksie en kenniskonstruksie deur die uitvoering van die verskillende rolle in paarprogrammering (vgl. 2.3.6).

Watter leerprosesse vind plaas?

Die drie prosesse wat Keursten *et al.* (2006:408) asook Verdonschot en Keursten (2006:2), vir kennisproduktiwiteit in die industrie onderskei (vgl. 2.4.4), is net so van toepassing op paarprogrammering.

- Aanvanklik word daar in die probleemoplossingsproses tydens paarprogrammering vereis dat die leerder die gegewe probleem deeglik analiseer en die inligting wat nodig is om die probleem op te los duidelik identifiseer, op toepaslike wyses insamel, waar nodig uitruil, en dan interpreteer.
- Vervolgens word hierdie inligting gebruik vir die beplanning en ontwerp van 'n oplossing vir die probleem. Implementering van die plan vereis van die leerder die toepassing van bestaande en nuwe strategieë, kreatiewe denke en die herorganisasie van bestaande kennis, waardeur leer plaasvind en nuwe bevoegdhede ontwikkel word.
- Die laaste stap in die probleemoplossingsproses tydens paarprogrammering behels dat die hele probleemoplossingsproses geëvalueer word deur oor die proses self, asook die uitkomste daarvan, te reflekteer. Deur refleksie op die oplossingsproses word die leer wat tydens die proses plaasgevind het, versterk, en kan besluite geneem word oor die toekomstige toepassing van die vaardighede en bevoegdhede wat ontwikkel is.

- *Intervensies*

  Watter intervensies kan in die leeromgewing, die soort leer wat plaasvind en die leerprosesse gemaak word om kennisproduktiwiteit in leer te bevorder?

  Die intervensies wat paarprogrammering op die tradisionele onderrigleer van Inligtingstegnologie maak, sluit in:

  - die opsetlike skep van 'n geleentheid vir leerders om met ander saam te werk (vgl. 2.2.1, 2.3.1 en 2.3.3);
  - die bepaalde rolle en verantwoordelikhede wat aan die lede van die programmeringspaar toegeken word (vgl. 2.2.1, 2.3.6 en 2.3.7.1);
  - die skep van geleenthede om oor 'n probleem te kommunikeer en verskillende sieninge te deel (vgl. 2.3. en 2.3.7.1); en
  - die erkenning van eie, individuele en gesamentlike insette deur toepaslike assessering (vgl. 2.3.7.4).

2.4.3 Leer as kernelement van kennisproduktiwiteit

Leer maak die kern uit van al die prosesse wat nodig is vir verbetering en innovering in 'n organisasie, aangesien die insameling van relevante inligting, sowel as die ontwikkeling en toepassing van nuwe kennis en vaardighede op kragtige leerprosesse gebaseer is (Keursten *et al.*, 2006:406). Leerervaringe wat tot die ontwikkeling en toepassing van nuwe kennis en vaardighede bydra, vind in die werkplek plaas en word aangewend om waarde aan produkte en dienste toe te voeg (Alred & Garvey, 2000:262). Leerfunksies wat uitstaan wanneer na organisasies uit die perspektief van kennisproduktiwiteit gekyk word, behels tydsbestuur, verhoudings, kommunikasievaardighede en deling van kennis, probleemoplossing, kreatiwiteit, emosies, metakognitiewe vaardighede en 'n vermoë om oor optrede en ervaring te reflekteer (Alred & Garvey, 2000:262). In markgedrewe firmas/maatskappye is daar veral toenemende klem op die ontwikkeling van generiese vaardighede, soos kommunikasie, spanbou, onderhandeling en probleemoplossing (Dawe, 2008). Die leerfunksies wat tot kennisproduktiwiteit lei, word later meer volledig in 2.4.5 bespreek.

Leer wat tot kennisproduktiwiteit lei, is 'n sosiale proses, veral in die geval van innoverings-prosesse waar mense probeer om nuwe oplossings vir ongewone probleme te vind. Hierdie kennis word nie net iewers verkry nie, maar moet teen 'n sosiale agtergrond gekonstrueer word (Verdonschot, 2006:674). Aktiwiteite wat aan die beginsels van aktiewe leer voldoen, naamlik samewerking, effektiewe terugvoer en motivering, lei tot leer wat duursaam ('durable'), bestendig en betekenisvol is (Knowlton, 2007). Aldus word daar in die proses van kennisproduktiwiteit klem gelê op leer wat plaasvind deur iets saam te genereer of te skep

(Vaicaityte, 2006:9). Individue wat dikwels hul eie, bekende roetines en oplossings verkies, bly dan agter ten opsigte van kennisproduktiwiteit (Tillema, 2006:176).

'n Mens leer met die hulp van ander mense (Alred & Garvey, 2000:263). Vanaf geboorte leer die individu teen die agtergrond van verhoudings, wat uiteindelik ook die vermoë om onafhanklik te leer, insluit (Alred & Garvey, 2000:263). In 'n kennisproduktiewe omgewing moet die individu wat leer, kragtig, konstruktief en optimaal betrokke wees by die aktiwiteite van die organisasie (Alred & Garvey, 2000:263), in verskillende verhoudings en in verbintenis met ander (Alred & Garvey, 2000:264). Kennisproduktiwiteit is in 'n groot mate afhanklik van leeromgewings wat ontwikkeling, uitruil en kommunikasie van kennis tussen individue stimuleer (Tillema, 2006:174).

In die voorafgaande paragrawe is vier belangrike aspekte rakende leer in die proses van kennisproduktiwiteit aangeraak, naamlik die bydrae daarvan tot die ontwikkeling en toepassing van nuwe kennis en vaardighede, die leerfunksies wat uitstaan, die feit dat dit in 'n samewerkende omgewing plaasvind en dat dit optimale betrokkenheid van die individu vereis. Hiervolgens lei die leerervaringe tydens paarprogrammering ook tot die ontwikkeling en toepassing van nuwe kennis en vaardighede wat aangewend word om waarde aan die produkte van die programmeringsproses toe te voeg, deurdat die rekenaarprogramme wat gedurende paarprogrammering gegenereer word van hoër gehalte, met minder foute, makliker leesbaar en minder kompleks is (vgl. 2.3.9.2). Voorts korreleer die leerfunksies wat gedurende paarprogrammering uitstaan met dié van kennisproduktiewe organisasies, ten opsigte van tydsbestuur, produktiwiteit, spanbou, kommunikasievaardighede, deling van kennis, kreatiwiteit, onderhandeling, refleksie oor vorige ervarings en probleemoplossing (vgl. 2.3.9.2 en 2.3.8). Leer wat tydens paarprogrammering plaasvind is by uitstek samewerkend van aard en vereis aktiewe deelname van beide lede van die paar (vgl. 2.3.1).

2.4.4 Leerfunksies wat tot kennisproduktiwiteit lei

Al die elemente in die beskrywing van kennisproduktiwiteit (met ander woorde die insameling, absorbering en verwerking van inligting, generering en verspreiding van nuwe kennis, en toepassing van hierdie nuwe kennis) word deur leerprosesse ondersteun (Kessels, 2001:498). Volgens Kessels (2001:503-504) moet 'n organisasie wat sy kennisproduktiwiteit wil verbeter, fokus op die analise en ondersteuning van die volgende leerfunksies:

- *Vakinhoudelike kundigheid*

  Ontwikkeling van die vakinhoudelike kundigheid maak die kern uit van die meeste innoveringsprosesse (Kessels, 2004) en behels die ontwikkeling van kennis en vaardigheid wat direk verband hou met die teikenbevoegdhede van die organisasie (Katzenbach & Smith, 1998:41; Kessels, 2001:503; Harrison & Kessels, 2004:156). Vakverwante kundigheid wat in 'n kennisproduktiewe omgewing geproduseer word, kan tasbaar wees en lei tot 'n nuwe produk of prosedure (Alred & Garvey, 2000:264).

- *Probleemoplossing*

  Leer om probleme op te los deur domeinspesifieke kundigheid te gebruik, is onontbeerlik (Harrison & Kessels, 2004:156). Behalwe reproduktiewe vaardighede word veral produktiewe vaardighede vereis: wat om in nuwe en onduidelike, vae omskrewe probleemareas te doen (Kessels, 2001:503). Die groeplede moet in staat wees om die probleme én geleenthede waarmee hulle te make het, te identifiseer, hul opsies te oorweeg en besluite te neem oor hoe om voort te gaan (Katzenbach & Smith, 1998:41).

- *Reflektiewe vaardighede en metakognisie*

  Die ontwikkeling van reflektiewe vaardighede en metakognisie is bevorderlik vir die opspoor, verwerwing en toepassing van nuwe kennis (Kessels, 2001:503; Harrison & Kessels, 2004:156) en die toepassing daarvan in innoveringe en verbeterings. Hoe beter die individu se reflektiewe en metakognitiewe vaardighede ontwikkel is, hoe meer word sy/haar besluitnemingsvermoëns bevoordeel (Kessels, 2004) en hoe meer innoverend kan hy/sy wees (Verdonschot, 2006:671). Innovering is dan nie alleenlik die gevolg van goeie probleemoplossingsvaardighede nie, maar ook van die individu se vermoë om doelbewus die omstandighede vir homself/haarself en die span te skep ten einde innoverend te wees (Verdonschot, 2006:671).

- *Kommunikasievaardighede*

  Hier word verwys na die vaslegging van kommunikasievaardighede wat toegang tot die kennisnetwerke van ander gee en wat die leerklimaat in die groep verryk deur dit aangenaam en sosiaal-inklusief te maak (Harrison & Kessels, 2004:156). Kennisproduktiwiteit vereis maklike toegang tot relevante inligtingsbronne en bevoegdhede (Kessels, 2001:503). Goeie kommunikasie sluit vaardighede soos objektiwiteit en aktiewe luister in, sowel as om die voordeel van die twyfel te gee en die belangstellings en prestasies van ander te erken (Katzenbach & Smith, 1998:41).

- *Selfregulering van motivering en affeksie*

  Hierdie leerfunksie hou verband met die ontwikkeling van vaardighede om die motiverende en affektiewe aspekte rakende leer te reguleer. 'n Individu kan nie vindingryk en produktief wees in 'n domein waarvoor hy/sy nie gemotiveerd is nie en/of nie van hou nie (Harrison & Kessels, 2004:156). Bepaling van die motiverende en affektiewe dryfkragte waaroor 'n individu beskik en hoe dit gereguleer kan word, is 'n belangrike aspek om kennisproduktiwiteit te verbeter (Kessels, 2001:503-504).

(Kessels, 2001:503) noem ook nog die onderstaande twee aspekte wat 'n invloed het op die leer wat in 'n organisasie plaasvind. Alhoewel hierdie aspekte nie leerfunksies as sodanig is nie, het die afwesigheid daarvan 'n verarming in intellektuele bates tot gevolg.

- *Vrede en stabiliteit*

  Vrede en stabiliteit is noodsaaklik vir verbetering in spesialisering, sinergie, kohesie en integrasie. Individue wat voortdurend ontwrig word deur herorganisering, herontwerp van projekte of bestuurders wat net voortjaag, ondervind probleme om oor vorige ervarings te reflekteer en dit wat hulle daaruit leer te gebruik by die generering van nuwe kennis (Kessels, 2001:504). Harrison en Kessels (2004:156) maan egter dat 'n goeie balans bewaar moet word, aangesien té veel kalmte en stabiliteit tot eensydige spesialisasie, selfvoldaanheid en selfs luiheid kan lei.

- *Kreatiewe onrustigheid* ('creative turmoil')

  Alhoewel kreatiewe onrustigheid in kontras met vrede en stabiliteit is, bring dit 'n dinamika mee wat innovering aanwakker en daartoe aanleiding gee dat tradisionele maniere van doen agterweë gelaat word (Harrison & Kessels, 2004:156). Kreatiewe onrustigheid moet só wees dat dit tot 'n mate 'n gevoel van bedreiging inhou, sodat individue voel hulle moet iets innoverends doen om hierdie bedreiging te oorkom. Die kuns is om die balans tussen vrede en stabiliteit en kreatiewe onrustigheid te bewaar (Kessels, 2001:504).

Harrison en Kessels (2004:156) voeg 'n agtste leerfunksie by:

- *Praktiese oordeel*

  Hier word verwys na die ontwikkeling en toepassing van praktiese oordeel om sensitiwiteit, buigsaamheid en aanvoeling vir die behoeftes van die situasie, of die individue wat daarby betrokke is, te verseker (Harrison & Kessels, 2004:156). Praktiese oordeel, of wysheid, kan net ontwikkel word deur refleksie oor 'n deurlopende wisselwerking tussen ervaring, gevoelens en kognisies met betrekking tot 'n spesifieke agtergrond. Praktiese oordeel is 'n individuele eienskap wat tot voordeel van die leergemeenskap aangewend word.

2.4.5 Kenniskonstruksie in kennisproduktiwiteit

Kennis is die resultaat van die proses van leer, wat die sentrale aktiwiteit in 'n kennisproduktiewe omgewing is (Alred & Garvey, 2000:263). Voordat kenniskonstruksie in oënskou geneem word, word eers besin oor verskillende beskouings en sieninge van wat kennis en die aard daarvan is.

Volgens Von Krogh (1998:135) is daar twee hoofbeskouings oor die aard van kennis en leer, wat soos volg omskryf kan word:

- *Kognitiwistiese perspektief*

  Volgens die kognitiwistiese beskouing is kennis 'n voorstelling van die wêreld wat uit 'n aantal objekte of gebeure bestaan, wat so akkuraat moontlik deur die kognitiewe stelsel (brein) voorgestel moet word (Von Krogh, 1998:135). Kennis is universeel, wat beteken dat twee kognitiewe stelsels dieselfde voorstelling van dieselfde objek of gebeure behoort te maak. Binne hierdie beskouing is leer die ontwikkeling van al hoe meer volledige voorstellings (Von Krogh, 1998:135).

- *Konstruksionistiese perspektief*

  Volgens die konstruksionistiese beskouing is kennis nie 'n "voorstelling" nie, maar 'n "konstruksie" of "skepping" (Von Krogh, 1998:135). Kennis is nie universeel nie, omdat elke individu op 'n unieke manier kennis konstrueer op grond van sy/haar ervarings. Konstruksionistiese leer is gebaseer op die konstruktiwistiese leerteorie (Ackermann, 2001:4), waarin leer beskou word as 'n dinamiese proses waartydens verskillende stukke inligting bymekaar gevoeg en deur onderlinge genetwerkte verwantskappe tot 'n betekenisvolle eenheid saamgesnoer word (Veerman & Veldhuis-Diermanse, 2006:326). Die konstruksionistiese perspektief voeg hierby dat leer gesitueerd en pragmaties is (Ackermann, 2001:3), met ander woorde dat leer teen 'n spesifieke agtergrond plaasvind en dat die leerder bewustelik iets maak wat ander mense kan ervaar (Ackermann, 2001:1). Die leerder druk sy idees en kennis deur middel van een of ander medium uit, byvoorbeeld 'n gesproke sin, 'n skildery, 'n rekenaarprogram of enige ander artefak. In die konstruksionisme is sommige kennis eksplisiet, terwyl ander onuitgesproke en persoonlik is en nie so maklik om met ander te deel nie. Eksplisiete kennis is kennis waaraan uitdrukking gegee is in die vorm van prosedures, roetines, handleidings, ens, terwyl onuitgesproke kennis fisiese vaardighede en persepsie-vaardighede is waaroor individue beskik (Harrison & Kessels, 2004:44).

Uit die bostaande beskrywing van die twee verskillende perspektiewe van kennis en leer is dit duidelik dat die konstruksionistiese perspektief die basis van kennisproduktiwiteit vorm. In die konstruksionistiese perspektief word onderskeid gemaak tussen onuitgesproke en eksplisiete kennis, sowel as die daarstelling van een of ander artefak as uitkomste van die leerproses, wat ooreenkomstig in 'n kennisproduktiewe omgewing vergestalt word deur individue wat hul onuitgesproke kennis en idees met mekaar deel, die generering van nuwe, eksplisiete kennis en die uitdrukking van hierdie nuwe kennis in die vorm van 'n begrip of artefak om 'n produk of diens te verbeter (Von Krogh, 1998:135).

Teen die agtergrond van produktiwiteit onderskei Harrison en Kessels (2004:121) vier gekoppelde, tog diskrete nosies van kennis, gebaseer op verskillende wêreldbeskouings:

- *Kennis as beheer*

  Hierdie siening is gebaseer op 'n oortuiging dat die besit en toepassing van wetenskaplik bepaalde feite en formules 'n manier is om arbitrêre besluitneming, oneffektiwiteit en onbevoegdheid te voorkom (Harrison & Kessels, 2004:122). Die aanname is dus dat dit vir 'n groep, wat oor goeie inligting en kommunikasieprosesse beskik, moontlik is om kennis op 'n effektiewe wyse te genereer. Die siening van *kennis as beheer* is gegrond in die positivistiese beskouing, waarin die wêreld gesien word as 'n eksterne realiteit waaroor kennis verkry kan word deur die insameling van inligting van binne en buite die organisasie (Harrison & Kessels, 2004:141). Die impak hiervan is dat leer hoofsaaklik beskou word as aanpasbaar en dat dit die leemtes in huidige kennis vul (Harrison & Kessels, 2004:143). In hierdie siening val die klem op insameling, bekendmaking, enkodering en stoor van kennis in elektroniese databasisse, waar dit gehou word om 'n belangrike bate te verteenwoordig en om hergebruik te kan word (Harrison & Kessels, 2004:145).

- *Kennis as intelligensie*

  Die siening van *kennis as intelligensie* maak aanpassing by die omgewing moontlik (Harrison & Kessels, 2004:124). Dit stel 'n groep in staat om ingeligte besluite te neem oor hoe om hul primêre doelwitte te bereik binne die omgewing waarin hulle werk. Die siening van *kennis as intelligensie* sluit aan by die konstruktiwistiese beskouing, waarin die wêreld gesien word as 'n sosiaal-gekonstrueerde realiteit (Harrison & Kessels, 2004:141). Hiervolgens is leer nie net aanpasbaar nie, maar ook ondersoekend en refleksief, met die potensiaal tot transformasie (Harrison & Kessels, 2004:143). In hierdie siening word die klem geplaas op kennisdeling deur leer wat in gemeenskaplike belang plaasvind (Harrison & Kessels, 2004:145). Individue met 'n sterker konstruktiwistiese oriëntering toon 'n sterker dryfkrag om nuwe kennis te konstrueer en van ander te leer (Tillema & Orland-Barak, 2006:603).

- *Kennis as verhoudings*

  Hierdie siening van kennis is ook gebaseer op die konstruktiwistiese beskouing dat kennis sosiaal gekonstrueer word (Harrison & Kessels, 2004:129). Kennis wat gegenereer word, word beïnvloed deur hoe die individu die waardes, norme en gedrag van die omgewing (in hierdie geval die groep) ervaar en sin daarvan maak.

- *Kennis as basisproduk*

  Kennis word in hierdie geval beskou as 'n unieke, ontasbare bate en 'n kernbevoegdheid wat die mededingendheid van 'n organisasie kan transformeer (Harrison & Kessels, 2004:135). Interaksie tussen bestaande kennis en nuwe eksplisiete kennis kan aanleiding gee tot innovering wat sigbaar word in nuwe produkte, dienste, strategieë, prosesse en roetines.

Volgens Von Krogh (1998:135) is kennisgenerering 'n proses wat uit twee soorte subprosesse bestaan, naamlik individuele (selfbesturende) en sosiale (kollektiewe) prosesse. In die individuele prosesse leer en dink individue vir hulself – onafhanklik van die organisatoriese verband. Daarteenoor behels die kollektiewe prosesse interaksie met ander individue en word dus sterk beïnvloed deur die struktuur en kultuur van die organisasie (Wang *et al.*, 2006:115). Soos reeds in 1.1.2, 1.2 en 2.4.3 genoem, is kennisproduktiwiteit afhanklik daarvan dat individue in groepe moet saamwerk.

Die proses van samewerkende kenniskonstruksie vind in verskillende fases plaas, wat volgens Tillema en Van der Westhuizen (2006:54-55) die fases van refleksie, studie en verandering behels:

- *Refleksie: Uitklaring van kennis en oortuigings*

  Individue wat in groepe saamwerk en saam moet kennis konstrueer, beskik elkeen oor unieke agtergrondskennis en persoonlike perspektiewe en oortuigings oor die aard van kennis (Tillema & Orland-Barak, 2006:592). Die lede van die groep moet hul kennis, motivering en belangstellings met mekaar uitklaar, sodat insig in mekaar se huidige ingesteldhede en oortuigings verkry kan word. Sodoende kan moontlike hindernisse tot die proses van kenniskonstruksie voorkom word (Tillema, 1997).

- *Studie: Ondersoek deur verskillende perspektiewe te gebruik*

  Studie en ondersoek van nuwe idees is noodsaaklik om te kan besluit oor die aanneemlikheid en waarde daarvan. Die vertroud raak met nuwe inligting en ondersoek van nuwe idees is belangrike aspekte van kennisproduktiewe leer (Tillema, 2005:85).

- *Verandering: Generering van konseptuele artefakte*
  Die proses van kenniskonstruksie word voltooi deur die omsit van kennis in praktiese resultate, soos riglyne, prosedures of ander tasbare, sigbare produkte (Tillema, 2005:85).

Samewerking tussen individue in 'n groep lei nie vanselfsprekend tot kennisproduktiwiteit nie. Net soos in 2.3.5.2 aangedui is dat die sukses van paarprogrammering afhanklik is van die toepassing van kritieke beginsels van samewerkende leer, moet kenniskonstruksie in 'n samewerkende omgewing aan spesifieke beginsels voldoen om kennisproduktiwiteit te bewerkstellig. Tillema en Van der Westhuizen (2006:53-54) identifiseer die onderstaande komponente/boublokke van kenniskonstruksie in 'n samewerkende omgewing:

- *Konseptuele gedagtewisseling deur middel van reflektiewe dialoog (refleksie-op-aksie)*
  Gedagtewisseling en dialoog, sowel as refleksie op vorige aktiwiteite, is sentrale elemente vir kennisproduktiwiteit. Die individue wat in 'n groep saamwerk kommunikeer en deel hul oortuigings en konsepsies, sodat dit openlik gedebatteer en betwis kan word (Tillema, 2005:83). Alleen dan kan die kennis wat daaruit gegenereer word, relevant wees vir toepassing. Die skep van geleenthede vir konstruktiewe diskoers is een van die sleutelelemente van 'n omgewing wat samewerkende kenniskonstruksie ondersteun (Hmelo-Silver, 2003:1).

- *Selfregulering en motivering om te leer*
  'n Tweede beginsel wat bydra tot kennisproduktiwiteit is die selfregulering van die individue in 'n span. Selfregulering is die proses waardeur die individu sy/haar eie leer bestuur en beheer om sy/haar doelwitte te bereik, deur die aanwending van geskikte leerstrategieë en metakognitiewe monitering om kennis te konstrueer (Tillema, 2005:83). Die individu neem self verantwoordelikheid vir deurlopende verbetering van sy/haar bevoegdhede (Harrison & Kessels, 2004:169). By kennisproduktiwiteit voorsien selfregulering die individu van insentiewe en motivering om te leer, wat geassosieer word met die individuele verantwoordelikheid om doelwitte te bereik. Dit vereis 'n aktiewe, persoonlike betrokkenheid in kenniskonstruksie, sowel as die daarstelling van persoonlike standaarde wat op realistiese wyse behaal kan word (Tillema, 2005:83). In 'n groep behels dit ook leer om met ander saam te werk.

- *Verbintenis* ('commitment') *tot samewerking*
  Om kennis te genereer, te deel en te versprei is dit nodig dat individue hulself sal verbind tot die proses van samewerking (Harrison, 2000:254). Elkeen in die groep moet ten volle bereid wees om met die ander saam te werk, ontvanklik wees vir ander se idees en bereid

wees om kennis en vaardighede met die ander groeplede te deel (Dawe, 2008). Werklike verbintenis tot samewerking word verkry as die individu voel dat die omgewing waarin en die omstandighede waaronder gewerk word vir elkeen geleenthede skep tot selfrealisering en selfuitdrukking (Koski, 2001:492). Kenniskonstruksie word bevorder as groeplede besef dat hulle onderling van mekaar afhanklik is om te leer.

2.4.6 Samewerking in groepe ter wille van kennisproduktiwiteit

In die huidige samelewing verskuif die klem al hoe meer van individuele sukses na spansukses (Ally *et al.*, 2005), wat belangrik is om kennisproduktiwiteit te bewerkstellig. Kennisproduktiwiteit word in groepe beoefen wat dit 'n sosiale en kommunikatiewe proses maak (Vaicaityte, 2006:7,9) en waarin die verandering en ontwikkeling van perspektiewe erken word (Garvey & Williamson, 2002:147). Die ingesteldhede en oortuigings waarmee die groeplede na die proses kom, kan openhartige uitruil van idees en kennis verhinder, daarom moet die samewerking daarop gerig wees om individuele verskille te oorkom sodat op die gemeenskaplike probleem gekonsentreer kan word (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:64). In 'n groep wat goed saamwerk leer die groeplede die sterk- en swakpunte van elke ander groeplid ken. In die lig hiervan kan die groep hul aktiwiteite aanpas om die sterkpunte ten beste te benut en die swakpunte te vermy. Die gevolg sal wees dat die produktiwiteit van die span groter is as die som van die individue in die groep se produktiwiteit (Katzenbach & Smith, 1993:15).

Samewerking in groepe verskaf 'n forum waarin die individue hul kennis en idees kan versprei en kan onderhandel oor wat hul verstaan van 'n probleem is, terwyl hulle die probleem oplos (Hmelo-Silver, 2003:2). In die groep waarin die lede goed saamwerk word konseptuele beginsels en idees bespreek, bestudeer en gekonstrueer, nuwe strategieë vir die werksomgewing gegenereer en vasgestel, en insigte oor wat geleer is, gedeel (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:52). Hierdie soort van samewerkende leer kan lei tot 'n dinamiese ko-konstruksie van kennis. Die beste spanne bestaan uit individue wat baie van mekaar verskil, maar nogtans oor die vermoë beskik om saam te werk, mekaar te respekteer en mekaar se kundigheid te respekteer (Koski, 2001:490).

Kenniskonstruksie wat in groepe plaasvind, is afhanklik daarvan dat die konteks waarbinne dit plaasvind bevorderlik moet wees. Op grond van 'n aantal studies waarby voorgraadse studente betrek is, identifiseer Veerman en Veldhuis-Diermanse (2006:327) 'n aantal kontekstuele faktore wat 'n invloed het op kenniskonstruksie in 'n samewerkende konteks, waaronder die rol van die student, student-student-interaksie, die aard van die leertaak en die eienskappe van die kommunikasiemedium. Aangesien beide kennisproduktiwiteit in 'n organisasie en leer tydens

paarprogrammering binne 'n samewerkende konteks beoefen word, kan die onderstaande faktore 'n invloed hê op die kenniskonstruksie wat plaasvind:

- *Rol van die individu*

  In die konstruktiwistiese verband moet individue aktief betrokke wees by hul eie leer, soos wat dit in samewerkende leer realiseer. As individue saamwerk, is elkeen aktief op soek na inligting, betrokke by kritiese besprekings en besig om vrae te vra, antwoorde te oorweeg, voorstelle te maak en op ander voorstelle te reageer (Veerman & Veldhuis-Diermanse, 2006:327). In paarprogrammering is hierdie die funksies van die persoon wat op 'n bepaalde tydstip die rol van navigator vervul (vgl. 2.3.6).

- *Interaksie tussen individue*

  In 'n samewerkende leeromgewing is die individu voortdurend betrokke by interaksies met ander individue (Gijlers & De Jong, 2005:266,268), in die proses om probleme tesame op te los en kennis te genereer. Samewerking tussen individue ontlok aktiwiteit, maak leer meer realisties en verhoog motivering (Veerman & Veldhuis-Diermanse, 2006:328). Betrokkenes vra mekaar vrae, bespreek probleme vanuit verskillende perspektiewe, maak voorstelle en evalueer mekaar se voorstelle. Hulle kry geleentheid om hul eie begrip van die probleem en relevante begrippe aan ander te verduidelik (Syh-Jong, 2007:76). Teen 'n samewerkende agtergrond word geleer deur te gee en te neem. As die groeplede idees in 'n bespreking deel, kry hulle terugvoer daarop. Die terugvoer is dikwels in konflik met hul eie beskouings. Verskille in idees en menings skep die geleentheid om idees te hersien en weer te toets teenoor dié van eweknieë (Knowlton, 2007). Die interaksie wat tydens paarprogrammering tussen individue plaasvind is in 2.3.5.1, 2.3.5.2 en 2.3.6 volledig bespreek.

- *Aard van die taak*

  Samewerkende leer word optimaal bevoordeel deur oop vrae of take, wat ten doel het om individue te motiveer om inligting uit te ruil, die probleem, asook moontlike oplossings te bespreek en by mekaar te leer, sodat lede saam by 'n oplossing of gevolgtrekking kan uitkom (Veerman & Veldhuis-Diermanse, 2006:328). Tydens die gebruik van paarprogrammering as onderrigleerstrategie is dit een van die funksies van die onderwyser om take só te kies dat samewerking tussen die lede van die paar gestimuleer word (vgl. 2.3.7.4).

  Knowlton (2007) identifiseer verskillende soorte take wat tot bestendige kenniskonstruksie lei. Hierdie take is divergent van aard en het nie net een korrekte oplossing nie. Dit gee aan individue heelwat ruimte in die manier waarop hulle dit uitvoer.

- *Take wat vakspesifieke benadering vereis*
  Hierdie soort take vereis van individue om die verskillende benaderings tot probleemoplossing en meganismes tot kenniskonstruksie, wat inherent aan 'n gegewe vakgebied is, te analiseer, te sintetiseer en te evalueer (Knowlton, 2007). By rekenaarprogrammering sal die benaderings tot probleemoplossing byvoorbeeld verskil van die benaderings wat by musiekteorie aanvaarbaar is.

- *Take rakende vakspesifieke scenario's*
  Hierdie soort vrae vereis dat individue die teorie en begrippe van 'n vakgebied op spesifieke, lewenswerklike scenario's moet kan toepas (Knowlton, 2007).

- *Take wat introspeksie vereis*
  Hierdie soort take is gebaseer op die aspekte van metaleer en is daarop gerig om individue te dwing om te dink oor hóé hulle leer (Knowlton, 2007).

- *Die kommunikasiemedium*
  Die eienskappe van die kommunikasiemedium kan 'n beduidende invloed hê op die samewerkingsproses, die mate en gehalte van kommunikasie, asook die proses van kenniskonstruksie. Die ondersoek deur Veerman en Veldhuis-Diermanse (2006:328) was gerig op die voor- en nadele van rekenaargebaseerde kommunikasie. Uit Hansen en Haas (2007) se ondersoek, waarin persoonlike kommunikasie met elektroniese kommunikasie vergelyk is, blyk dit dat persoonlike kommunikasie meer tydrowend kan wees as elektroniese kommunikasie, maar dat persoonlike kommunikasie die gehalte van 'n span se werk, sowel as hulle bevoegdhede, verbeter. Persoonlike kommunikasie skep die moontlikheid dat probleme beter verstaan, potensiële geskilpunte gouer raakgesien en alternatiewe vinniger oorweeg kan word (Hansen & Haas, 2007:13). Tydens paarprogrammering is dit gewens dat aangesig tot aangesig persoonlike kommunikasie moet plaasvind (vgl. 2.3.7.1 en 2.3.7.2.1).

2.4.7 Beginsels van groepwerk om kennisproduktiwiteit te verbeter

Verdonschot en Keursten (2006) bespreek 'n aantal beginsels van groepwerk wat die werksomgewing omskep in 'n leeromgewing wat kennisproduktiwiteit bevorder. Alhoewel Verdonschot en Keursten (2006) se bespreking op kennisproduktiwiteit in 'n organisasie gerig is, sal telkens aangedui word of die beginsels op samewerking wel in paarprogrammering van toepassing is en, indien wel, op watter wyse.

- *Formuleer 'n interessante, belangwekkende vraag/probleem/taak*

  In 2.4.6 is aangetoon dat oop vrae of take kenniskonstruksie stimuleer. Die vraag of probleem moet op só 'n manier geformuleer word dat die mense wat daaraan werk die gevoel kry dat dit nie onbeantwoord of onopgelos kan bly nie (Verdonschot & Keursten, 2006:5). 'n Vraag of probleem word as interessant en belangwekkend ervaar as dit die deelnemers motiveer om nuwe perspektiewe daaroor te ontwikkel, maar steeds genoeg ruimte laat vir verskillende perspektiewe, idees en benaderings (Katzenbach & Smith, 1993:119). Die vraag of probleem moet die deelnemers se nuuskierigheid tot so 'n mate prikkel dat hulle bereid sal wees om hulself te verbind en daarna sal strewe om te volhard totdat die vraag of probleem beantwoord of opgelos is (Verdonschot & Keursten, 2006:5,6). Die gevoel van dringendheid om die vraag te beantwoord kan verhoog word deur sekere sperdatums of mylpale in die proses in te bou (Verdonschot & Keursten, 2006:6). Hierdie beginsel geld nie net vir die begin van die proses nie, maar is vir die hele verloop daarvan van belang. Om 'n vraag of probleem as dringend en interessant te ervaar, verseker persoonlike verbintenis tot die proses van kennisproduktiwiteit (Vaicaityte, 2006:8).

  Die soort take wat die onderwyser kies om samewerking tussen die lede van die paar tydens paarprogrammering te stimuleer, moet voldoen aan hierdie beginsel (vgl. 2.3.7.4). Op hierdie manier word kenniskonstruksie en kennisproduktiwiteit by die twee lede van 'n programmeringspaar bevorder.

- *Genereer 'n nuwe benadering*

  Om nuwe, oorspronklike vrae te beantwoord of probleme op te los, verg nuwe maniere van dink en 'n nuwe benadering tot die proses, sodat die geleentheid geskep word om innoverend te wees. 'n Nuwe manier van werk behels dat individue se bestaande manier van werk en doen op grond van nuwe perspektiewe verander moet word, met behoud van die elemente van die bestaande strukture wat reeds kragtig en effektief bewys is (Verdonschot & Keursten, 2006:6). Generering van 'n nuwe benadering help om meer kennisproduktief te wees (Vaicaityte, 2006:8).

  Tydens paarprogrammering word 'n nuwe benadering tot die proses van probleemoplossing en rekenaarprogrammering geskep deur die rolle wat die twee programmeerders om die beurt vervul (vgl. 2.3.6).

- *Werk vanuit individuele motivering*

  Hierdie beginsel beklemtoon die belangrikheid van persoonlike motivering in die proses van kennisproduktiwiteit (Vaicaityte, 2006:8). Individuele motivering, gepaard met 'n spesifieke passie of persoonlike belangstelling, is 'n sterk dryfkrag vir innovering en deurbrake.

Behalwe dat motivering veroorsaak dat die deelnemers leergierig is, bring dit ook verantwoordelikheid en betrokkenheid mee. As deelnemers eienaarskap van 'n projek neem, sal hulle enigiets doen om dit aan die gang te hou, selfs al sou dit beteken dat hulle van hul konvensionele weë moet afwyk en nuwe rigtings moet inslaan (Verdonschot & Keursten, 2006:6,7).

Navorsing het bewys dat paarprogrammering studente by universiteite motiveer deurdat meer voortgaan met die vak en die deurvloeisyfer verhoog (vgl. 2.3.9.2). Bevordering van die beginsel van positiewe interafhanklikheid kweek verantwoordelikheid en gedeelde eienaarskap, wat persoonlike motivering kan verhoog.

- *Kombineer vakinhoudelike kundigheid op ongewone wyses*
  Aangesien innovering oor reële begrippe en idees op sekere kennisgebiede gaan, is vakinhoudelike kundigheid 'n noodsaaklike element van kennisproduktiwiteit. Nuwe vakinhoudelike kennis moet voortdurend ondersoek, gekombineer en ontwikkel word, omdat innovering voortvloei uit nuwe konneksies wat gemaak word (Vaicaityte, 2006:8). Nuwe konneksies kan gemaak word deur nuwe idees uit 'n ander konteks of kundigheid met die bestaande kundigheid te kombineer, of deur die bestaande agtergrond te verander en aan bestaande elemente nuwe betekenis te gee (Verdonschot & Keursten, 2006:7).

  Net soos wat nuwe kombinasies van begrippe en idees gebruik kan word om kennisproduktiwiteit in 'n organisasie te bevorder, vereis probleme of take wat tydens paarprogrammering gebruik word van die programmeerders om hul vakkundigheid op verskillende maniere te kombineer of in nuwe verbande toe te pas (vgl. 2.3.7.4 en 2.4.6).

- *Werk vanuit 'n gemeenskaplike aantrekkingskrag*
  As individue wat in 'n groep saamwerk van mekaar hou, word samewerking en produktiwiteit gestimuleer (Vaicaityte, 2006:8). Kennisproduktiwiteit word bevorder in 'n omgewing waarin daar konstruktiewe verhoudings tussen die deelnemers aan 'n projek bestaan. Konstruktiewe verhoudings bevoordeel die proses van kommunikasie en stel individue in staat om hul persoonlike kennis te deel, idees uit te ruil en hul besorgdhede te bespreek (Von Krogh, 1998:136). Die verhouding tussen die deelnemers in die groep moet van só 'n aard wees dat dit vir hulle 'n omgewing skep waarin hulle dit geniet om saam te werk, maar waarin hulle tog ook kreatief, en selfs konfronterend, kan wees. Die deelnemers moet vir mekaar omgee en mekaar vertrou, sodat 'n openheid en werklike belangstelling in mekaar se idees en bydraes gekweek word (Verdonschot & Keursten, 2006:8). Goeie verhoudings word gekenmerk deur onderlinge vertroue, aktiewe empatie, hulpverlening en toegeeflikheid maar ook tog die vrymoedigheid om van mekaar te verskil (Von Krogh, 1998).

Alhoewel die beginsel van keuse om net met iemand saam te werk van wie jy hou nie in paarprogrammering geld nie, is die uitvloeisels wanneer twee studente of leerders wat wél van mekaar hou saamwerk, dieselfde as wat in die vorige paragraaf beskryf is. Die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie het juis ten doel om by te dra tot die ontwikkeling van studente se vaardighede om met ander individue saam te werk en te kommunikeer. Studente leer deur paarprogrammering om met ander individue wie se vaardigheidsvlakke, persoonlikhede of werksetiek van hul eie verskil, of van wie hulle selfs nie hou nie, saam te werk (vgl 2.3.7.2).

- *Beskryf die suksesse wat behaal is en almal se bydraes daartoe*
  Kennisontwikkeling kan verbeter word deur beskrywing van almal se sterkpunte en bydraes tot suksesse wat reeds behaal is. Dit dra daartoe by dat elke deelnemer se kundigheidsterrein herken en erken word, sodat bepaal kan word hoe om dit in die toekoms te benut. Tydens hierdie proses word oor vorige suksesse gereflekteer om dit met mekaar te deel, elkeen se bydra te ondersoek en op mekaar se sterkpunte te konsentreer. Hierdie beginsel verg refleksie oor vorige aktiwiteite en ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede, deurdat deelnemers hulle eie vermoëns moet beoordeel (Verdonschot & Keursten, 2006:8).

  Hierdie beginsel is ook van toepassing op paarprogrammering. By paarprogrammering is dit belangrik om oor elke groeplid se sterkpunte te reflekteer, elkeen se kundigheid en vaardighede te erken, te besin oor wat goed gewerk het en wat weer in toekomstige aktiwiteite gebruik kan word (vgl. 2.3.7.4).

- *Leer deur iets saam te skep/genereer*
  Deur saam te werk aan 'n taak, word kennis, insigte en vaardighede ontwikkel en gekombineer (Verdonschot & Keursten, 2006:9). Samewerking bring mee dat individue minder op hul verskille fokus en eerder fokus op 'n verbintenis daartoe om die taak suksesvol te voltooi. Deur iets te skep of te genereer wat uiteindelik ook jou produk sal wees, word vir die individu die geleentheid geskep om kennis met ander te deel, daarop uit te brei en dit aan te wend om nuwe kennis te ontwikkel (Verdonschot & Keursten, 2006:9). Terselfdertyd word wedersydse vertroue en respek ontwikkel (Wetlaufer, 1998:23).

  Die totale benadering tot paarprogrammering het hierdie beginsel van positiewe afhanklikheid as basis. Deur paarprogrammering vind leer in 'n samewerkende omgewing plaas. Studente leer deur hul kennis met ander te deel, daarop uit te brei en nuwe kennis te

konstrueer. Terselfdertyd vind ontwikkeling van ander interpersoonlike vaardighede wat essensieel vir effektiewe paarprogrammering is, plaas (vgl. 2.3.8).

- *Kyk uit vir nuwe tekens en gee nuwe betekenis daaraan*
  Hierdie beginsel bevorder die proses van innovering tydens groepwerk (Vaicaityte, 2006:8). Om innoverend te wees, is dit nodig om gedurig op die uitkyk te wees vir nuwe tekens (byvoorbeeld spesifieke ontwikkelings, tegnologie en veranderde behoeftes), meer inligting daaroor te bekom en dan, deur samewerking, op grond daarvan nuwe betekenis te ontwikkel (Verdonschot & Keursten, 2006:9).

  By paarprogrammering word hierdie beginsel toegepas deur die individu wat die rol van die navigator vervul. Die navigator slaan hulpbronne na, is op die uitkyk vir alternatiewe strategieë om 'n probleem op te los en besin oor hoe nuwe of veranderde kode betekenis aan die oplossing sal gee (vgl. 2.3.6).

- *Koppel die wêreld in die werksomgewing aan dié buite die werksomgewing*
  Hierdie beginsel hou verband met die noodsaaklikheid daarvan om die interne en eksterne wêrelde van kennisproduktiwiteit met mekaar te koppel (Vaicaityte, 2006:8). Iets nuuts wat ontwikkel word, het net betekenis as dit aan die werklikheid gekoppel kan word en toepassingswaarde het. Andersins kan dit maklik gebeur dat groot idees ontwikkel word wat nooit 'n deurbraak in die praktyk maak nie (Verdonschot & Keursten, 2006:10).

  In 2.3.7.4 en 2.4.6 is reeds daarna verwys dat die soort take wat van paarogrammeerders verwag word om uit te voer, kontekstueel betekenisvol moet wees en lewenswerklike probleme moet verteenwoordig. Hierdie beginsel geld dus net soveel binne opleidingsomgewing as binne die werksomgewing.

- *Maak dit 'n sosiale en kommunikatiewe proses*
  Kennisontwikkeling is 'n sosiale proses, met kommunikasie en sosiale vaardighede as die kernelemente daarvan (Von Krogh, 1998:235; Verdonschot & Keursten, 2006:10). Positiewe interaksies van hoë gehalte met ander individue verbeter en versterk die leer- en innoveringsprosesse (Vaicaityte, 2006:8). Interaksies wat in hierdie proses belangrik is, sluit in: om met aandag na ander te luister; betekenisse en aannames te ondersoek; op die begrip van ander se idees en menings te fokus; om elke nuwe inset met voriges in verband te bring; om oor vorige ervarings te reflekteer; en om nuwe idees en/of kennis te genereer (Verdonschot & Keursten, 2006:10). Uit interaksie tussen individue en die sosio-kulturele verband word kreatiwiteit gebore (Koski, 2001:492), wat noodsaaklik is vir innovering.

Die proses van paarprogrammering is by uitstek 'n sosiale en kommunikatiewe proses. In 2.3.7.1 is besin oor die noodsaaklikheid en voordele van kommunikasie tussen twee individue wat saam programmeer. Gesprekvoering en dialoog vorm die kern van kenniskonstruksie (Orland-Barak & Tillema, 2006:1), ook tydens paarprogrammering. Gesprekvoering stimuleer studente om self kennis te konstrueer en hul denke eksplisiet te maak, veral as hulle hul eie idees moet verdedig (Syh-Jong, 2007:65,66,75). Studente gebruik gesprekvoering om te onderhandel totdat alle betrokkenes die probleem op dieselfde manier verstaan (Gijlers & De Jong, 2005:267).

- *Aktiewe ondersteuning van die ontwikkeling van die relevante leerfunksies* (vgl. 2.4.4)
  Hierdie laaste beginsel in die bevordering van kennisproduktiwiteit fokus op die deurslaggewende en standhoudende rol van leer in die proses (Vaicaityte, 2006:8). Hoe vinniger mense leer, hoe meer kennisproduktief is hulle (Verdonschot & Keursten, 2006:11). Ten einde nuwe dinge saam met nuwe mense te kan doen, is dit noodsaaklik om nuwe kennis en nuwe vaardighede individueel en in samewerking met ander te leer. Die ontwikkeling van individuele en kollektiewe bevoegdhede, soos in 2.4.4 vir kennisproduktiwiteit bespreek, moet dus aktief gestimuleer en ondersteun word (Verdonschot & Keursten, 2006:11).

  Die beginsel is op soortgelyke wyse van toepassing gedurende paarprogrammering. Hoe beter die twee programmeerders se bevoegdhede om probleme deur middel van programmering op te los en om met ander individue saam te werk, ontwikkel is, hoe meer kennisproduktief is die paar (vgl. 2.3.7.1).

2.4.8 Meting van kennisproduktiwiteit

In die industrie word die resultate van kennisproduktiwiteit gemeet ten opsigte van die verbetering en innovering van produkte, dienste en prosesse (Kessels, 2004). Om kennisproduktiwiteit te evalueer, moet die aard van die samewerking wat plaasgevind het om tot die uitkoms te lei, beoordeel word (Tillema, 2005:85), asook die mate waarin die nuwe kennis (benadering) toegepas word (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:52).

Vervolgens word die kriteria wat Tillema en Van der Westhuizen (2006:51) gebruik vir die meting van kennisproduktiwiteit (vgl. 1.1.2) in meer detail beskou. 'n Kombinasie van hierdie kriteria kan 'n duidelike beeld verskaf van die kennisproduktiwiteit wat as gevolg van die samewerking in die spanne plaasvind (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:64).

- *Verbetering van kennis en die begrip van 'n probleem*
  Hierdie kriterium hou verband met beter verstaan van die probleem as gevolg van die samewerkingsproses en insigte wat uit besprekings gespruit het (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:55,57; Tillema, 2006:174). Sien die groeplede die besprekings as relevant vir hul eie situasies en kan dit vir hulle lei tot nuwe insigte? Die verstaan van 'n probleem word bevorder deur bespreking en beredenering (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:63). Tillema en Van der Westhuizen (2006:65) verwys na 'n progressiewe diskoers wat daarop gerig is om verstaan van die probleem en individuele oortuigings in lyn te bring.

- *Verandering in individuele perspektiewe*
  Hierdie kriterium hou verband met die konseptuele verandering van elke individu en ontvanklikheid vir ander groeplede se standpunte en menings, wat aanvaarbaar en relevant met betrekking tot die probleem is (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:55,58; Tillema, 2006:175). Alle groeplede word betrek by 'n gesamentlike poging om idees te toets en te ondersoek (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:65). Volgens Tillema en Orland-Barak (2006:595) is die vraag of die idees van die ander groeplede aanvaarbaar en die kennisuitruiling relevant is. Die verandering in individuele perspektiewe kan afhanklik wees van die samewerking in die span om 'n konseptuele artefak te skep, sowel as van konseptuele diskoers (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:63).

- *Ontwikkeling van verbintenis tot die uitkomste van die samewerking*
  Hierdie derde kriterium wat gebruik kan word om kennisproduktiwiteit te meet, hou verband met die bereidwilligheid tot betrokkenheid by die groepaktiwiteite, die sosiale uitruiling van idees en kennis en die interaksie met ander groeplede (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:55,58; Tillema, 2006:175). Die implikasie is dat die individu aktief aan die besprekings moet deelneem, ten volle by die uitvoering van die aktiwiteit betrokke moet wees (Tillema & Orland-Barak, 2006:595) en tot toepassing van die uitkomste van die proses verbind moet wees (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:65).

Vir evaluering van die kennisproduktiwiteit van leerders wat in pare saamwerk om te programmeer, word die eie aard van paarprogrammering, soos bespreek in die eerste gedeelte van hierdie hoofstuk, in ag geneem en daarvolgens word Tillema en Van der Westhuizen (2006) se kriteria aangepas om die kennisproduktiwiteit van die leerders binne die bepaalde verband te meet (vgl. 1.1.2). Die onderstaande kriteria word in hierdie studie gebruik om kennisproduktiwiteit in leer tydens paarprogrammering te meet:

- *Verbeterde kenniskonstruksie*
  Hierdie kriterium hou verband met die mate waartoe die leerder 'n probleem verstaan, besprekings met die ander lid van die paar as relevant beskou, aansluiting by sy/haar eie voorkennis vind en nuwe insigte uit hierdie besprekings ontwikkel.

- *Verbeterde probleemoplossingsvaardighede*
  Hierdie kriterium hou verband met die leerder se vermoë om in samewerking met 'n ander leerder 'n oplossing te beplan, verskillende probleemoplossingsstrategieë toe te pas, die oplossingsproses te monitor en die oplossingsproses en -produk te evalueer.

- *Konseptuele verandering van individuele perspektiewe*
  Hierdie kriterium het ten doel om te bepaal tot watter mate die leerder ontvanklik is vir ander groeplede se standpunte en menings, wat aanvaarbaar en relevant met betrekking tot die probleem is, en tot watter mate hy/sy bereid is om sy/haar eie perspektiewe te verander ten einde die beste moontlike oplossing vir 'n probleem te kry.

- *Verbintenis* ('commitment') *om met die ander lid van die paar saam te werk*
  Hierdie kriterium word gebruik om die leerder se bereidwilligheid tot aktiewe betrokkenheid in die groepaktiwiteite, die sosiale uitruiling van idees en kennis, sowel as die interaksie met ander groeplede te bepaal.

- *Verbintenis* ('commitment') *tot toepassing van die resultate van die leerproses*
  Laastens word bepaal tot watter mate die leerder daartoe verbind is om die uitkomste van die leerproses in toekomstige aktiwiteite toe te pas.

2.5 SAMEVATTING

In hierdie hoofstuk is eerstens aandag gegee aan die rasionaal agter die ontstaan en ontwikkeling van paarprogrammering as programmeringstegniek in die industrie en die voortvloeiende implementering daarvan as onderrigleerstrategie in universiteite, kolleges en skole. Paarprogrammering as 'n vorm van samewerkende leer is bespreek, met besondere klem op die kritieke eienskappe van suksesvolle samewerkende leer. Voorts is die rolle en gepaardgaande funksies van die twee programmeerders van 'n paar uiteengesit. 'n Bespreking van die beginsels vir die implementering van paarprogrammering as effektiewe onderrigleerstrategie het gevolg, met inbegrip van die wyse waarop groepering van pare plaasvind, die fisiese werksomgewing en die rol van die dosent. Aangesien die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie daarop gerig is om leer te verbeter, is die leer

wat tydens paarprogrammering plaasvind, ook in oënskou geneem. Die positiewe aspekte van paarprogrammering in beide professionele en opvoedkundige verbande, maar ook die potensiële probleme daarvan, het deurgaans aandag gekry.

Tweedens is kennisproduktiwiteit as kritieke element in die ekonomiese konteks onder die loep geneem en deurgaans met kennisproduktiewe leer wat tydens paarprogrammering plaasvind, in verband gebring. Leer as kernelement van kennisproduktiwiteit, die leerfunksies wat daarmee geassosieer word en kenniskonstruksie in kennisproduktiwiteit is voorts bespreek. Die samewerking in groepe/pare, wat een van die belangrikste gemeenskaplikhede van kennisproduktiwiteit en paarprogrammering is, is daarna bespreek. Soos in die gedeelte oor paarprogrammering, is die beginsels van groepwerk om kennisproduktiwiteit te verbeter, ook aangespreek en is hierdie beginsels deurgetrek na kennisproduktiewe leer in paarprogrammering. Laastens is die kriteria wat in hierdie studie gebruik is om kennisproduktiwiteit tydens paarprogrammering te bepaal, uiteengesit, gebaseer op die kriteria wat gebruik word om kennisproduktiwiteit in die werksomgewing te meet.

In die literatuurstudie rakende beide paarprogrammering en kennisproduktiwiteit is bevind dat daar enkele navorsers is wat aan die rol van refleksie en ander metakognitiewe vaardighede in beide hierdie begrippe aandag gee. Aangesien kennisproduktiwiteit op die uitkomste (m.a.w. die voordele) van samewerkende kenniskonstruksie fokus (Tillema & Van der Westhuizen, 2006:62), soos wat die geval met paarprogrammering is, verskaf kennisproduktiwiteit vir die doel van hierdie studie 'n basis om paarprogrammering te gebruik om die uitkoms van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie tydens samewerkende leeraktiwiteite (paarprogrammering) by leerders te ondersoek. Metakognisie en metakognitiewe vaardighede word in die volgende hoofstuk bespreek.

HOOFSTUK 3
DIE ROL VAN METAKOGNISIE IN PAARPROGRAMMERING

3.1 INLEIDING

In hoofstuk 2 is daar verwys na die metakognitiewe aktiwiteite wat van die individu wat die rol van navigator vervul, vereis word om paarprogrammering suksesvol te implementeer (sien 2.3.6). Die leerverband van paarprogrammering, waarbinne leerders die geleentheid kry om hul metakognitiewe kennis met mekaar uit te ruil, is ook bespreek (sien 2.3.9.2). Aandag is voorts gegee aan die rol van metakognisie in die ontwikkeling van kennisproduktiwiteit (sien 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4 en 2.4.5). Hierdie hoofstuk het ten doel om op grond van 'n diepgaande literatuurstudie die rol van metakognisie in paarprogrammering verder te ondersoek en dan 'n onderrigleerstrategie daar te stel wat gebruik kan word vir die ontwikkeling van leerders se metakognitiewe vaardighede tydens paarprogrammering, met die moontlike gepaardgaande verhoging in hul kennisproduktiwiteit.

Eerstens word in hierdie hoofstuk daarop gefokus om die begrip *metakognisie* en die verwante begrippe duidelik te omskryf. Daarna word die rol van metakognisie in die probleemoplossing en samewerkende leer wat tydens paarprogrammering plaasvind, in oënskou geneem, met spesifieke fokus op die bevordering van metakognitiewe vaardighede tydens paarprogrammering. Die algemene beginsels van metakognitiewe ondersteuning en onderrigleer word uitgelig aan die hand van voorbeelde van metakognitiewe onderrigleerstrategieë wat reeds deur verskeie navorsers op verskillende vakterreine toegepas is.

3.2 METAKOGNISIE

Die samestelling van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie wat tydens paarprogrammering geïmplementeer kan word, verg dat daar vooraf duidelikheid verkry word oor die begrip *metakognisie* en die aanverwante konstrukte. 'n Duidelike omskrywing van die relevante begrippe en hul onderlinge verwantskappe is noodsaaklik om as vertrekpunt te dien vir die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering.

3.2.1 Metakognitiewe bewustheid

Die verskille in leerders se prestasies word dikwels toegeskryf aan faktore soos vermoëns, intelligensie, sosio-ekonomiese agtergrond, onderwysers en voorkennis. Tog word die rol wat metakognitiewe prosesse in leersukses speel, al hoe meer erken (De Jong *et al.*, 2005:646). Leerders kan hul leersukses en prestasie verbeter deur bewus te raak van hul eie denke terwyl hulle lees, skryf en/of probleme oplos (Carbone *et al.*, 2002:533). Daar word na die leerder se bewustheid van die manier waarop hy/sy leer, kennis konstrueer of begrip ontwikkel, verwys as sy/haar metakognitiewe bewustheid (Anderson & Nashon, 2007:318). Metakognitiewe bewustheid hou verband met die individu se bewustheid van sy/haar kennis van persoonlike leerstrategieë en vlak van kennis, die eise van die leersituasie en sy/haar vordering (Wilson & Johnson, 2000:11). Metakognitiewe bewustheid maak dit vir die leerder moontlik om te leer hoe, wanneer en hoekom om kognitiewe strategieë te gebruik. Leerders wat metakognitief bewus is, is in staat om hul metakognitiewe kennis aan te wend en beskik oor die kapasiteit om hul eie leer te monitor en te rig (Wilson & Johnson, 2000:12). Sodanige beheer van eie leer word ook geassosieer met aktiewe refleksie op eie denke en doelbewuste besluitneming oor wat om te doen en hoe om op te tree (Wilson & Johnson, 2000:12). Die positiewe korrelasie tussen metakognitiewe bewustheid en akademiese prestasie is in die ondersoek van Young en Fry (2008:8) bevestig.

Individue wat hul denke goed bestuur, is goeie leerders en dit is meestal metakognitiewe prosesse wat 'n groot rol speel in die sukses wat leerders het om nuwe kennis te verwerf (Carbone *et al.*, 2002:533). Metakognitiewe aktiwiteite moet tydens die leerproses deurlopend uitgevoer en gemonitor word (Bannert *et al.*, 2008:1). Sodoende word individue in staat gestel om hul kognitiewe vaardighede goed te bestuur en swakhede reg te stel deur nuwe kognitiewe vaardighede te ontwikkel (Schraw, 2001:13,14).

3.2.2 Begripsomskrywing/definisie van metakognisie

Een van die probleme met navorsing oor metakognisie is om 'n duidelike definisie van die term te gee (Larkin, 2006:8). Ten spyte van die groeiende belangstelling is daar steeds meningsverskille oor die definisie van die begrip (Wilson & Johnson, 2000:10).

Flavell (1976) was een van die eerste navorsers wat 'n studie gemaak het van die maniere waarop individue oor hul eie denkprosesse dink (Alic, 2009). Flavell gebruik die term *metakognisie* met verwysing na die individu se bewustheid van, denke oor en bestuur van

sy/haar eie kognitiewe prosesse en strategieë (Wilson & Johnson, 2000:10). Flavell onderskei twee komponente van metakognisie, naamlik individue se kennis van hulle eie kognitiewe prosesse en produkte, asook die aktiewe monitering, deurlopende regulering en evaluering van hierdie prosesse om 'n spesifieke doel te bereik (Flavell, 1976:232). Grootliks in ooreenstemming met hierdie omskrywing van Flavell (1976), definieer Swanson (1990:306) metakognisie kortweg as die individu se kennis en bestuur van sy/haar eie denke en leeraktiwiteite. Op hulle beurt omskryf Schraw en Dennison (1994:460) metakognisie as die individu se vermoë om oor sy/haar eie leer te reflekteer, dit te verstaan en dit te bestuur, op so 'n wyse dat prestasie direk verbeter word. Hacker (1998:3) beskou metakognitiewe ervaring as 'n belangrike dimensie van metakognisie en definieer metakognisie aldus as denke oor 'n mens se eie denke (met ander woorde metakognitiewe kennis) en wat jy besig is om te doen (met ander woorde metakognitiewe vaardigheid/bestuur), maar ook denke oor wat jou huidige kognitiewe of affektiewe toestand is (met ander woorde metakognitiewe ervaring). Metakognitiewe ervarings verwys na die individu se gevoelens oor suksesvol wees (of nie suksesvol wees nie) in die uitvoering van 'n taak (Mevarech & Fridkin, 2006:86).

Meer onlangse navorsers se definisies en/of omskrywings van metakognisie, sluit die onderstaande in:

- Metakognisie is 'n multidimensionele verskynsel wat beide kennis en bestuur van 'n mens se eie kognisies insluit. Kennis van kognisie verwys na jou kennis van jou eie denke en kognitiewe prosesse. Bestuur van kognisie verwys na 'n mens se eie vermoë om hierdie kognitiewe prosesse te beheer en te manipuleer (Schraw, 2001:3-4).

- Metakognisie is die proses van selfassessering en selfverbetering, wat evaluering van eie vordering, regmaak van foute, implementering en moontlike verandering van leerstrategieë insluit. Metakognisie behels dat leerders dink oor die implementering van leerstrategieë waaraan hulle voorkeur gee, assessering van hul vordering deur selfassesserings- of oefenvrae te beantwoord, die mate waartoe die onderrigleer aan hul behoeftes en verwagtings voldoen, asook die implementering van remediërende strategieë soos om die inligting te herlees (Dobrovolny, 2003).

- Metakognisie behels leerders se kennis van hul kognitiewe prosesse, kennis van die veranderlikes wat leer beïnvloed en leerders se vermoë om hul kognitiewe prosesse te beheer en die kennis te gebruik (Monteith, 2004).

- Metakognisie kan gedefinieer word as die individu of groep se kennis van sy/hul eie inligtingverwerkingsprosesse, gebruik van probleemoplossingstrategieë, leerverwante

kennis, motivering en konsentrasie, asook die vermoë van die individu of groep om aksies te kies en te rig volgens bepaalde planne, doelwitte en standaarde (De Jong *et al.*, 2005:646).

- Metakognisie verwys na die individu se selfregulerende kennis en prosesse wat aktief is tydens leer, probleemoplossing en uitvoering van take (Inaba, 2006:121).

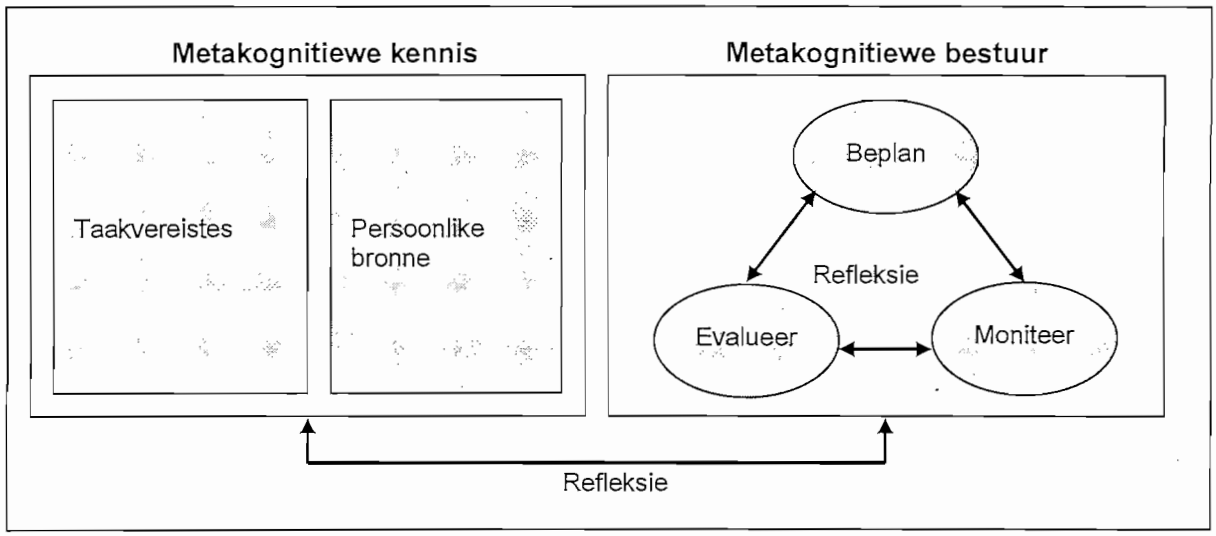
- Metakognisie verwys na die individu se kennis van die aard van leer, effektiewe leerstrategieë en aspekte van die eie sterkpunte en swakpunte ten opsigte van leer (Nuldén, 2006).

- Metakognisie is die proses van nadink oor 'n mens se eie denke, om te weet wat ons weet en nie weet nie, en die vermoë om jou eie denke te bestuur (Irak & Tosun, 2008:1316).

- Metakognisie kan eenvoudig gedefinieer word as denke oor denke of 'n persoon se kognisie oor kognisie (Gama, 2004:668).

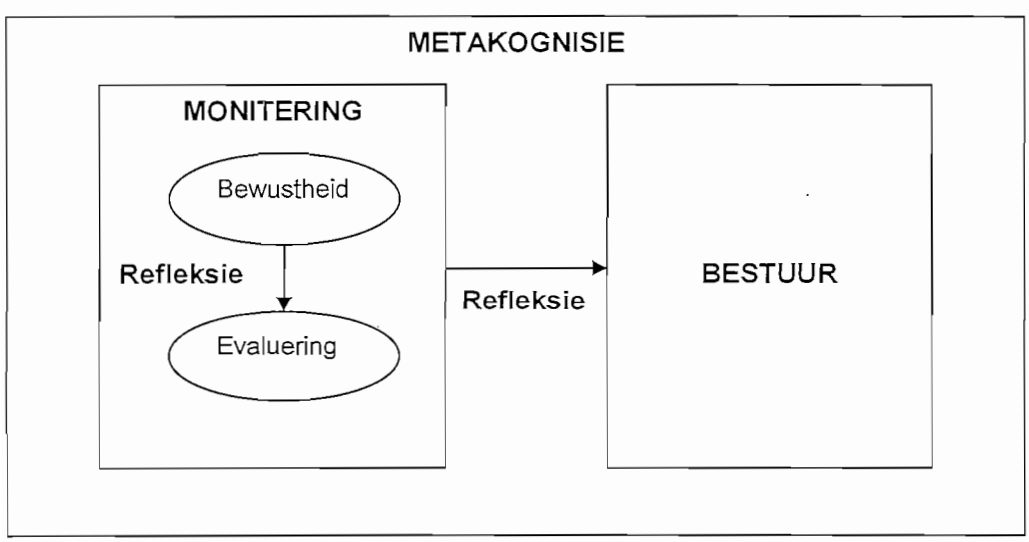
Die verwarring oor die definisie van *metakognisie* – of "hiperkognisie" soos Demetriou (2005:216) daarna verwys – word dikwels veroorsaak deur oorvleueling van die definisie daarvan met die definisie van *selfregulering* (Zeidner *et al.*, 2005:752). Sommige navorsers, byvoorbeeld Ashman en Conway (1997), beskou selfregulering as 'n deel van metakognisie, terwyl ander, byvoorbeeld Zimmerman (2005:14), Demetriou (2005:213) en Kramarski (2008:85), selfregulering as 'n meer omvattende begrip beskou wat metakognitiewe kennis, bestuur en vaardighede, sowel as bewustelike beheer van affektiewe, motiverings- en gedragsprosesse, insluit (Moseley *et al.*, 2005:13). Volgens Zimmerman (2005:14) is die onderskeid tussen selfregulering en metakognisie gesetel in die klem wat daar op persoonlike bemiddeling ('personal agency') in selfregulering geplaas word. Metakognisie beklemtoon oor die algemeen die bewustheid wat individue het van hul persoonlike bronne in verhouding tot die eise van spesifieke take, asook hul kennis van maniere om hul betrokkenheid in take te reguleer (Zeidner *et al.*, 2005:752), terwyl selfregulering ook selfoortuigings en affektiewe reaksies met betrekking tot spesifieke prestasiekontekste insluit. Selfregulering behels kognitiewe, affektiewe, motiverings- en gedragskomponente wat individue in staat stel om hul aksies en/of doelwitte aan te pas ten einde die verlangde resultate in veranderende omgewingstoestande te behaal (Moseley *et al.*, 2005:14; Zeidner *et al.*, 2005:751). Volgens Wolters (2003:189) beskik selfgereguleerde leerders oor kognitiewe en metakognitiewe vermoëns, motivering, oortuigings en gesindhede wat nodig is om hul eie leer te verstaan, te monitor en te rig.

In die proses om metakognisie duideliker te omskryf, word daar deur enkele navorsers gepoog om dit in die vorm van 'n model weer te gee. Ertmer en Newby (1996:14) beskou metakognisie as bestaande uit metakognitiewe kennis en metakognitiewe bestuur, met refleksie as 'n kritieke skakel om effektiewe leer te verseker (sien figuur 3.1).



Figuur 3.1: Ertmer en Newby se beskouing van metakognisie (aangepas uit Ertmer & Newby, 1996:15)

Op hulle beurt omskryf Wilson en Johnson (2000) metakognisie as die bewustheid wat individue het van hulle eie denke en hul vermoë om hul eie denke te evalueer en te bestuur. Wilson en Johnson (2000:11) se model van metakognisie (sien figuur 3.2) behels drie aspekte van metakognisie: bewustheid, evaluering en bestuur van jou denke. Bewustheid en evaluering word beskou as komponente van monitering, terwyl refleksie die bemiddelingsproses tussen bewustheid en evaluering is, asook tussen monitering en bestuur.



Figuur 3.2 Model van metakognisie (Wilson & Johnson, 2000:11)

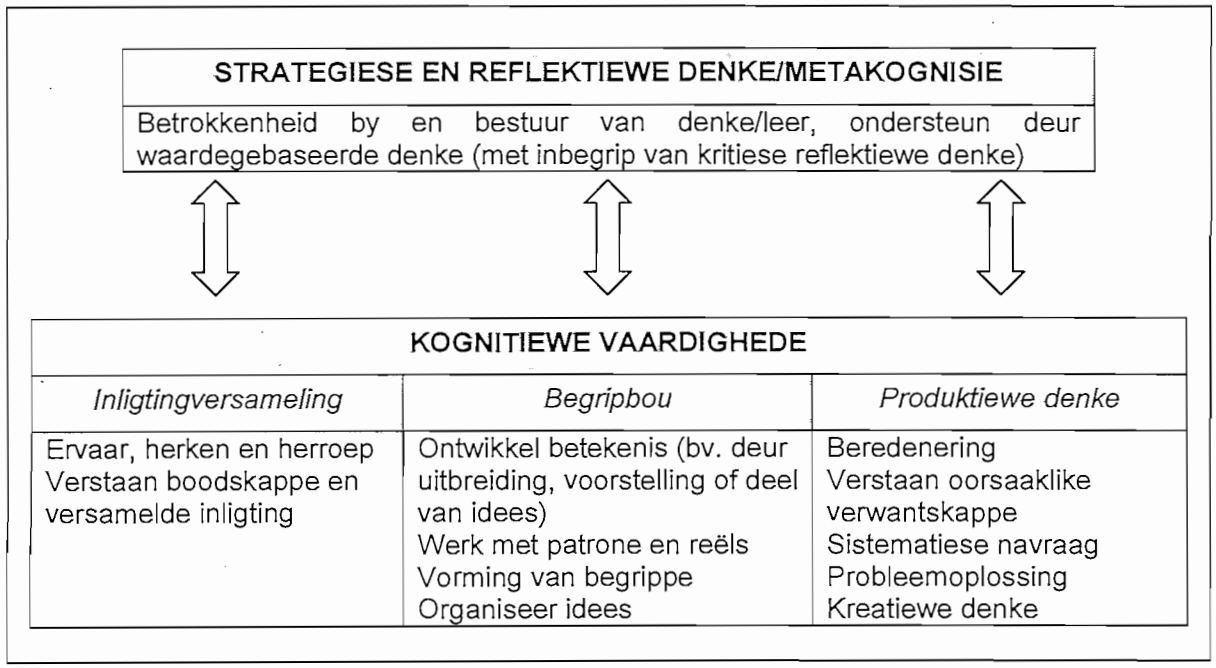
Uit die definisies en modelle wat hierbo bespreek is, is dit duidelik dat daar nie 'n eenduidige definisie vir metakognisie is nie en dat dit voorkom asof navorsers metakognisie al meer en meer omvattend wil maak. Moseley *et al.* (2005:13) waarsku teen die gevare hiervan omdat dit daartoe kan lei dat die werklike, oorspronklike betekenis van die konstruk in gedrang kom. Tog is daar twee aspekte van metakognisie wat telkens in bogenoemde definisies en/of omskrywings na vore kom. Daar word telkens melding gemaak van metakognitiewe kennis (ook na verwys as *kennis van kognisie*) en metakognitiewe bestuur van die leerprosesse (ook na verwys as *bestuur van kognisie*). Hierdie twee konstrukte word in 3.2.4 in meer detail bespreek word.

In die volgende gedeeltes word op grond van die literatuur gepoog om 'n duideliker beeld van die begrip *metakognisie* te verkry ten opsigte van die verwantskap daarvan met kognisie, die prosesse wat daardeur ingesluit word, asook die rol wat dit in leer speel.

3.2.3 Metakognisie vs. kognisie

Metakognisie verskil van kognisie daarin dat kognisie verwys na kognitiewe vaardighede wat nodig is om 'n taak uit te voer, terwyl metakognisie nodig is om te verstaan hoe die taak ten beste uitgevoer kan word (Rivers, 2001:280). Kognitiewe strategieë sluit probleemoplossingstrategieë soos herhaling, uitbreiding en organisasie in, teenoor metakognisie wat verwys na beide metakognitiewe kennis en bestuur van kognitiewe vaardighede wat normaalweg beplanning, monitering en evaluering van leer ten opsigte van die bereiking van persoonlike doelwitte behels (Kramarski, 2008:85). Kognisie is redelik waarneembaar en herkenbaar by individue, in vergelyking met metakognisie wat taamlik weggesteek en privaat is, as gevolg van die innerlike aard daarvan (Wall, 2008:28).

Die verskil, maar ook die verwantskap, tussen kognisie en metakognisie word duidelik geïllustreer deur die denkraamwerk van Moseley *et al.* (2005:312). Gebaseer op die pogings van verskillende navorsers bv. Wallace en Adams (1990), Marzano (2001) en Sternberg (2001a) om 'n raamwerk daar te stel om denke en leer te verstaan, ontwikkel Moseley *et al.* (2005:312) 'n denkraamwerk wat die kerneienskappe van die ander navorsers se geïntegreerde raamwerke insluit, maar met 'n eenvoudiger struktuur en toepaslik vir 'n wye reeks toepassings (sien figuur 3.3). Moseley *et al.* (2005:314) se denkraamwerk bestaan uit drie kognitiewe komponente wat uit Bloom (1956) se taksonomie geïdentifiseer is, sowel as 'n selfregulerende/metakognitiewe stelsel waarna verwys word as "strategiese en reflektiewe denke".



Figuur 3.3 'n Geïntegreerde model om denke en leer te verstaan (Moseley et al., 2005:314)

Daar is 'n belangrike verskil tussen kognitiewe vaardighede en strategiese en reflektiewe denke (metakognisie) wat betref die aard en gehalte van die ervaring daarby betrokke (Moseley *et al.*, 2005:314). Kognitiewe vaardighede is prosedures wat later geoutomatiseer kan word en wat nie noodwendig met moeite en emosie geassosieer word nie. Daarteenoor vind strategiese en reflektiewe denke (metakognitiewe denke) altyd bewustelik plaas en word dit dikwels ervaar as dat dit wilskrag en/of moeite, sowel as kognisie, behels (Moseley *et al.*, 2005:314). Metakognitiewe denke vereis volgehoue konsentrasie, veral in aktiwiteite waar daar hoë eise aan die individu gestel word. Metakognisie verander 'n proses, wat blote roetine kan wees, in 'n leerervaring en word aldus beskou as belangrik vir lewenslange leer by alle ouderdomme en fases (Moseley *et al.*, 2005:315).

3.2.4 Fundamentele aspekte van metakognisie

In 3.2.2 is verwys na definisies en/of omskrywings van die begrip *metakognisie* soos wat dit met verloop van tyd deur verskillende navorsers verwoord is. Alhoewel dit blyk dat daar nie 'n eenduidige definisie vir metakognisie in die literatuur is nie (Larkin, 2006:8), is daar by die meeste navorsers konsensus oor twee fundamentele aspekte van metakognisie, naamlik metakognitiewe kennis (ook na verwys as *kennis van kognisie*) en metakognitiewe bestuur (ook na verwys as *bestuur van kognisie*) (Hofer *et al.*, 1998:67; Everson & Tobias, 2001:69; Gourgey, 2001:18; Hartman, 2001:34; Schraw, 2001:3; Zeidner *et al.*, 2005:752). Die noue

verwantskap en interaksie tussen metakognitiewe kennis en metakognitiewe bestuur word bewerkstellig deur die individu se vermoë tot refleksie. In 3.2.4.3 word die rol van refleksie in metakognisie oor die algemeen bespreek, maar dit dien vermeld te word dat die belangrike rol wat refleksie in metakognitiewe bestuur speel, reeds in 3.2.4.2 uitgelig word.

In die bespreking wat volg sal deurgaans gebruik gemaak word van die begrippe *metakognitiewe kennis* en *metakognitiewe bestuur*, met inbegrip daarvan dat dit na "kennis van kognisie" en "bestuur van kognisie" respektiewelik verwys, soos dit in die literatuur kan voorkom. Gebruik van die begrippe *leer* en *leertake* sluit ook "probleemoplossing" en "probleemoplossingstake" in, aangesien die leer wat teen die agtergrond van paarprogrammering plaasvind, op probleemoplossing gefundeer is.

3.2.4.1 Metakognitiewe kennis

Metakognitiewe kennis verwys na kennis van drie algemene faktore: kennis van jouself en eie aard as kognitiewe verwerker; kennis van 'n leertaak en sy eise; en kennis van toepaslike leerstrategieë om die taak suksesvol te kan uitvoer (Flavell, 1979:907; Schunk, 2000:180; Schraw, 2001:4; Moores *et al.*, 2006:125). Kluwe (1982:209) en Paris *et al.* (1983:302) onderskei tussen subkategorieë van kennis rakende leerstrategieë, nl. *verklarende kennis*, *prosedurele kennis* en *voorwaardelike kennis*. Verklarende kennis is feitekennis ("Weet dat ..."), prosedurele kennis is kennis van hóé om iets te doen ("Weet hoe...") (Moores *et al.*, 2006:127) en voorwaardelike kennis is kennis van wannéér en hóékom om iets te doen ("Weet wanneer en hoekom..."). Kluwe (1982:9) en Paris *et al.* (1983:302) het hierdie subkategorieë ten opsigte van kennis van leerstrategieë onderskei, maar uit ander navorsing blyk dit dat hierdie subkategorieë kennis ook van toepassing is op kennis van jouself en kennis van die leertaak en sy eise, soos in die onderstaande bespreking aangetoon.

3.2.4.1.1 Kennis van jouself en eie aard as kognitiewe verwerker

Verklarende kennis van jouself as leerder verwys na wat jy weet oor jou leerproses (Young & Fry, 2008:1), kennis van watter faktore jou prestasie beïnvloed (Schraw, 2001:4) en kennis van jou eie sterk- en swakpunte (Schwartz & Perfect, 2002:5), bv. "Ek kan inligting goed onthou; ek is goed daarmee om nuwe inligting te organiseer." *Prosedurele kennis* van jouself as leerder hou verband met jou kennis oor hoe jy leer, bv. "Ek weet hoe om inligting goed te onthou; ek weet hoe om nuwe inligting in stukke op te deel en te kategoriseer." *Voorwaardelike kennis* van jouself as leerder verwys na wanneer en hoekom jy leer soos wat jy leer, wanneer en hoekom jou prestasie beïnvloed word en wanneer en hoekom jou sterk-/swakpunte 'n rol speel, bv. "Ek

weet wanneer en hoekom ek inligting goed onthou; ek weet wanneer en hoekom om inligting in stukke op te breek en te kategoriseer."

3.2.4.1.2 Kennis van 'n leertaak en sy eise

Verklarende kennis van die eise van verskillende leertake behels leerders se kennis daarvan dat verskillende leertake en leerdoelwitte verskillende strategieë vereis (Carrell *et al.*, 2001:232; Pintrich, 2005:458), bv. "Hierdie tipe taak vereis dat ek 'n opsomming moet maak; hierdie tipe taak verg 'n sorteringsalgoritme." *Prosedurele kennis* van die eise van verskillende leertake verwys na kennis oor hoe om die take te verrig. Die meeste van hierdie kennis behels heuristiek en strategieë (Schraw, 2001:4), bv. "Ek weet hoe om die taak te verrig." *Voorwaardelike kennis* van die eise van verskillende leertake het te make met kennis oor wanneer en hoekom om die take te verrig, bv. "Ek maak hierdie opsomming na afhandeling van die hoofstuk om my te help om die leerinhoud te bemeester."

3.2.4.1.3 Kennis van toepaslike leerstrategieë

Verklarende kennis word in die literatuur meestal van toepassing gemaak op kennis van spesifieke leerstrategieë wat aangewend kan word om 'n leertaak suksesvol uit te voer (Carrell *et al.*, 2001:232; Pintrich, 2005:458), bv. "Ek ken die volgende maniere om opsommings te maak; ek ken die volgende sorteringsalgoritmes." *Prosedurele kennis* van spesifieke leerstrategieë is kennis van hoe elkeen van die spesifieke strategieë gebruik kan word om 'n leertaak suksesvol uit te voer (Carrell *et al.*, 2001:232; Pintrich, 2005:458; Young & Fry, 2008:1), bv. "Ek weet hoe om 'n opsomming te maak; ek weet hoe om 'n spesifieke sorteringsalgoritme te gebruik." *Voorwaardelike kennis* van spesifieke leerstrategieë is kennis van die omstandighede waaronder spesifieke strategieë suksesvol aangewend kan word (Young & Fry, 2008:1), met ander woorde wanneer en hoekom om 'n spesifieke leerstrategie of probleemoplossingstrategie aan te wend (Carrell *et al.*, 2001:232; Pintrich, 2005:458; Christoph, 2006:9), bv. "Ek weet dat 'n opsomming die beste metode is om teoretiese leerinhoud te bemeester; ek weet dat hierdie spesifieke sorteringsalgoritme in hierdie omstandighede die vinnigste resultate sal lewer."

Dit is nie genoeg dat leerders net bewus sal wees van hul eie leer- en denkprosesse (metakognitiewe kennis) nie. Om werklik effektief te wees, moet hulle verstaan hoe om hierdie bewustheid te gebruik (metakognitiewe bestuur) (Wall, 2008:28). Dit is belangrik om te beklemtoon dat metakognitiewe kennis en metakognitiewe bestuur nie twee onafhanklike konstrukte is nie, maar onderling verwant en onderling afhanklik is (Schraw, 2001:4). Metakognisie bestaan uit beide kennis- en bestuursvaardighede wat gebruik word om kognisie

te beheer (Schraw, 2001:6). Vervolgens word aandag gegee aan die prosesse van metakognitiewe bestuur en hoe die verwantskap met metakognitiewe kennis gefasiliteer word.

3.2.4.2 Metakognitiewe bestuur

Metakognitiewe bestuur verwys na 'n stel aktiwiteite wat leerders help om hulle leer en/of probleemoplossing te bestuur (Schraw, 2001:4; Christoph, 2006:9) en hou verband met die beplanning, monitering en evaluering van die leerproses (Hofer *et al.*, 1998:67; Schunk, 2000:180; Hartman, 2001:35). Die individu is dus gedurende die leerproses bewustelik besig om sy/haar leer te bestuur en te beheer (Anderson & Nashon, 2007:318). Metakognitiewe bestuur dra by om prestasie te verbeter deur byvoorbeeld beter aanwending van bronne, beter gebruik van bestaande kognitiewe strategieë en groter bewustheid van aspekte wat begrip belemmer (Schraw, 2001:4). Soos reeds genoem (sien inleidende gedeelte van 3.2.4), word die rol wat refleksie in metakognitiewe bestuur speel, reeds in hierdie gedeelte vermeld.

3.2.4.2.1 Beplanning

Metakognitiewe beplanning behels ten eerste duidelike doelwitformulering (Ertmer & Newby, 1996:11; Christoph *et al.*, 2003; De Jong *et al.*, 2005:646) en analise van die taak om te help om deur middel van refleksie relevante aspekte van voorkennis te aktiveer wat dit makliker maak om die leertaak te verstaan en te organiseer (Christoph *et al.*, 2003). Die individu oriënteer homself/haarself deur te besin oor sy/haar bestaande kennis oor persoonlike leervaardighede, tydsbestuur en soortgelyke take en hoe dit gebruik kan word om 'n nuwe taak te voltooi (Pintrich, 2005:457). Vervolgens word toepaslike kognitiewe strategieë/prosedures gekies om die doelwit te bereik en toepaslike bronne toegeken (Vrugt & Oort, 2008:126; Young & Fry, 2008:2). 'n Besluit word geneem oor presies hoe die taak uitgevoer of die probleem opgelos gaan word, en in watter volgorde die leeraktiwiteite uitgevoer moet word (De Jong *et al.*, 2005:646). Volgens Ertmer en Newby (1996:11) dra beplanning ook by tot die vroegtydige identifisering van moontlike struikelblokke in die uitvoering van die taak. Die individu se bewustheid van sy/haar leerproses lei hom/haar doelbewus om strategieë te beplan en na bronne te soek om nuwe inligting te leer (Anderson & Nashon, 2007:318) of probleme op te los. Voorbeelde van aktiwiteite om die leertaak te beplan, sluit in:

- lees van die taak en analise daarvan;
- aandag aan die belangrikste aspekte van die taak;
- besluite oor die volgorde waarin toepaslike strategieë aangewend moet word; en
- beplanning van die tydsbesteding.

Vrae wat leerders hulself kan afvra terwyl hulle besig is om 'n plan van aksie te ontwikkel, voordat 'n leertaak uitgevoer word, sluit in (HENT, 2004):

- Watter voorkennis het ek wat my kan help met hierdie spesifieke taak?
- In watter rigting wil ek hê moet my denke my lei?
- Wat moet ek eerste doen?
- Hoekom lees ek hierdie gedeelte?
- Hoeveel tyd het ek om die taak te voltooi?

3.2.4.2.2 Monitering

Een van die sleutelelemente van metakognitiewe bestuur is die leerder se vermoë om sy/haar eie leer te monitor. Metakognitiewe monitering fokus op die vordering van die kognitiewe proses waarby die individu betrokke is (Serra & Metcalfe, 2009:279) en verwys na die individu se deurlopende bewustheid van sy/haar begrip van dit waarmee hy/sy besig is, aktiewe waarneming van leeraktiwiteite en optekening van leervordering (Schraw, 2001:5; Pintrich, 2005:459; Vrugt & Oort, 2008:126). Dit behels verder 'n deurgaanse bewustheid van wat die leerder besig is om te doen, waar dit inpas in die volgorde van stappe en 'n antisipering en beplanning van wat volgende gedoen moet word (Ertmer & Newby, 1996:11). Metakognitiewe monitering maak dit vir die leerder moontlik om op die spoor te bly van sy/haar leerproses deur te verseker dat wat gedoen word, sin maak binne die aanvaarde kognitiewe raamwerke (Anderson & Nashon, 2007:318). Individue wat hul leer in take monitor, foute in die uitvoering van hul take identifiseer en hul leeraktiwiteite ooreenkomstig aanpas, verwerf meer kennis en ontwikkel meer effektiewe prosedures om soortgelyke take in toekomstige situasies uit te voer (Ford *et al.*, 1998:228,229). Voorbeelde van moniteringsaktiwiteite sluit in dat die leerder gereeld besin oor of hy/sy verstaan wat hy/sy doen, of hy/sy nog op die regte spoor is, of dit nodig is om die beplanning te verander, of moeilike komponente addisionele aandag moet kry, of dit nodig is om hulp te vra, of die probleem in subprobleme verdeel moet word, asook kontrole van studietyd (De Jong *et al.*, 2005:647,648). Metakognitiewe monitering is dus daardie prosesse wat die individu toelaat om deur middel van deurlopende refleksie sy/haar eie kognitiewe prosesse te ervaar en dop te hou (Schwartz & Perfect, 2002:4). Volgens HENT (2004) sluit die vrae wat leerders hulself tydens die uitvoering van 'n leertaak kan afvra ten einde hul vordering te monitor die volgende in:

- Hoe vorder ek?
- Is ek op die regte spoor?
- Hoe moet ek voortgaan?
- Watter inligting is belangrik om te onthou?
- Moet ek 'n ander rigting inslaan?
- Moet ek die werktempo aanpas op grond van die moeilikheidsgraad?
- Wat moet ek doen as ek nie verstaan nie?

Monitering het ten doel om leer wat plaasvind in die lig van gestelde doelwitte te beoordeel (Isaacson & Fujita, 2006:42). Deurlopende refleksie voorsien die individu van inligting rakende die toestand van sy/haar eie leer en kognisie relatief tot die huidige doelwit (Schwartz & Perfect, 2002:4). In die geval van paarprogrammering kan die leerder dus beoordeel of dit waarmee hy/sy op 'n spesifieke stadium besig is relevant is vir bereiking van die verlangde uitkomste, of nie. Studente wat self kan beoordeel tot watter mate hulle 'n aktiwiteit bemeester het, kan hulle strategieë aanpas ten einde meer effektief te leer (Isaacson & Fujita, 2006:40; Tobias & Everson, 2009:109).

3.2.4.2.3 Evaluering

Metakognitiewe evaluering behels 'n bepaling van die sukses en effektiwiteit van die produk én die proses van uitvoering van die taak (Schraw, 2001:5; Vrugt & Oort, 2008:126), sodat dit verander of aangepas kan word, indien nodig, wanneer dit tesame met soortgelyke leertake in die toekoms gebruik gaan word, of as die leerder oordeel dat hy/sy die doelwit gaan mis. Die leerder beoordeel aldus die effektiwiteit van die leerstrategie wat hy/sy gebruik het. Dit gaan nie oor die kry van regte en verkeerde antwoorde nie, maar oor strategieë wat die leerder as suksesvol ag (Anderson & Nashon, 2007:318). Namate die akademiese take wat leerders moet uitvoer moeiliker word, word dit al hoe belangriker dat hulle oor metakognitiewe vaardighede sal beskik om die mate waartoe hulle die leertaak bemeester het, te kan evalueer (Isaacson & Fujita, 2006:53). Voorbeelde van evalueringsaktiwiteite sluit in om te bepaal of 'n taak reg verstaan is en of die leerdoelwit bereik is (De Jong *et al.*, 2005:649) en of die beste moontlike strategieë gebruik is. Metakognisie speel 'n belangrike rol om te assesseer hoe goed 'n taak bemeester is en om dit met die verlangde vlak van bemeestering of leer te vergelyk (Son & Schwartz, 2002:22). Vrae wat kan help met die evaluering van die uitvoering van 'n taak sluit in (HENT, 2004):

- Hoe goed het ek gevaar?
- Het my spesifieke denkrigting min of meer opgelewer wat ek verwag het?
- Wat kon ek anders gedoen het?
- Hoe sou ek hierdie denkrigting in ander probleme kon toepas?
- Is dit nodig dat ek weer deur die taak moet gaan om duidelikheid te kry oor dit wat ek nie verstaan het nie?

Op grond van die prosesse wat deel uitmaak van metakognitiewe bestuur, neem die individu bewustelike en onbewustelike besluite oor alternatiewe of verdere optrede, waarna verwys word as "metakognitiewe beheer" (Schwartz & Perfect, 2002:4). Metakognitiewe beheer behels die individu se vermoë om moniterings- en evalueringsprosesse te gebruik om sy/haar optrede te

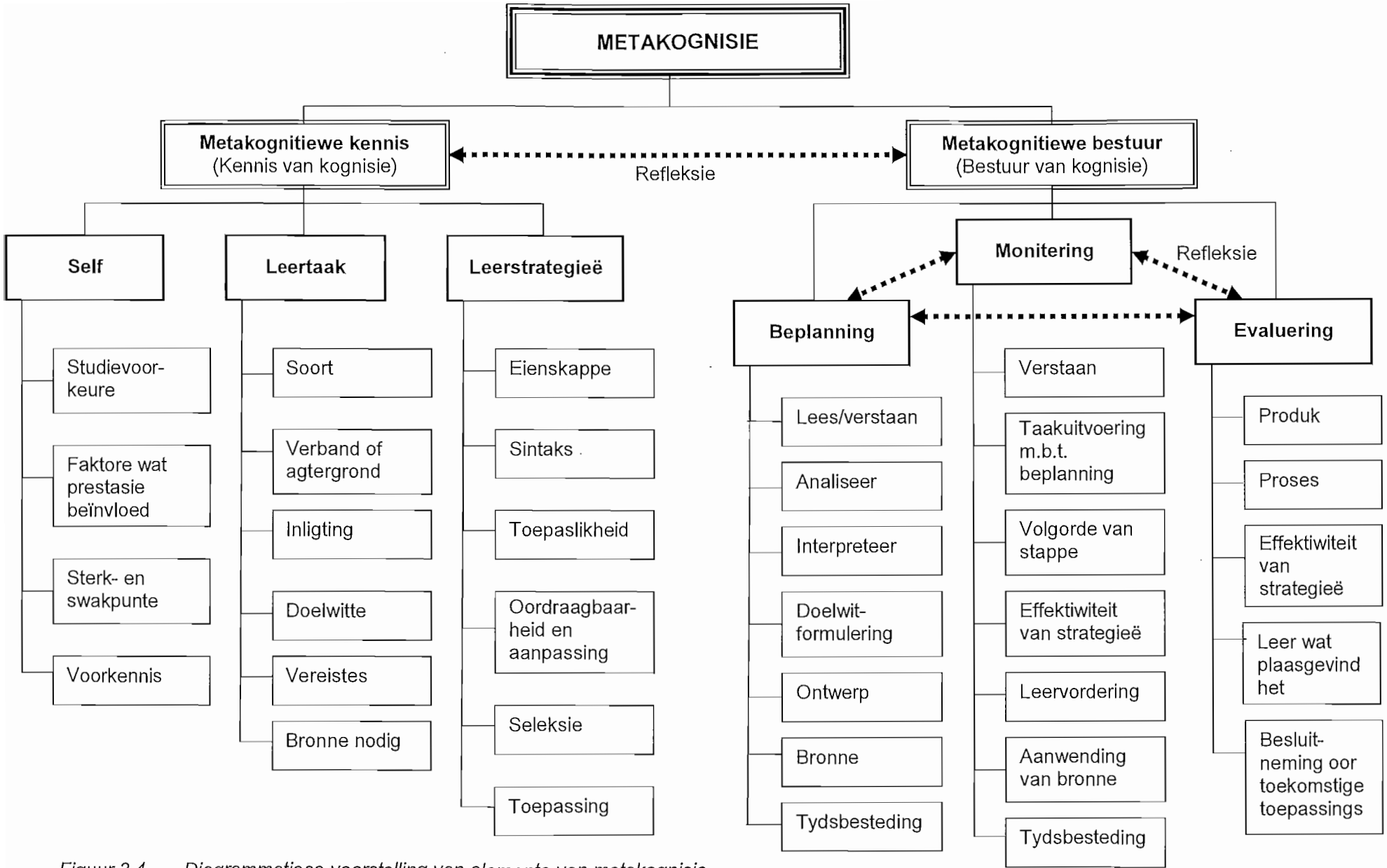
verander (Son & Schwartz, 2002:15). Goeie metakognitiewe beheer blyk 'n belangrike faktor te wees in 'n poging om leerprestasie te verbeter (Son & Schwartz, 2002:27).

3.2.4.3 Die rol van refleksie in metakognisie

Een van die belangrike aspekte van metakognisie is die vermoë om oor jou eie werk te reflekteer, omdat dit 'n leerervaring meer betekenisvol maak (Sugerman *et al.*, 2000:2). Refleksie behels 'n terugkyk op en evaluering van die proses en die produkte van 'n leertaak (White *et al.*, 2009:191), tesame met 'n besinning oor die verloop van die leer en inligtingsverwerking met die oog op toekomstige prosesse (De Jong *et al.*, 2005:647; Pintrich, 2005:460). Refleksie help leerders om die resultate van hul eie leerpogings te monitor en te evalueer, om hul bewustheid van effektiewe leerstrategieë te verhoog en om beter te verstaan hoe hierdie strategieë in ander leersituasies gebruik kan word (Ertmer & Newby, 1996:18). Deur refleksie verkry leerders dus insig in hul eie leervermoëns. Refleksie oor hul eie leer maak leerders bewus van hul leerprosesse en moontlike alternatiewe strategieë (Van den Boom *et al.*, 2004:554). As leerders nie oor hierdie insig beskik nie, kan daar nie verwag word dat hulle hul eie leer effektief moet kan bestuur nie (Bransford *et al.*, 2000:97).

Refleksie kan eerstens beskou word as die brug tussen metakognitiewe kennis en metakognitiewe bestuur, wat die oordrag van metakognitiewe kennis na nuwe situasies fasiliteer (Ertmer & Newby, 1996:3,14) (sien figuur 3.1). Hoe meer kennis leerder van hulself as leerders, van die leertaakvereistes en van leerstrategieë het, hoe beter is hul vermoë om gevolgtrekkings uit die uitkomste en effektiwiteit van vorige leerervarings te maak en op moontlike verbeterde leeraksies vir die nuwe leertaak te besluit. Sodoende bring hulle hul voorkennis en metakognitiewe kennis in verband met die huidige leeraktiwiteit en is dit vir hulle makliker om kennis te integreer en te organiseer. Tweedens speel refleksie 'n sleutelrol in die bestuur van die leerproses deurdat dit 'n wedersydse skakel vorm tussen die beplanning wat gedoen is voordat 'n taak begin is, die monitering tydens die uitvoering van die taak en die evaluering wat na voltooiing van die taak gedoen word (Ertmer & Newby, 1996:14) (sien figuur 3.1). Voortdurende refleksie oor die leertaak, die proses én die produk stel leerders in staat om hul bestaande kennisstrukture te gebruik, op geskikte strategieë te besluit, hul vordering te bepaal en moontlike aanpassings of veranderings te maak om hul doelwit te bereik. Refleksie oor die proses help om maniere te kry om die proses te verbeter (Williams & Upchurch, 2001b:329).

Op grond van die voorafgaande bespreking van die fundamentele aspekte van metakognisie word in figuur 3.4 'n diagrammatiese voorstelling gegee van hierdie studie se beskouing van metakognisie.



Figuur 3.4 Diagrammatiese voorstelling van elemente van metakognisie

3.3 METAKOGNISIE IN PAARPROGRAMMERING

In die vorige hoofstuk is aangetoon dat paarprogrammering in opvoedkundige verband 'n onderrigleerstrategie is wat berus op die beginsels van probleemoplossing (sien 2.3.4 en 2.3.11) en samewerkende leer (sien 2.3.5 en 2.3.11). Aangesien daar nie baie literatuur en navorsing bestaan rakende metakognisie tydens paarprogrammering nie, sal die bespreking van die rol van metakognisie in paarprogrammering hoofsaaklik op metakognisie in probleemoplossing en metakognisie in samewerkende leer fokus.

3.3.1 Metakognisie in probleemoplossing

3.3.1.1 Metakognitiewe vaardighede binne die konstruktiwistiese verband

Die belangrike rol wat metakognisie in leer speel, word veral met probleemoplossing in die konstruktiwistiese paradigma beklemtoon (Christoph, 2006:8). Binne die konstruktiwistiese paradigma (sien ook 2.3.4) vind leer plaas deur die proses van kenniskonstruksie en nie bloot deur kennisopname of -absorpsie nie (Mevarech & Kramarski, 1997:367). Leer word dus beskou as 'n kognitiewe proses waartydens kennis aktief deur betekenisvolle en gekontekstualiseerde ervarings gekonstrueer word en elke leerder kan dit op 'n unieke wyse doen (Christoph, 2006:15). Die konstruktiwistiese benadering tot leer fokus op vorige leer as grondslag waarop nuwe kennis gekonstrueer, verander en uitgebou kan word (Peters, 2000:166). Leerders leer deurdat hulle betekenisvolle skakels tussen bekende en onbekende kennis konstrueer (Mevarech & Kramarski, 1997:367), wat refleksie oor vorige kennis en deurlopende bestuur van die leerproses verg. Die klem op refleksie en bestuur van die leerproses in die konstruktiwistiese benadering, bring mee dat metakognisie 'n baie meer prominente rol speel as vantevore (Christoph, 2006:14).

Twee van die hoofkenmerke van die konstruktiwisme is *selfbestuur* en *refleksie* (Christoph, 2006:16). Die beginsel van *selfbestuur* (teen die agtergrond van hierdie studie word hier verwys na metakognitiewe bestuur) vereis van leerders in 'n konstruktiwistiese leeromgewing om hul eie leer te bestuur deur aktiewe monitering en beheer van hul leerprosesse. Probleemoplossing in 'n konstruktiwistiese leeromgewing, byvoorbeeld, verg dat die vordering wat gemaak word deurgaans gemonitor word (Christoph, 2006:16). Die beginsel van *refleksie* vereis dat daar oor leerprosesse gereflekteer moet word om insig te kry in wat reg verloop het en wat verkeerd gegaan het. Refleksie oor die oplossingsproses en -produk van probleemoplossing is 'n kernelement van metakognisie (Christoph, 2006:16).

3.3.1.2 Goeie probleemoplossers se gebruik van metakognitiewe vaardighede

Aangesien paarprogrammering altyd teen die agtergrond van probleemoplossing plaasvind, word daar vervolgens kortliks besin oor effektiewe probleemoplossers se implementering van metakognitiewe vaardighede. Vir die doel van hierdie bespreking word die begrip *goeie probleemoplosser* gebruik met verwysing na 'n bedrewe probleemoplosser en/of 'n bedrewe leerder, sonder om effektiwiteit in ander soorte leer uit te sluit.

Goeie probleemoplossers benader leertake anders as die minder effektiewe leerder in die sin dat goeie probleemoplossers meer as die minder effektiewe leerder van kognitiewe en metakognitiewe strategieë gebruik maak om kennis te organiseer en ook 'n groter neiging toon om dieper abstrakte en konseptuele strukture en skemas te gebruik om kennis te organiseer, eerder as oppervlakkige strukture (Rivers, 2001:280). Goeie probleemoplossers verstaan hulle eie sterk- en swakpunte as leerders en die eise van die spesifieke taak, maar weet ook of hulle die taak bemeester het of nie. Vir baie leerders is dit juis hul onvermoë om objektief te bepaal of hulle 'n taak bemeester het of nie wat 'n struikelblok in akademiese sukses veroorsaak (Isaacson & Fujita, 2006:39).

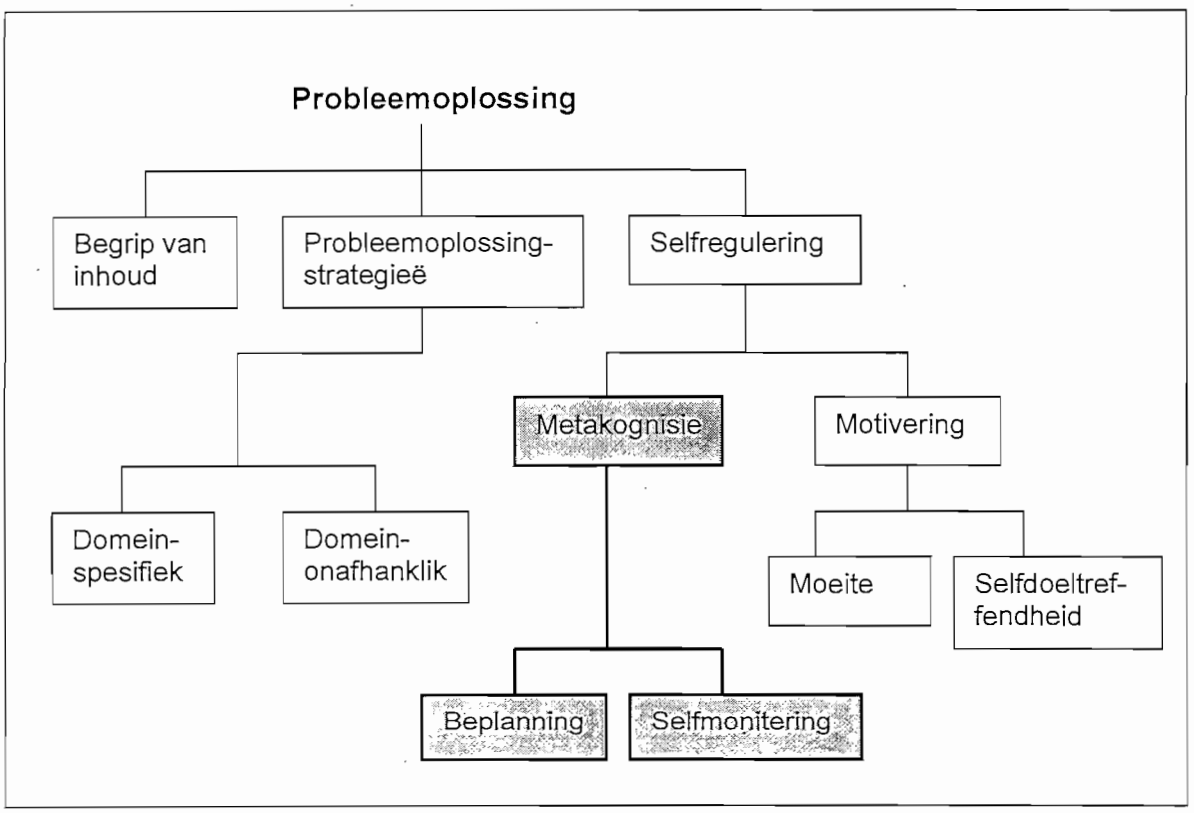
Die vermoë van die leerder om sy/haar benadering tot probleemoplossing te monitor deur middel van metakognisie, is 'n belangrike aspek van 'n goeie probleemoplosser se bevoegdheid (Bransford *et al.*, 2000:50). Goeie probleemoplossers vaar beter in die monitering van hul vermoëns om probleme op te los, kan die moeilikheidsgraad van 'n probleem beter beoordeel, is meer bewus van die foute wat hulle maak en is vaardiger in die bestuur van hul tyd as diegene wat nie probleme goed kan oplos nie (De Jong *et al.*, 2005:647). Goeie probleemoplossers beskik oor goeie kennisnetwerke, hulle fokus op die strukturele eienskappe van 'n probleem en is in staat om hul pogings om 'n probleem op te los te monitor en te bestuur, terwyl swak probleemoplossers se kennisnetwerke gewoonlik minder gestruktureerd is, hulle op die oppervlakkige eienskappe van 'n probleem fokus en hulle nie in staat is om hul pogings te monitor en te bestuur nie (Lester, 1994:665).

Oor die algemeen kan verwag word dat metakognitiewe kennis en bestuur verbeter namate leerders se kundigheid in 'n spesifieke domein toeneem (Schraw, 2001:7). Die swak probleemoplosser word beperk deur 'n swak werkmetode wat voortspruit uit 'n gebrek aan domeinspesifieke kennis (Veenman *et al.*, 1997:188). Leerders wat oor meer kundigheid in 'n spesifieke domein beskik, ontwikkel nie net meer metakognitiewe kennis nie, maar ontwikkel ook die vermoë om die kennis op 'n plooibare manier aan te wend, veral in nuwe leerareas (Schraw, 2001:7).

3.3.1.3 Die toepassing van metakognisie in probleemoplossing

Daar is baie verskillende, hoewel verwante, definisies en modelle vir probleemoplossing. Ter inleiding word twee modelle vir probleemoplossing in oënskou geneem, waartydens veral aandag gegee word aan die spesifieke outeurs se beskouing van die plek van metakognisie in die model. Daarna word besin oor die rol van metakognisie in bepaalde aspekte van probleemoplossing.

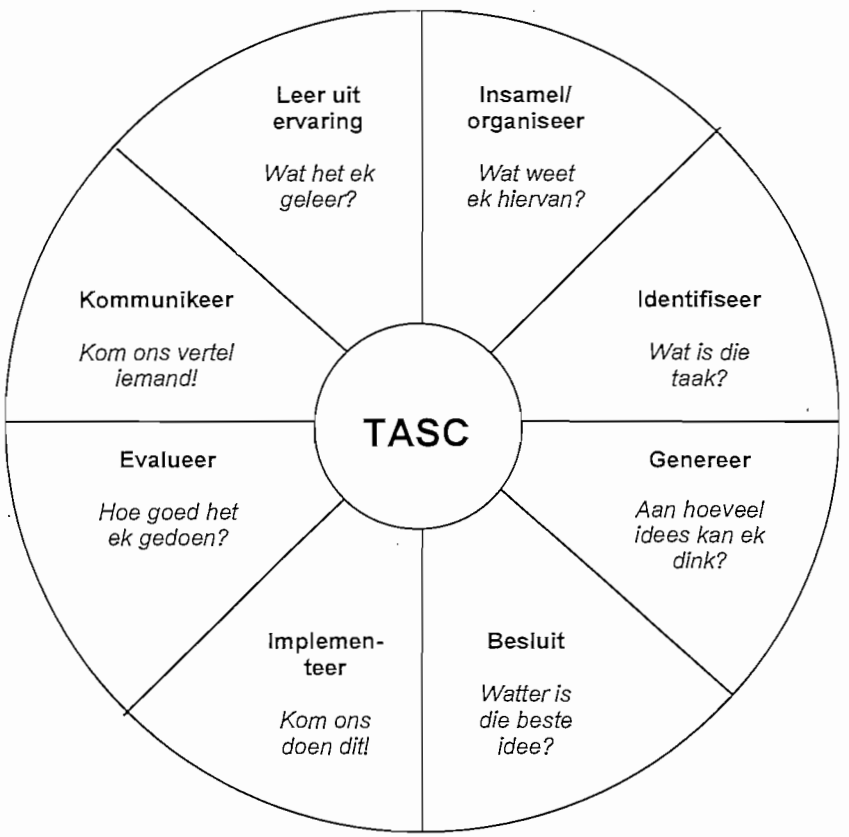
Uit 'n analise van die literatuur wat handel oor probleemoplossing ontwikkel O'Neil (2002:605) 'n model vir probleemoplossing waarin die rol wat metakognisie in die proses speel duidelik sigbaar is. Volgens O'Neil (2002:605) behels probleemoplossing begrip van domeinkennis, domeinspesifieke en domeinonafhanklike probleemoplossingstrategieë en selfregulering (sien figuur 3.5). Een van die komponente van selfregulering is metakognisie. O'Neil (2002:605) lê klem op beplanning en monitering van die vordering wat die individu maak in die oplossing van die probleem.



Figuur 3.5 CRESST-model vir probleemoplossing (O'Neil, 2002:606)

'n Alternatiewe model vir probleemoplossing is die TASC (Thinking actively in a social context)-denkraamwerk wat deur Wallace en Adams (1990) ontwikkel is met die doel om die denkvermoë ('thinking capacity') van skoolleerders te verbeter, met spesifieke toepassing in

probleemoplossing. Die raamwerk is die eerste keer gebruik met betrekking tot agtergeblewe gemeenskappe in Suid-Afrika. Die TASC-model is 'n sikliese proses wat voorgestel word deur 'n wiel met agt sektore (sien figuur 3.6). Elkeen van hierdie sektore word afgebreek in 'n aantal subvaardighede wat gebruik kan word om die leerder in sy denke te lei. Die TASC-model sluit kognitiewe en metakognitiewe vaardighede in, asook strategiese denke en refleksie oor wat geleer is. Die raamwerk het ten doel om denke te struktureer en te ontwikkel, veral deur middel van samewerkende probleemoplossing (Moseley *et al.*, 2005:259-265).



Figuur 3.6 Die TASC-model vir probleemoplossing (Moseley et al., 2005:260)

Moseley *et al.* (2005:262) identifiseer 'n aantal metakognitiewe denkprosesse en vaardighede wat by verskillende sektore van die TASC-model ingesluit word, maar stel dit duidelik dat dit nie noodwendig 'n volledige lys is nie. Waar nodig word, tussen hakies, 'n aanduiding gegee van die relevante aspek van metakognisie, soos bespreek in 3.2.4. Die lys deur Moseley *et al.* (2005:262) behels die onderstaande:

- Bewustheid van teenstrydigheid, onvolledigheid en/of bestaan van 'n probleem (*kennis van die leertaak*).
- Keuse van toepaslike maniere om die probleem voor te stel (*kennis van toepaslike leerstrategieë*).
- Keuse van kognitiewe strategieë (*beplanning*).

- Toekenning van bronne (*beplanning*).
- Monitering van die oplossingsproses (*monitering*).
- Sensitiwiteit vir terugvoer (*evaluering*).
- Bewustheid van jou eie sterk- en swakpunte, en dienooreenkomstige optrede (*kennis van self*).
- Balans tussen kritiese, analitiese en kreatiewe denke (*beplanning).*
- Beplanning.

Alhoewel Moseley *et al.* (2005:262) nie pertinent refleksie as een van die metakognitiewe denkprosesse en vaardighede lys nie, kom die rol wat refleksie in die TASC-model vir probleemoplossing speel duidelik na vore. In die **Insamel/organiseer**-sektor word in die lig van die nuwe ervaring oor vorige ervarings gereflekteer; in die **Genereer**-sektor word oor strategieë en metodes waarmee die probleemoplosser bekend is, gereflekteer; in die **Besluit**-sektor word oor die effektiwiteit van die strategieë en metodes gereflekteer; in die **Evalueer**-sektor behels refleksie 'n vergelyking van die sukses van die proses en die produk ten opsigte van die verwagte uitkomste; en in die **Leer uit ervaring**-sektor word oor die leersukses wat in die proses behaal is, gereflekteer.

Afgesien van outeurs se beskouing van 'n model vir probleemoplossing, word daar in die literatuur telkens melding gemaak van die belangrike rol wat metakognisie in probleemoplossing speel (Dominowski, 1998:38; Antonietti *et al.*, 2000:11; Mayer, 2001:89; Larkin, 2006:24; Hurme & Järvelä, 2009). Volgens Dominowski (1998:38) beteken metakognitiewe verwerking in probleemoplossing dat die aandag gefokus word op leerders se kennis van taakverwante prosesse (met ander woorde metakognitiewe kennis) en dat monitering van pogings om 'n probleem op te los en evaluering van vordering wat gemaak word deurlopend plaasvind (met ander woorde metakognitiewe bestuur). Die groot hoeveelheid navorsing oor metakognisie met probleemoplossing as fokus toon dat goeie probleemoplossers se metakognitiewe vermoëns sigbaar word uit die tendens dat hulle oor die algemeen die struktuur van 'n taak maklik verstaan en in staat is om die taak met ander soortgelyke take te vergelyk, die taak in subtake te verdeel, te beplan hoe om die taak te benader, vordering te monitor en te evalueer of hul suksesvol was of misluk het (Larkin, 2006:24).

Metakognisie speel 'n rol in elk van die stappe/fases van probleemoplossing. Die meeste beskouings van basiese stappe wat met probleemoplossing verband hou, is gebaseer op die stappe in probleemoplossing wat reeds in 1945 deur Polya aangetoon is (Schunk, 2000:195). Hierdie stappe sluit in om die probleem te bestudeer en te verstaan, 'n plan te ontwerp wat kan lei tot oplossing van die probleem, die plan uit te voer en dan die proses te evalueer, met ander woorde die oriënteringsfase/analise fase, die beplanningsfase, die uitvoerfase en die

evalueringsfase (De Jong *et al.*, 2005:648). Artzt en Armour-Thomas (2001:128) verdeel die probleemoplossingsproses net in drie konseptuele fases, naamlik die fase waarin die oplossing beplan word, die fase waarin die werklike oplossingsproses plaasvind en die fase waarin evaluering van die oplossing gedoen word, maar bespreek die analise van die probleem as deel van die beplanningsfase. Om deur die fases van die leerproses te kan vorder, vereis van die individu 'n spesifieke werkmetode, wat volgens Veenman *et al.* (1997:188) operasionalisering van die individu se metakognitiewe vaardighede is. 'n Werkmetode is effektief as dit 'n goed georganiseerderde stel selfregulerende (metakognitiewe) aktiwiteite behels wat die individu in staat stel om op 'n geordende en sistematiese manier deur die verskillende fases van die leerproses te beweeg (De Jong *et al.*, 2005:648).

Die proses van probleemoplossing begin met die verstaan van die probleem. Die leerder moet die probleem interpreteer en die situasie vergelyk met sy/haar vorige ervarings van dieselfde soort probleme en bestaande bronne. Daarna moet die leerder bepaal wat bekend is, wat onbekend is en wat gevra word (Hurme & Järvelä, 2009). Voorts moet daar besin word oor effektiewe oplossingstrategieë en moontlike aanpassings van strategieë wat voorheen gebruik is, en daar moet aan ander strategieë ten opsigte van die oplossing van hierdie probleem wat hy/sy ken en wat moontlik gebruik kan word, gedink word (Williams, 2003:185). Die gebruik van metakognitiewe strategieë laat leerders dink oor watter strategieë toepaslik is om 'n probleem op te los of 'n taak uit te voer, en hoekom (Kramarski & Mizrachi, 2004:175). Sodanige deeglike analise van 'n probleem stel die leerder in staat om op die relevante inligting in die probleemstelling te fokus en daaruit vir homself/haarself 'n geskikte probleemvoorstelling te konstrueer en 'n gedetailleerde plan van aksie te ontwerp (Veenman *et al.*, 1997:188). Die leerder se bewustelike keuse(s) oor watter heuristiek of algoritmes in die betrokke verband gebruik moet word, word grootliks deur sy/haar metakognitiewe kennis van toepaslike strategieë beïnvloed (Hurme & Järvelä, 2009). 'n Uitgebreide aksieplan met doelwitte en voorskrifte vir aktiwiteite, bring die moontlikheid van meer prosesbeheer gedurende die probleemoplossingsaktiwiteite mee (Veenman *et al.*, 1997:188). Deur die plan sistematies uit te voer is die leerder in staat om die vordering daarmee te monitor. Die leerder vra homself/haarself voortdurend af of dit wat gedoen word, in ooreenstemming is met die beplanning, en ook of elke stap reg is met betrekking tot die vorige stap wat uitgevoer is (Williams, 2003:185). In die laaste fase word evalueringsaktiwiteite uitgevoer, wat noodsaaklik is om foutiewe prosedures en foute op te spoor (Veenman *et al.*, 1997:188). Die leerder evalueer die oplossing met betrekking tot die oorspronklike probleemstelling en die proses wat gebruik is om die oplossing te verkry. Indien die oplossing nie korrek is nie of nie sinvol is nie, moet die nodige aksiestappe gedoen word deur na die oplossingsproses terug te keer en aanpassings in die strategieë maak ten einde die doelwit te bereik, of terug te keer na die oorspronklike probleem en die proses as't ware van voor af te begin (Williams, 2003:185).

In die praktyk ondervind leerders meestal probleme met die oplos van nie-roetineprobleme (Mayer, 2001:87-88). Nie-roetineprobleme is probleme wat nie is soos dié wat al vantevore opgelos is en wat bloot retensie van kennis en vaardighede vereis nie. Dit kan toegeskryf word aan die onvermoë om probleemoplossingsvaardighede wat reeds geleer is na nuwe situasies oor te dra en daar toe te pas (Mayer, 2001:87-88). Een van die soorte vaardighede wat Mayer (2001:89) uit die literatuur identifiseer en waaroor probleemoplossers wat suksesvol is in die oplossing van nie-roetineprobleme beskik is spesifiek metakognitiewe vaardighede. Metakognitiewe vaardighede staan sentraal in die oplos van nie-roetineprobleme, aangesien dit die ander komponente van probleemoplossing bestuur en koördineer (Mayer, 2001:89). Om nie-roetineprobleme suksesvol te kan oplos, moet die probleemoplosser weet *hoe* en *wanneer* om spesifieke oplossingstrategieë toe te pas, asook hoe om dit te koördineer en te monitor (Mayer, 2001:91). 'n Studie deur Sperling *et al.* (2004:132) toon ook 'n positiewe verwantskap tussen betrokkenheid by metakognitiewe aktiwiteite en die gebruik van relevante strategieë. Die besluit van watter strategie om te gebruik impliseer dat die strategie aanpas by die taak en die fase van taakuitvoering. Metakognitiewe verwerking bring 'n buigsame benadering tot probleemoplossing en die gebruik van komplekse en effektiewe strategieë mee (Dominowski, 1998:39).

Volgens Antonietti *et al.* (2000:4) is dit veral leerders met 'n swak aanleg vir probleemoplossing wat baat vind by metakognitiewe aktiwiteite. Metakognisie stel die leerders met 'n swak aanleg in probleemoplossing in staat om net so goed te presteer as hul eweknieë wat 'n goeie aanleg daarvoor het. Metakognisie is nuttig vir individue wat nie hul kognitiewe bronne om probleme op te los spontaan kan aktiveer nie en dus effektiewe strategieë moet leer om probleme te kan oplos (Antonietti *et al.*, 2000:4). Hoë vlakke van metakognisie kan met goeie prestasie in probleemoplossing geassosieer word (Antonietti *et al.*, 2000:12).

3.3.2 Metakognisie in samewerkende leer

Aangesien samewerking tussen individue sleutelelemente van beide paarprogrammering (sien 2.3.5) en kenniskonstruksie (sien 2.4.6) is, is dit noodsaaklik om te besin oor die rol van metakognisie in 'n samewerkende leeromgewing, soos samewerkende probleemoplossing. Samewerkende probleemoplossing behels die wedersydse betrokkenheid van twee of meer leerders by die oplossing van 'n probleem (Kneser & Ploetzner, 2001:54) om 'n gemeenskaplike doelwit te bereik (Manion & Alexander, 1997:269). Volgens Goos *et al.* (2002:196) word samewerkende probleemoplossing tussen eweknieë gekenmerk deur 'n wederkerige proses waarin die persone mekaar se redenasies en standpunte aanhoor en ondersoek met die doel

om in mekaar se begrip van 'n taak te deel, asook om interpretasies en oplossingsmetodes wat wedersyds aanvaarbaar is, te gebruik. Van die groeplede word vereis om hul eie idees voor te lê en te verdedig, en onduidelikhede vir hul eweknieë uit te klaar, wat soms verskil in opinies en konflik kan meebring (Goos *et al.*, 2002:196,197). Studente wat by samewerkende probleemoplossing betrokke is, het geleenthede om kennis uit hulle ervarings te konstrueer wat dan tot die uitbreiding en versterking van die kennisstrukture lei wat denke moontlik maak (Pritchard & Whitehead, 2004:6).

Redelik min navorsing is nog gedoen oor die rol van metakognitiewe vaardighede in sosiale kontekste (Hurme & Järvelä, 2009) en in samewerkende leer (Christoph, 2006:16). Tog toon navorsing in hierdie verband telkens die belangrike rol van metakognisie in samewerkende leeromgewings. Anderson en Nashon (2007:298) bevind dat die metakognisie van die individue in klein groepies 'n sleutelfaktor is wat die groep se gesamentlike kennisontwikkeling beïnvloed. Interaksie tussen die groeplede, ondersteun deur hulle metakognitiewe kennis, fasiliteer volledige begrip van die nut en bruikbaarheid van die kognitiewe strategieë wat gebruik word (Manion & Alexander, 1997:271). Suksesvolle samewerking in groepe noodsaak ook effektiewe metakognitiewe bestuur van die aktiwiteite wat in die groep plaasvind (Kwon & Liu, 2009). Om uit die samewerking te leer, moet leerders hul metakognisie aktiveer om te help met die monitering van hul eie begrip en bestuur van die groepaktiwiteite (Kwon & Liu, 2009). Volgens Saab (2005:9) lyk dit asof metakognitiewe vaardighede, soos beplanning en monitering, natuurlikerwys in 'n samewerkende leeromgewing voorkom, veral as die leerders ondersteun word om meer effektief te kommunikeer. Voorts blyk dit uit die studie van Cantwell en Andrews (2002:87) dat leerders met hoër vlakke van metakognitiewe bewustheid 'n beter gereedheid en vermoë openbaar om by groepgebaseerde leeraktiwiteite betrokke te wees.

Leerders wat in groepe saamwerk verduidelik dikwels begrippe aan mekaar, wat die moontlikheid verhoog dat ryk kennisnetwerke gekonstrueer word (Mevarech, 1999:195). Deur verbalisering van sy/haar gedagtes word die leerder gelei tot hoër abstrakte vlakke van probleemoplossing (Christoph, 2006:18). Die leerder is deur hierdie interaksie met ander 'n aktiewe deelnemer wat kennis aktief konstrueer deur idees te formuleer wat gebou is op die reaksies en response van ander – 'n tipiese konstruktiwistiese benadering tot leer (Nuldén, 2006). Om kennis te deel, is om te leer en hoe meer gedeel word, hoe meer word geleer (Nuldén, 2006). Deling van kennis met ander vereis van leerders 'n vermoë om oor hul kennis te reflekteer sodat hulle veralgemenings en toepassings kan maak wat hulle aan hul eweknieë kan oordra (Stevens & Slavin, 1995:242,243).

Metakognisie in 'n groep verskil van individuele metakognisie in dié opsig dat metakognisie in 'n groep te make het met kennis van die groep as 'n werkseenheid en monitering van alle lede van die groep se aktiwiteite. Dit is daarom belangrik dat groeplede gemeenskaplike doelwitte deel en gesamentlik verantwoordelikheid aanvaar vir die oplossing van die probleem, anders kan die groepmetakognisie nie effektief wees nie (Kwon & Liu, 2009). Kwon en Liu (2009) se ondersoek het getoon dat alhoewel die minder suksesvolle groep (wat betref probleemoplossing) in hul ondersoek persentasiegewys meer metakognitiewe stellings gemaak het as die suksesvolle groep, die meeste van hierdie metakognitiewe stellings oneffektief was as gevolg van die onderstaande redes:

- Daar is hoofsaaklik van probeer-en-tref-metodes gebruik gemaak in 'n poging om die probleem op te los. Die groeplede het nie die proses gemonitor nie en bloot aangehou om verskillende voorstelle te toets.
- Goeie strategieë wat wel voorgestel is, is in die groep geïgnoreer, sonder enige verdere kommentaar of bespreking.
- Die lede van die groep het geensins 'n poging aangewend om hul tyd en bronne te bestuur nie.

Faktore wat aanleiding gee tot oneffektiewe metakognitiewe aktiwiteite, soos hierbo genoem, maak die doelbewuste ontwikkeling van effektiewe metakognitiewe vaardighede noodsaaklik. Volgens Chalmers en Nason (2003) toon die literatuur dat daar hoofsaaklik drie maniere is waarop metakognisie in groepe ontwikkel kan word, naamlik deur

- eksplisiete onderrig van kennis rakende leerprosesse en -strategieë (Hartman, 2001:35; Schraw, 2001:3);
- metakognitiewe strategieë soos beplanning, monitering en evaluering te bevorder deur leerders aan te moedig om refleksie te doen deur, byvoorbeeld, 'n joernaal by te hou (Wilson & Johnson, 2000:13); en
- 'n ondersteunende sosiale omgewing te skep waarin leerders hul gebruik van metakognitiewe vaardighede kan oefen en evalueer (Gourgey, 2001:21).

Chalmers en Nason (2003) se studie, wat eksplisiete onderrig met betrekking tot beide groepwerkvaardighede en metakognitiewe strategieë behels het, bevind verhoogde effektiwiteit van die groepwerk. In hierdie ondersoek het leerders se kennis van hierdie vaardighede en strategieë hulle in staat gestel om toepaslike vaardighede en strategieë te kies en toe te pas om hul samewerking in die groepe te verbeter en nie-funksionele gedrag in die groepe uit te skakel. Die leerders was ook beter in staat om die groep se werk te beplan en hul sukses te monitor en te evalueer (Chalmers & Nason, 2003). Ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede dra ook by tot verhoogde leerprestasie, soos blyk uit die studie deur Kramarski *et al.* (2002:239). In dié studie is daar bevind dat studente wat in groepe saamwerk en ook metakognitiewe onderrig

ontvang, beter presteer in die oplos of uitvoer van beide bekende en outentieke soort van take as studente wat in groepe saamwerk sonder metakognitiewe onderrig.

Die bespreking tot dusver het gefokus op die rol wat verhoging van metakognitiewe vaardighede daarin speel om samewerkende leer meer suksesvol te maak. Daar is egter ook navorsers wat van mening is dat samewerkende probleemoplossing juis benut kan word om metakognitiewe vaardighede te bevorder. Die ondersoek deur Kneser en Ploetzner (2001), byvoorbeeld, toon dat leer en die gebruik van metakognitiewe vaardighede bevorder word in samewerkende probleemoplossing. Volgens Kneser en Ploetzner (2001:79) neem die betrokke leerders op verskillende stadiums van die proses van samewerkende probleemoplossing een of meer verskillende rolle aan. Kneser en Ploetzner (2001:79) onderskei in hul ondersoek die rolle van "inligtingsoeker" (die leerder soek inligting wat buite sy/haar eie kennisveld lê), "verduideliker" (die leerder eksternaliseer verskillende aspekte van sy/haar kennis), "taakuitvoerder" (die leerder pas sy/haar kennis toe om die oplossing te kry) en die "reflekteerder" (die leerder moniteer die probleemoplossingsproses op grond van sy/haar kennis van die domein om 'n beter oplossing te kry). Leerders wat die rol van "reflekteerders" aangeneem het, het op die metakognitiewe aktiwiteite van monitering van die paar se begrip en monitering van die probleemoplossingsproses gefokus (Kneser & Ploetzner, 2001). Dié studie het getoon dat dit veral die leerders is wat dikwels die rol van reflekteerders aangeneem het, wat meer effektief in hierdie 'n samewerkende leeromgewing geleer het.

Ander studies wat by hierdie denkrigting aansluit is dié van Larkin (2006) en Pate *et al.* (2004). Larkin (2006) bevind dat samewerkende interaksie tussen leerders noodsaaklik is vir die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede, aangesien dit geleenthede skep om metakognitiewe strategieë te oefen of om terugvoer te kry oor leerders se kognitiewe prosessering. Samewerkende groepwerk behels nie net die aanleer van sosiale en kommunikasievaardighede nie, maar maak dit vir die leerders moontlik, en dikwels noodsaaklik, om oor hul eie denke te reflekteer (Larkin, 2006:25). Op hul beurt gebruik Pate *et al.* (2004) tydens die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede die metode om studente wat in pare 'n probleem moet oplos, hardop te laat praat terwyl hulle besig is met die oplossingsproses. Die *TAPPS* (Thinking aloud pair problem solving) is 'n strategie wat ten doel het om probleemoplossing te verbeter deur verbale bevraagtekening en verwerking (Pate *et al.*, 2004:5). Op dié manier dink die leerder hardop deur sy/haar eie denkprosesse en word sy/haar refleksie- en moniteringsvermoëns ontwikkel (Pate *et al.*, 2004:9).

3.4 DIE BEVORDERING VAN METAKOGNISIE IN PAARPROGRAMMERING

Aangesien dit die doel van hierdie hoofstuk is om die rol van metakognisie in paarprogrammering te ondersoek en 'n onderrigleerstrategie daar te stel vir die bevordering van leerders se metakognitiewe vaardighede tydens paarprogrammering, word die voorafgaande bespreking rakende die rol van metakognisie in probleemoplossing en samewerkende leer voorts van toepassing gemaak op paarprogrammering as onderrigleerstrategie. Dit noodsaak ook 'n bespreking van die rol van die onderwyser in die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede en die wyse waarop ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede in die klaskamer bevorder kan word.

3.4.1 Metakognisie in paarprogrammering

Rekenaarprogrammering is by uitstek 'n domein wat verg dat leerders hul werk deeglik moet beplan, hul vordering moet monitor en hul pogings moet evalueer wat, volgens Gourgey (2001:18), tipiese metakognitiewe vaardighede impliseer. 'n Leeromgewing waarin leerders aktief betrokke en in beheer van hul leerproses is (soos by paarprogrammering), vereis dat die leerders hul eie proses van kennisverwerwing goed moet verstaan, m.a.w. dat hulle in staat moet wees om hulle begrip van leermateriaal akkuraat te monitor en te evalueer (Ford *et al.*, 1998:219).

In 1.2 is reeds verwys na die gebrek aan literatuur rakende metakognisie in paarprogrammering. Bryant (2005:22) dui aan dat daar in die literatuur rakende die gebied van sagteware-ontwikkeling (programmering) min verwysing na metakognisie is. Outeurs wat wel aandag gee aan die rol van metakognisie in programmering, se verwysing daarna het meestal te make met die noodsaaklikheid om metakognitiewe vaardighede in programmering te ontwikkel en die gebruik daarvan te bevorder (vgl. Williams en Upchurch (2001b) en Carbone *et al.* (2002)). Die gebrek aan literatuur is veral opmerklik ten opsigte van die metakognitiewe aktiwiteite waarby die drywer en navigator in paarprogrammering betrokke is.

Die terrein ten opsigte waarvan die literatuur die beste van toepassing is op metakognisie in paarprogrammering is dié wat verband hou met metakognisie in samewerkende probleemoplossing (sien 3.3.2), gesien in die lig daarvan dat paarprogrammering probleemoplossing in 'n samewerkende konteks behels. Die literatuur rakende metakognisie in samewerkende probleemoplossing is ook beperk en toon duidelike tekens van uiteenlopende benaderings, met dikwels teenstrydige resultate (Goos *et al.*, 2002:197). Die enkele aspek wat veroorsaak dat die literatuur rakende metakognisie in samewerkende probleem*oplossing as*

sodanig nie heeltemal toepaslik is in paarprogrammering nie, is daarin geleë dat die rolle wat die leerders in samewerkende probleemoplossing kan aanneem, vloeibaar en maklik ruilbaar is. Die aktiwiteite waarby elke groeplid op 'n bepaalde tydstip betrokke kan wees kan baie gou en gereeld gedurende 'n probleemoplossingsessie verander. Daarteenoor het leerders wat die rolle van drywer en navigator in paarprogrammering in die onderrigsituasie vervul, bepaalde en vaste funksies vir die duur van die tydperk wat die rol vervul word (sien 2.3.6).

Die paarprogrammeringsproses kan in drie hooffases verdeel word, naamlik die fase voordat enige kodering gedoen word (*pre-kodering*), die fase waartydens kodering op die rekenaar plaasvind (*intra-kodering*) en die fase nadat die kodering gedoen is (*post-kodering*). Tydens die pre-koderingsfase doen die paar gesamentlik 'n analise van die probleem en die ontwerp van 'n oplossing. Volgens Williams en Kessler (2003:9) is dit 'n baie belangrike fase in paarprogrammering, omdat die twee programmeerders se vermoëns en vaardighede gekombineer word. Die twee lede van die paar beskik elkeen oor 'n eie mate van metakognitiewe kennis. Die paar het dus 'n groter gesamentlike poel van selfkennis, kennis van leertake en kennis van toepaslike leerstrategieë. As daar gedurende analise van die probleem oor voorkennis gereflekteer word, kan elke lid van die paar vanuit sy/haar eie ervaring 'n bydrae maak. Gesamentlik kan die twee lede van die paar metakognitief meer effektief wees as hulle hul doelwitte formuleer, belangrike gegewe inligting identifiseer en besin oor die vereistes wat deur die probleem gestel word as wanneer hulle individueel sou werk. Die paar kan kies uit die groter poel toepaslike kognitiewe strategieë en onderhandel oor die volgorde waarin die strategieë aangewend gaan word. Die paar het gesamentlik ook 'n groter kans om meer effektief te wees met die toekenning van hulpbronne en bepaling van 'n tydskedule as wat individue sou hê.

Gedurende die intra-koderingsfase verskil die drywer en die navigator se betrokkenheid by metakognitiewe aktiwiteite. Beide die drywer en die navigator is deurgaans besig om te monitor of hulle nog verstaan waarmee hulle besig is, of hulle nog op die regte spoor is en of daar vordering plaasvind. Indien die drywer bevind dat daar met enige van hierdie aspekte 'n probleem is, kan hy/sy dit aan die navigator kommunikeer deur middel van 'n vraag aan die navigator om, byvoorbeeld, te verduidelik wat besig is om te gebeur, wat volgende gaan gebeur of watter aanpassings gemaak moet word. Omdat dit die taak van die navigator is om die volgorde waarin die strategieë aangewend moet word te bepaal, foute te identifiseer, aan alternatiewe te dink, aanpassings te maak, indien nodig, en hulpbronne te raadpleeg, moet die navigator ook nog deurlopend oor die proses en die produk reflekteer. Die navigator monitor dus of die proses verloop in ooreenstemming met die oorspronklike beplanning. Die navigator monitor ook of die werktempo in ooreenstemming met die beplanning verloop.

In die post-koderingsfase voer beide die drywer en navigator weer dieselfde metakognitiewe aktiwiteite uit. Hulle bepaal saam of die doelwit bereik is, beoordeel gesamentlik die effektiwiteit van die strategieë wat gebruik is en wat moontlik anders gedoen sou kon word, en hulle neem saam besluite oor moontlike aanpassings in toekomstige soortgelyke take. Dan besin hulle ook nog saam oor wat hulle individueel en gesamentlik uit die paarprogrammeringsproses geleer het.

3.4.2 Die rol van die onderwyser in die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede

Onderwysers wat self bewus is van hul eie metakognitiewe funksionering kan 'n groter rol speel in die ontwikkeling van leerders se metakognitiewe vaardighede (Sternberg, 2001b:248). Hierdie onderwysers is bewus daarvan dat leerders se kapasiteit om by betekenisvolle leer betrokke te raak, verhoog kan word deur hul metakognisie te ontwikkel (Anderson & Nashon, 2007:318). Die onderwyser het 'n verantwoordelikheid om leerders te help om metakognitiewe vaardighede aan te leer en in die toepaslike leersituasies toe te pas (Peters, 2000:169). Ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede lei tot meer effektiewe leer (Sternberg, 2001b:254). Namate leerders ontwikkel ten opsigte van die gebruik van metakognitiewe vaardighede, neem hul vermoë om in 'n konstruktiwistiese perspektief te werk en te leer toe. Hul vermoë om self te kan beoordeel hoe hulle kennis konstrueer, neem toe en word meer bestendig, wat lei tot 'n groter mate van onafhanklikheid in leer en probleemoplossing (Peters, 2000:169).

In die konstruktiwistiese en koöperatiewe/samewerkende modelle is die onderwyser 'n fasiliteerder en mediator in die leerproses (Nuldén, 2006). Die onderwyser wat ten doel het om leerders se metakognitiewe vaardighede te ontwikkel, moet 'n leeromgewing daarstel wat, onder andere, die geleentheid skep vir bespreking en refleksie (Nuldén, 2006). Een van die uitkomste van die ontwikkeling van leerders se metakognitiewe vaardighede is dat dit aanleiding gee tot positiewe veranderinge in hul groepwerk en verbeterde vlakke van kennisbou (Chalmers & Nason, 2003). Dit is een van die verlangde uitkomste waarna in paarprogrammering gestreef word.

In 3.4.3 word die ontwikkeling en bevordering van metakognisie in die klaskamer bespreek en daar word verder uitgebrei oor die spesifieke rol van die onderwyser in die bevordering van leerders se metakognitiewe vaardighede.

3.4.3 Ontwikkeling en bevordering van metakognisie in die klaskamer

Dit wil voorkom asof leerders oor die algemeen onkundig is oor metakognisie en nie betrokke is by metakognitiewe denke nie, tensy hulle deur toepaslike onderrigaktiwiteite eksplisiet daartoe aangemoedig word (Lin & Lehman, 1999:839; Bransford *et al.*, 2000:21). In die ondersoek deur Carbone *et al.* (2002:533), wat daarop gerig was om probleme met die onderrig van programmering aan eerstejaarstudente te ondersoek, toon onderhoude wat met studente en dosente gevoer is, asook waarneming in klasse, dat die meeste studente glad nie metakognitiewe denke toepas deur te reflekteer oor dit wat hulle verstaan en nie verstaan nie, en dat hulle nie oor strategieë beskik om hul leer te verbeter nie (Carbone *et al.*, 2002:533). Uit die studie van Daley (2002:29,30) word dit eweneens duidelik dat baie van die studente wat aan die studie deelgeneem het, met baie min begrip van hul eie leerprosesse begin het. Die meeste studente het aangedui dat hulle nooit oor hulle eie leer gedink het nie en dit as vanselfsprekend aanvaar het dat lees en "leer" sal help dat hulle die kursusmateriaal bemeester.

Die bevordering van metakognisie in die klaskamer begin deur leerders bewus te maak van die bestaan daarvan en van die feit dat dit tot akademiese sukses bydra (Schraw, 2001:14). Studente wat onderrig is in die voordele van metakognitiewe aktiwiteite en die wyse om dit toe te pas terwyl hulle besig is om te leer, toon 'n verhoogde vermoë om kennis wat in ander situasies verwerf is, toe te pas (Bannert *et al.*, 2008:8). Leerders se persoonlike bewustheid van die beskikbare leerstrategieë en die voorwaardes waaronder hierdie strategieë toegepas word, verskil (Anderson & Nashon, 2007:301). Daarom moet leerders die strategieë geleer word en gelei word om eksplisiete kennis te konstrueer oor hoe, wanneer en waar die strategieë aangewend moet word (Wilson & Johnson, 2000:13; Schraw, 2001:14). 'n Metakognitiewe benadering tot onderrig help leerders om beheer oor hul eie leer te neem deur hul leerdoelwitte te definieer en hul vordering in die bereiking van hierdie doelwitte te monitor. Navorsing wat met effektiewe leerders gedoen is, het aan die lig gebring dat sodanige leerders hul eie begrip versigtig monitor, aantekeninge maak as addisionele inligting nodig word om beter te verstaan en dat hulle bewus is van nuwe inligting wat ooreenstem met dit wat hulle reeds weet en watter analogieë aangedui kan word wat hulle begrip kan verbeter (Bransford *et al.*, 2000:18).

In hul bespreking van die intellektuele ontwikkeling van programmeerders meld Williams en Upchurch (2001a) die noodsaaklikheid daarvan om metakognitiewe kennis en vaardighede te onderrig en dan geleenthede te skep vir die inoefening en toepassing daarvan. Die verwerwing van metakognitiewe vaardighede word egter nie dikwels by onderrig of werkopdragte betrek nie (Williams & Upchurch, 2001b:329). Studente wat besig is met probleemoplossing is nie gewoonlik spontaan geneig om verskillende strategieë te oorweeg, hul benadering te beplan, hul vordering te monitor en te dink oor wat hulle doen nie (Williams & Upchurch, 2001a). Indien

die onderwyser spesifiek aandag gee aan die onderrig van metakognitiewe kennis en die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede, leer studente om te dink oor hoe en hoekom hulle op 'n spesifieke manier werk, en hoe om strategieë te ontwikkel om oneffektiewe gewoontes te verander (Williams & Upchurch, 2001a). Sodoende ontwikkel hulle 'n beter begrip van wat hulle besig is om te doen, en dit lei tot beter prestasie in die oplossing van toekomstige probleme.

'n Metakognitiewe benadering tot onderrig verg deeglike beplanning en bepaalde insette van die onderwyser, wat 'n invloed kan hê op die werkmetode wat in die klas gevolg word. Ná sy ondersoek na die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede in 'n graad 11-Chemieklas maak Thomas (2008:15) die onderstaande twee stellings:

- Verandering in metakognisie gaan oor die daarstel van alternatiewe wat die leerders se bestaande leergewoontes, die reëls van hul leeromgewings en die hulpmiddels wat hulle gebruik het, sowel as hul vorige patrone van redenering en leer, uitdaag.
- Studente moet kan agterkom dat die denke waarby van hulle verwag word om betrokke te raak, verskil van hulle vorige kognitiewe prosesse – dit is nodig om hulle betrokke te kry by metakognisie.

Die ontwikkeling en verbetering van metakognisie in die klaskamer het dus bepaalde implikasies vir beide die onderwyser en leerders.

Schraw (2001:8-12) stel vier maniere voor waarop metakognisie in die klaskamer bevorder kan word, naamlik ontwikkeling van die algemene bewustheid van die belangrikheid van metakognisie, uitbouing van metakognitiewe kennis, uitbouing van metakognitiewe bestuur en die skep van leeromgewings wat metakognisie bevorder. Hierdie vier aspekte word vervolgens meer volledig bespreek.

- *Ontwikkeling van die algemene bewustheid van die belangrikheid van metakognisie*
  Onderwysers, medeleerders en refleksie speel elk 'n belangrike rol om leerders te help om die verskil tussen kognisie en metakognisie te verstaan (Schraw, 2001:8). Onderwysers dra by tot die ontwikkeling van die algemene bewustheid van metakognisie deur die belangrikheid van metakognitiewe kennis en bestuur met die leerders te bespreek en ter illustrasie hul eie metakognitiewe denke aan die leerders te modelleer deur hardop te beskryf hoe hulle dink en hul eie vordering monitor. Voorts moet onderwysers geleenthede skep vir groepbespreking en refleksie, sodat die leerders oor hul eie en mekaar se metakognitiewe aktiwiteite kan besin en van mekaar kan leer (Schraw, 2001:8,9).

- *Uitbouing van metakognitiewe kennis*

  Hierdie aspek behels die ontwikkeling en verbetering van leerders se kennis van strategieë, met besondere fokus op hoe, wanneer en hoekom om dit te gebruik. 'n Metode wat Schraw (2001:9) ontwikkel het en wat met groot vrug gebruik word, is dié van 'n *strategie-evalueringsmatriks* (SEM). Die doel van die matriks is om verklarende, prosedurele en voorwaardelike kennis van elke strategie wat die leerder gebruik, uit te bou. Leerders moet, individueel of groepe, deur die loop van 'n skooljaar elke ry van die matriks voltooi ten opsigte van *wat* die strategie is, *hoe* dit gebruik word, asook *wanneer* en *hoekom* dit gebruik word. Leerders kry ook op 'n gereelde basis geleentheid om te reflekteer oor hul gebruik van strategieë en die samestelling van die SEM. Figuur 3.7 is 'n voorbeeld van 'n SEM (Schraw, 2001:10).

Verklarende kennis	**Prosedurele kennis**	**Voorwaardelike kennis**	
Strategie	**Hoe om te gebruik**	**Wanneer om te gebruik**	**Hoekom om te gebruik**
Vluglees	Soek na opskrifte, onderstreep woorde en maak opsommings	Voordat 'n lang stuk teks gelees word	Verskaf 'n konseptuele vooruitskouing en help om aandag te fokus
Gaan stadiger	Stop, lees en dink oor inligting	As inligting besonder belangrik lyk	Verhoog fokus van aandag
Aktiveer voorkennis	Stop eers en dink oor wat jy reeds weet Vra jouself af wat jy nie weet nie	Voordat met 'n onbekende taak begin word	Maak nuwe inligting makliker om te leer en te onthou
Verstandelike integrering	Koppel hoofidees met mekaar en gebruik dit om 'n tema of gevolgtrekking te konstrueer	As komplekse inligting geleer word of dieper begrip vereis word	Verlaag lading op die geheue en bevorder dieper vlak van begrip
Diagramme	Identifiseer hoofidees en koppel dit, lys ondersteunende besonderhede onder hoofidees en koppel ondersteunende besonderhede	As daar baie onderling verwante feitelike inligting is	Help om hoofidees te identifiseer en in kategorieë te organiseer wat lading op die geheue verlaag

Figuur 3.7 Voorbeeld van 'n strategie-evalueringsmatriks (Schraw, 2001:10)

- *Uitbouing van metakognitiewe bestuur*

  Hierdie aspek van ontwikkeling en bevordering van metakognisie in die klaskamer is daarop gerig om leerders, veral oneffektiewe leerders, te help om 'n sistematiese werkswyse te implementeer ten einde hul werkverrigting te beheer. Een van die benaderings wat Schraw (2001:11) aanbeveel, is die gebruik van 'n kontrolelys. Figuur 3.8 is 'n voorbeeld van so 'n kontrolelys wat in drie kategorieë – beplanning, monitering en evaluering – verdeel is.

Beplanning 1. Wat is die aard van die taak? 2. Wat is my doelwit? 3. Watter soort inligting en strategieë het ek nodig? 4. Hoeveel tyd en watter bronne het ek nodig?
Monitering 1. Verstaan ek wat ek moet doen? 2. Maak die taak sin? 3. Bereik ek my doelwitte? 4. Moet ek veranderings maak?
Evaluering 1. Het ek my doelwit bereik? 2. Wat het gewerk? 3. Wat het nie gewerk nie? 4. Wat sal ek volgende keer anders doen?

Figuur 3.8 Voorbeeld van 'n kontrolelys vir metakognitiewe bestuur (Schraw, 2001:11)

Onderrig wat leerders lei om selfvrae as 'n sistematiese strategie te gebruik om te bepaal wat hulle nodig het ten einde te weet hoe om 'n taak te verrig of 'n probleem op te los, is krities belangrik ten einde leerders te help om hul eie leer te beheer (Cardelle-Elawar, 1995:82).

- *Skep van leeromgewings wat metakognisie bevorder*

  Die bevordering van metakognisie in die klaskamer is afhanklik van die skep van leeromgewings en leergeleenthede waarin leerders metakognitiewe strategieë moet implementeer.

Wilson en Johnson (2000:13) het vier alternatiewe strategieë geïmplementeer om die reflektiewe en metakognitiewe denke van die studente (onderwysstudente) wat by hul ondersoek betrokke was, te ontwikkel. Hulle het in die normale onderrigsituasie gebruik gemaak van *refleksiejoernale*, *selfassessering*, *koöperatiewe groepwerk* en *begripsketse*. In die *refleksiejoernale* het die studente aantekeninge gemaak oor hul gevoelens, idees en menings

oor die inhoud van die kursus, hul eie en die dosent se onderrigstrategieë, asook hul eie leer. Hierdie inskrywings is op 'n gereelde basis met ander groeplede en die dosent bespreek om terugvoer te kry. Deur *selfassessering* van hul eie werk is die geleentheid geskep dat studente oor hul werk en denke kan reflekteer en die nodige aanpassings kon maak vir toepassings in toekomstige leertake. Selfassessering is 'n belangrike deel van 'n metakognitiewe benadering tot onderrig (Bransford *et al.*, 2000:140). Leerders wat vaardig is in metakognitiewe selfassessering, en gevolglik bewus is van hul vermoëns, is meer strategies en presteer beter as dié wat onbewus is van hul eie vermoëns (Rivers, 2001:280). Betrokkenheid by metakognitiewe aktiwiteite, soos self-assessering, bevorder leerders se leerprosesse (Lin, 2001:23). Samewerking in groepe vereis dat die studente oor hul idees en werk in die groep reflekteer en dit self assesseer. Die tegniek van *begripsketse* is daarop gerig dat studente hul verstaan van 'n bepaalde begrip op 'n diagrammatiese wyse moet voorstel. Die begripsketse word dan bespreek en deur die student self geassesseer. Deur so 'n begripskets vir 'n bepaalde begrip meer as een keer te doen, kan bepaal word of daar tussen die twee of meer sketse vordering was in die verstaan van die bepaalde begrip. Wilson en Johnson (2000:17) rapporteer dat studente veral die waardevolle bydrae van die refleksiejoernale en groepwerk uitgelig het om hul metakognisie te ontwikkel.

Wilson en Johnson (2000:18,19) maak die onderstaande aanbevelings vir die ontwikkeling van metakognisie en refleksie in die klaskamer:

- Die onderwyser sowel as die leerder moet begrip hê vir die waarde van metakognitiewe en reflektiewe optrede en dit toepas. Dit impliseer dat daar op 'n gereelde basis tyd afgestaan moet word om die vaardighede doelbewus in te oefen.
- Onderwysers moet entoesiasties wees oor die prosesse van metakognitiewe denke en refleksie en dit met selfvertroue kan demonstreer.
- Die ontwikkeling van metakognisie en refleksie moet plaasvind teen die agtergrond van betekenisvolle vakinhoud en nie net in geïsoleerde areas van die vakinhoud nie.
- Metakognitiewe en reflektiewe ontwikkeling vereis dat leerders 'n mate van beheer oor hul eie leer moet hê. Dit kan 'n verandering meebring ten opsigte van die onderwyser se keuse van leeraktiwiteite, die manier waarop leerders dit uitvoer, asook die verhouding tussen die onderwyser en leerders. Paarprogrammering as onderrigleerstrategie is dus by uitstek geskik om aan hierdie vereiste te voldoen (sien 2.3.6 en 2.3.7.4).
- Die leeromgewing moet positiewe interaksie en verantwoordelikheid tydens groepwerk aanmoedig. Refleksie en selfassessering deur die leerders van hul interaksie en verantwoordelikheid is noodsaaklik vir die bevordering daarvan. Ook wat hierdie aspekte betref, voldoen paarprogrammering aan die vereiste (sien 2.3.7.4).

- Assesseringsprosedures moet die waarde van deelname aan groepaktiwiteite beklemtoon en dit bevorder. Die assessering in paarprogrammering assesseer nie net die produk nie, maar ook die groeplede se deelname (sien 2.3.7.4).
- Leerders heg groter waarde aan refleksie en selfassessering as dit deel uitmaak van die totale assesseringsproses. Met paarprogrammering maak refleksie en selfassessering ook deel uit van die totale assesseringsproses (sien 2.3.7.4).

Die probleem wat leerders ondervind om kennis na nuwe situasies oor te dra en outentieke probleme op te los, is meestal geleë in hul onvermoë om hul eie oplossingsprosesse te bestuur, te monitor en daaroor te reflekteer (Kramarski *et al.*, 2002:227). 'n Metakognitiewe benadering tot onderrig dra nie net by tot leerders se vermoë om kennis en vaardighede tussen bekende en onbekende probleme oor te dra nie, maar ook tussen verskillende domeine, deurdat dit hulle help om omtrent hulself as leerders te leer teen die agtergrond van bemeestering van inhoudskennis. Effektiewe leerders word gekenmerk deur die vermoë om hul eie begrip te monitor en te bestuur op maniere wat hulle toelaat om kennisoordrag te kan doen (Bransford *et al.*, 2000:78). Selfs leerders wat oor min kennis van 'n sekere domein beskik, maar wat kennis van generiese studietegnieke het, presteer beter as leerders met ewe min domeinkennis en met minder metakognitiewe kennis (Winne & Hadwin, 1998:285).

Metakognisie neem toe namate die individu ouer word, maar toepaslike leergeleenthede kan metakognitiewe ontwikkeling versnel en daaropvolgende leer verbeter (Tan *et al.*, 2006). Metakognisie is nie 'n konstruk wat sommer net in die later kinderjare verskyn op die wyse van "nou het jy dit nie, nou het jy dit" nie. Soos met enige ander vorm van leer ontwikkel metakognisie geleidelik en is dit ewe afhanklik van kennis en ervaring (Bransford *et al.*, 2000:98) wat deur onderrig daarvan ondersteun word.

3.5 METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIEË

Met die oog op die samestelling van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering word eers besin oor wat metakognitiewe ondersteuning en onderrig in die algemeen behels. Verskillende metakognitiewe onderrigleerstrategieë wat reeds deur ander navorsers geïmplementeer is, tesame met die voordele daaraan verbonde, word daarna bestudeer. In 3.6 word die beginsels wat algemeen vir metakognitiewe ondersteuning en onderrigleerstrategieë geld, toegepas om 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering saam te stel.

3.5.1 Metakognitiewe ondersteuning en onderrigleer

Die onderrig van metakognitiewe kennis en vaardighede is een van die basiese benaderings tot die ondersteuning van metakognitiewe ontwikkeling (Lin, 2001:24). Metakognitiewe ondersteuning is daarop gerig om deur middel van sistematiese metakognitiewe onderrig leerders se leerbevoegdheid te verbeter (Bannert *et al.*, 2008:1) en leerders tot verbeterde akademiese prestasie te lei (Edvantia, 2005; Sánchez-Alonso & Vovides, 2007:2593). By rekenaar-programmering, byvoorbeeld, is metakognitiewe onderrig noodsaaklik om probleemoplossing te fasiliteer (Mevarech, 1999:202). Leerders se aandag word gerig op wat relevant is en hulle word daarin gelei om selektief te wees oor strategieë wat toepaslik is om 'n probleem te kan oplos (Cardelle-Elawar, 1995:81). Dit blyk dat metakognitiewe onderrig die potensiaal het om metakognisie en leer oor 'n wye spektrum van leerders te verbeter (Mevarech & Amrany, 2008:148).

Metakognitiewe onderrig kan deur direkte of indirekte onderrig gedoen word, na gelang van die leerders se metakognitiewe bevoegdheid. Vir leerders wat oor geen of min metakognitiewe kennis en vaardighede beskik, is dit nodig om direk en eksplisiet onderrig te word om hierdie kennis en vaardighede te ontwikkel (Bannert *et al.*, 2008:2). Die inhoud wat onderrig word, kan in twee kategorieë verdeel word: domeinspesifieke kennis, byvoorbeeld probleemoplossing, Wiskunde, Natuur- en Skeikunde of rekenaarprogrammering; en kennis van die self-as-leerder, byvoorbeeld persoonlike of selfkennis wat ontwikkel is uit deelname aan akademiese en gemeenskapsaktiwiteite (Lin, 2001:24), kennis van taakvereistes en kennis van toepaslike strategieë. Hierdie leerders word voorts onderrig om tydens hul leerproses eksplisiet te beplan, te monitor, te evalueer en te reflekteer.

Vir ander leerders, wat reeds oor metakognitiewe kennis en vaardighede beskik, maar dit nie spontaan toepas nie, is direkte, eksplisiete onderrig van metakogniiewe kennis en vaardighede nie nodig nie, maar metakognitiewe vrae ('prompts') kan aangewend word om hulle te stimuleer om die metakognitiewe vaardighede tydens leer toe te pas (Bannert *et al.*, 2008:2). Hierdie soort van metakognitiewe ondersteuning fokus leerders se aandag op hul eie denke en op hul begrip van die aktiwiteite waarmee hulle besig is as hulle leer (Bannert *et al.*, 2008:2). As leerders geleer word om te dink oor hul eie denke, dan ontwikkel hulle kennis en beheer van faktore wat leer affekteer – die self, die taak wat uitgevoer moet word en die strategieë wat aangewend moet word (Edvantia, 2005). Onderrigpraktyke met 'n metakognitiewe benadering tot leer fokus voorts op betekenisvolle selfassessering en refleksie oor dit wat werk en dit wat verbeter moet word (Bransford *et al.*, 2000:12). Volgens Carbone *et al.* (2002:533) het die studies wat beskikbaar was ten tye van hul ondersoek almal getoon dat leer verbeter kan word deur direkte, eksplisiete onderrig van metakognitiewe prosesse.

'n Ander aspek wat ter sprake kom tydens metakognitiewe onderrig is die kwessie of dit domeinspesifiek moet geskied, of nie. Navorsing oor metakognisie word meestal gedoen onafhanklik van die domein waarin die kognitiewe en metakognitiewe prosesse geaktiveer word (Mevarech & Fridkin, 2006:86). Shraw (2001:3,5) se siening is dat metakognisie algemeen van aard is en verskillende domeine oorspan, terwyl dit die kognitiewe vaardighede is wat in spesifieke domeine of vakgebiede vervat is. Kramarski en Mevarech (2003:284) is egter van mening dat daar onderskei moet word tussen algemene en domeinspesifieke metakognitiewe prosesse. Algemene metakognitiewe prosesse behels kennis en bestuur van probleemoplossingsprosesse ongeag die spesifieke domein, terwyl domeinspesifieke metakognitiewe prosesse fokus op die unieke eienskappe van probleme in die domein, wat vir verskillende domeine verskillend kan wees (Kramarski & Mevarech, 2003:284), byvoorbeeld die probleemoplossingsproses wat in paarprogrammering gevolg word, verskil van die probleemoplossingsproses in Chemie.

Die besluit of metakognitiewe onderrig domeinspesifiek moet wees of nie, kan ook beïnvloed word deur die ouderdom van die leerders waarvoor dit bedoel word. Veenman en Spaans (2005:172) se studie het die metakognitiewe vaardighede van 12- en 15-jariges wat take in verskillende domeine (Wiskunde en Biologie) voltooi, ondersoek. Die studie het getoon dat die metakognitiewe vaardighede van jonger leerders (12 jaar oud) eerder domeinspesifiek blyk te wees, terwyl die metakognitiewe vaardighede van ouer leerders (15 jaar oud) meer algemeen van aard is. 'n Studie van Van der Stel en Veenman (2008) waarby 12-jarige leerders betrokke was, het ook domeinspesifieke metakognitiewe vaardigheid, tesame met 'n algemene komponent aangetoon. Dit kon moontlik daarop dui dat leerders van hierdie ouderdom in 'n oorgangsfase was betreffende ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede (Van der Stel & Veenman, 2008:133).

Die ontwerp van 'n onderrigleerstrategie wat gerig is op die ontwikkeling van metakognisie laat dus belangrike vrae ontstaan oor die mees geskikte kriteria waaraan dit moet voldoen (Gama, 2004:669). Alhoewel die kriteria kan varieer van domein tot domein en afhanklik is van die soort take wat uitgevoer moet word, is daar twee basiese vereistes waaraan die ontwerp moet voldoen: (a) dit moet nie die kognitiewe lading van die student verhoog nie, en (b) dit moet die student daarin lei om die belangrikheid van metakognitiewe aktiwiteite in die leerproses te herken (Gama, 2004:669,700).

Bannert *et al.* (2008:2) identifiseer uit vorige navorsing wat gedoen is, drie beginsels vir effektiewe metakognitiewe onderrig:

- Metakognitiewe onderrig moet by die domeinspesifieke *geïntegreer* word (Veenman *et al.*, 2006:9). Metakognitiewe aktiwiteite word nie afsonderlik onderrig nie, maar maak deel uit van die onderrig van die vakinhoud (Lin, 2001:29). Dit beteken dat metakognitiewe aktiwiteite 'n geïntegreerde, natuurlike deel van die leerproses moet wees om meer betekenisvol en langdurend te wees (Lin, 2001:37). Onderrig van metakognitiewe strategieë behoort in elke domein waarin die leerder betrokke is, plaas te vind, aangesien veral die soort monitering wat nodig is van domein tot domein kan verskil (Bransford *et al.*, 2000:21).
- Die toepassing en waarde van metakognitiewe strategieë moet aan studente *verduidelik* word om hulle te kry om die aanvanklike ekstra moeite te doen (Veenman *et al.*, 2006:9). As dit nie verduidelik word nie, sal studente dit nie gedurende spesifieke opleidingsessies spontaan gebruik nie, en ook nie later nie (Winne, 2005:561). Aangesien metakognisie dikwels die vorm van 'n interne dialoog aanneem, kan dit gebeur dat leerders totaal onbewus is van die belangrikheid daarvan, tensy die prosesse eksplisiet deur die onderwyser beklemtoon word (Bransford *et al.*, 2000:21).
- *Genoeg tyd* moet toegelaat word vir die toepassing en inoefen van die metakognitiewe aktiwiteite wat geleer is, sodat dit uiteindelik sonder probleme en deurlopend toegepas kan word (Veenman *et al.*, 2006:9). Opleiding in die aanwending van metakognitiewe strategieë en refleksie moet deel wees van die alledaagse aktiwiteite en nie bloot lukraak taakverwante aktiwiteite nie (Lin, 2001:29).

Om suksesvol te wees met die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede moet die onderrig voldoen aan bogenoemde drie beginsels, ongeag of dit deur direkte of indirekte onderrig geskied (Bannert *et al.*, 2008:2).

3.5.2 Voorbeelde van metakognitiewe onderrigleerstrategieë

Eksperimentering met die implementering van metakognitiewe onderrigleerstrategieë ter verbetering van leer word reeds 'n geruime tyd deur navorsers oor verskillende domeine heen gedoen. Die volgende dien as voorbeelde van onderrigleerstrategieë wat ook die afgelope twee tot drie dekades ontwikkel is om metakognisie te bevorder.

- *Palincsar en Brown* (1984)
  Resiproke onderrig, wat daarop gerig is om leesbegrip te verbeter, het ook ten doel om leerders te help om spesifieke kennis te verwerf en 'n stel strategieë te leer wat nodig is vir onafhanklike leer. Die onderrigprosedure is resiprook (omgekeerd, wederkerig) in dié opsig dat die onderwyser en 'n groep leerders beurte maak om die groep te lei in die bespreking

en gebruik van strategieë wat help om teksinhoud beter te verstaan en te onthou. Die drie hoofkomponente van resiproke onderrig is:

- die direkte onderrig van strategieë wat leerders in staat stel om hul eie begrip te monitor;
- voorsiening deur die onderwyser van 'n goeie model van metakognitiewe prosesse; en
- die skep van 'n sosiale omgewing wat gesamentlike onderhandeling vir beter begrip moontlik maak (Bransford *et al.*, 2000:67).

- *Scardamalia, Bereiter en Steinbach* (1984)

  Hierdie fasiliteringsproses vir die onderrig van stelwerk gebruik porsinne ('prompts') om leerders te lei om die metakognitiewe aktiwiteite wat in gesofistikeerde skryfstrategieë vervat is hul eie te maak. Die porsinne help leerders om aan die aktiwiteite te dink en daaroor te reflekteer deur hulle te lei om doelwitte te stel, nuwe idees te genereer, bestaande idees te verbeter en uit te brei, en om kohesie in hul skryfstukke te verkry. Die leerders kry beurte om hul idees vir die groep aan te bied en te verduidelik hoe hulle die porsinne in hul skryfwerk gebruik. Die onderwyser modelleer ook die prosedures. Die proses van samewerking is dus ook 'n duidelike eienskap van hierdie proses (Bransford *et al.*, 2000:67).

- *Schoenfeld* (1991)

  Schoenfeld (1991) onderrig heuristiese metodes, gebaseer op die probleemoplossingstegnieke van Polya (1957), vir die oplossing van wiskundige probleme. Hy onderrig en demonstreer bestuurstrategieë en fokus op prosesse soos die generering van alternatiewe oplossings, die evaluering van alternatiewe om te bepaal of dit in die beskikbare tyd en met die beskikbare bronne uitgevoer kan word, sowel as die assessering en monitering van die vordering wat gemaak word. Net soos in die vorige twee voorbeelde word gebruik gemaak van modellering, begeleiding, ondersteuning en gesamentlike probleemoplossing in klasverband, sowel as in kleingroepbesprekings. Aan die einde van die sessie maak die onderwyser en die leerders saam 'n analise van wát hulle gedoen het en hóékom. Die fokus van dié benadering is dus eerder op die proses as op die produk van die probleemoplossing (Bransford *et al.*, 2000:67).

- *Cardelle-Elawar* (1995)

  In Cardelle-Elawar (1995) se ondersoek is wiskundige probleemoplossing aan leerders wat swak in die oplossing van wiskundige probleme presteer het, onderrig, deur gebruik te maak van 'n metakognitiewe onderrigbenadering wat bestaan het uit 'n kombinasie van lesings, demonstrasies, oop besprekings en simulasies. Volgens hierdie metode word lesse in drie fases aangebied. In die inleidende fase modelleer die onderwyser die metode aan die hand van die vrae wat leerders hulself behoort af te vra terwyl hulle 'n probleem oplos. Daarna kry die leerders geleentheid om onafhanklik te werk, terwyl die onderwyser rondbeweeg en

individuele terugvoer gee. Die les word afgesluit deur 'n bespreking tussen die onderwyser en leerders waarin die leerders 'n opsomming maak van dit wat hulle geleer en bereik het, asook die probleme wat hulle ondervind en self reggestel het.

Metakognitiewe onderrig soos in die voorafgaande voorbeelde bespreek, vind in al die gevalle plaas waar klein groepe leerders saamwerk (Kramarski *et al.*, 2002:228). Groepwerk het die potensiaal om prestasie te verbeter aangesien dit 'n natuurlike agtergrond vir leerders verskaf om hul verduidelikings te gee en uit te brei op hulle redenasies (Kramarski *et al.*, 2002:228). Die samewerking tussen twee persone tydens paarprogrammering vorm dus die ideale agtergrond vir 'n metakognitiewe benadering tot onderrig.

Die belangrikheid van 'n metakognitiewe benadering tot probleemoplossing het, volgens Mevarech en Fridkin (2006:87), ontstaan met Polya (1957) se benadering tot probleemoplossing, lank voordat die begrip *metakognisie* deur Flavell (1976, 1979) in gebruik geneem is. Polya (1957) se probleemoplossingsbenadering behels verstaan van die probleem, ontwerp van 'n oplossing (beplanning), implementering van die ontwerp en 'n "terugkyk" (evaluering). Heelwat later het Schoenfeld (1985) studente in Wiskunde opgelei om gedurende die oplossing van probleme gereeld te stop en hulself af te vra wat hulle besig is om te doen, hoekom hulle dit doen en hoe dit help met die oplos van die probleem (Mevarech & Fridkin, 2006:87). Op grond hiervan volg die navorsing van Mevarech en Kramarski (1997) wat daarop gerig is om onderrigstrategieë te ontwikkel wat metakognitiewe prosesse gebruik om beredenering ('reasoning') te verbeter, in hierdie geval spesifiek wiskundige beredenering en probleemoplossingsvermoëns (Kramarski *et al.*, 2001:292). Mevarech en Kramarski (1997) se IMPROVE-metode kombineer metakognitiewe opleiding met koöperatiewe leer (Mevarech, 1999:197) en beklemtoon reflektiewe diskoers in die groepe deur vir elke leerder die geleentheid te skep om by beredenering betrokke te wees deur die gebruik van metakognitiewe vrae (Kramarski *et al.*, 2001:292). IMPROVE verteenwoordig al die onderrigleerfases van metakognitiewe opleiding, te wete –

'Introducing the new topics to the class
Metacognitive questioning in small groups
Practicing
Reviewing
Obtaining mastery on higher and lower cognitive skills
Verifying
Enriching'

Volgens Kramarski (2008:86) begin die IMPROVE-proses met die onderwyser wat nuwe begrippe, stellings en/of formules aan die hele klas bekendstel deur die *metakognitiewe*

strategie te modelleer. Hierdie strategie help leerders om die taak te verstaan voordat dit opgelos word. Daarna kry die leerders, in groepverband of individueel, die geleentheid om die probleemoplossing in te oefen deur die metakognitiewe vrae tydens oplossing van die probleem te beantwoord. Aan die einde van die sessie hersien die onderwyser die hoofidees en verminder probleme deur weer die beantwoording van die metakognitiewe vrae te modelleer. Die onderwyser evalueer die leerders se vordering gereeld en gee terugvoer. Indien nodig, kan remediëring en/of verrykende werk gedoen word.

In Mevarech en Kramarski (1997) se IMPROVE-benadering tot leer word die klem geplaas op metakognitiewe begeleiding waardeur vir elke leerder die geleentheid geskep word om (wiskundige) kennis te konstrueer deur die gebruik van vier soorte selfgerigte vrae wat fokus op begrip van die probleem, die lê van verbande tussen vorige en nuwe kennis, gebruik van toepaslike strategieë om die probleem op te los en refleksie oor die proses en die oplossing (Kramarski & Mizrachi, 2004:170-172). Beantwoording van die selfgerigte vrae lei die leerder daarin om die probleem te verwerk en te leer om op die essensiële elemente van die probleem te fokus (Mevarech, 1999:197). Die vier soorte selfgerigte vrae in Mevarech en Kramarski (1997) se IMPROVE-benadering behels die onderstaande:

- *Begrip van die probleem*
  In hierdie kategorie word die leerder gedwing om oor die taak of probleem te dink voordat met die oplossing daarvan begin word, deur dit hardop te lees, in sy eie woorde te beskryf en te probeer verstaan wat die taak of begrippe beteken (Mevarech & Kramarski, 1997:374). Begrip van die probleem sluit vrae in soos "Waaroor gaan die probleem?"; "Wat is die vraag?"; "Wat is die betekenis van die begrippe?" (Kramarski *et al.*, 2002:228; Kramarski & Mizrachi, 2004:171). Die leerder kan gelei word om na relevante inligting te soek, tussen relevante en nie-relevante inligting te onderskei en om die hele vraag te verstaan in plaas van net gedeeltes daarvan (Kramarski *et al.*, 2002:240).

- *Die lê van verbande tussen vorige en nuwe kennis*
  Die vrae in hierdie kategorie het ten doel om die leerder te laat fokus op ooreenkomste en verskille tussen die huidige probleem of taak en probleme of take wat hy/sy vantevore reeds opgelos het (Mevarech & Kramarski, 1997:374-375). Die soort vraag wat die leerder homself/haarself moet afvra sluit vrae in soos "Wat is die ooreenkomste/verskille tussen die huidige probleem en probleme wat in die verlede opgelos is, en hoekom?" (Kramarski *et al.*, 2002:228; Kramarski & Mizrachi, 2004:171). Hierdie vrae kan die leerder lei om aandag te gee aan al die inligting en die struktuur van die gegewe taak (Kramarski *et al.*, 2002:240) en verhoog leerders se selfvertroue om nuwe soorte take aan te pak (Kramarski *et al.*, 2002:241).

- *Gebruik van toepaslike strategieë om die probleem op te los*

  Met behulp van die beantwoording van die vrae in hierdie kategorie word die leerder gelei om strategieë te oorweeg wat geskik sal wees om die probleem op te los of die taak uit te voer, en terselfdertyd te kan motiveer hoekom 'n bepaalde strategie as geskik geag word (Mevarech & Kramarski, 1997:375-376). Die vrae vereis van die leerder om die *wat*, *hoekom* en *hoe* van bepaalde strategieë te oorweeg, bv. "Watter strategieë/taktieke/beginsels kan gebruik word om die probleem op te los of die taak uit te voer?" "Hoekom is hierdie strategieë/taktieke/beginsels toepaslik?" en "Hoe kan die inligting georganiseer en die voorgestelde plan gebruik word?" (Kramarski *et al.*, 2002:228; Kramarski & Mizrachi, 2004:172).

- *Refleksie oor die oplossing en die proses*

  Die vierde kategorie van vrae lei die leerder om te reflekteer oor die produk of oplossing, sowel as oor die hele proses. Die leerder besin oor sy/haar begrip van en gevoel oor die proses, asook die sinvolheid van die oplossing. Vrae wat hier ter sake is, sluit in "Wat het ek hier verkeerd gedoen?", "Maak die oplossing sin?", "Met watter struikelblokke of gevoelens het ek in die proses te make?" en "Kan ek die probleem op 'n ander manier oplos?" (Kramarski *et al.*, 2002:228; Kramarski & Mizrachi, 2004:172).

Gebruik van bogenoemde vier soorte vrae lei leerders om te reflekteer oor hul eie en oor hulle eweknieë se oplossings en oplossingsprosesse (Kramarski *et al.*, 2002:241). Die ondersoek toon dat die strukturering van groepinteraksie ten opsigte van metakognitiewe prosesse wiskundige beredenering tot 'n hoë mate bevorder (Mevarech, 1999:204).

Mevarech en Kramarski (1997) se bevindinge toon die positiewe uitwerking van IMPROVE op probleemoplossing wat hoërorde-vaardighede vereis, sowel as op leerders se vermoë om hul wiskundige beredenering op skrif te verduidelik. Die bevindinge toon ook dat IMPROVE die aktivering van metakognitiewe prosesse in klein groepe verbeter. In die studie deur Kramarski *et al.* (2001) word die gebruik van metakognitiewe vrae tydens die onderrigleerproses uitgebrei na die onderrigleer van Engelse taalonderrig, met die doel om 'n ondersoek te doen oor leerders se wiskundige beredenering, hul vermoë om kennis na nuwe situasies uit die ware lewe oor te dra en hul metakognitiewe kennis, as hulle in meer as een domein aan die metakognitiewe onderrigstrategie blootgestel word. Die studie toon dat blootstelling aan die metakognitiewe onderrigstrategie in meer as een domein metakognitiewe kennis verbeter, wat weer bydra tot die verbetering van wiskundige redeneervermoë, probleemoplossingsvermoë en die vermoë om kennis na nuwe situasies oor te dra (Kramarski *et al.*, 2001:298).

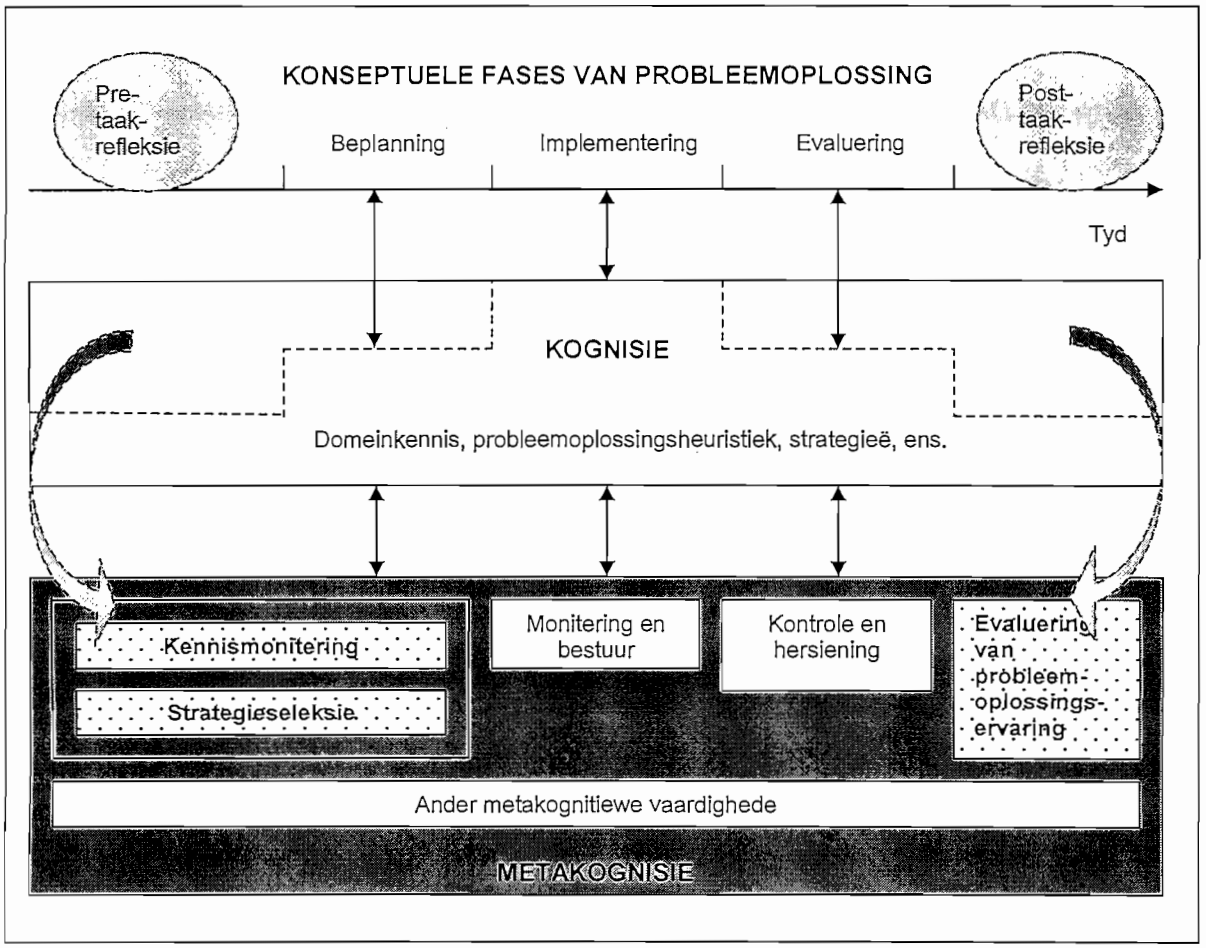
Sedertdien is die metakognitiewe onderrigbenadering van Mevarech en Kramarski (1997) telkens met positiewe resultate in 'n aantal ander studies in verskillende verbande/domeine toegepas. Die studies het telkens metakognitiewe onderrig binne 'n koöperatiewe leeromgewing behels. Die studie van Kramarski *et al.* (2002:241) rakende leerders se vermoë om outentieke wiskundige probleme op te los, toon byvoorbeeld dat studente wat in 'n koöperatiewe leeromgewing aan die metakognitiewe onderrigmetode blootgestel was, beter in staat is om gegewe inligting te herorganiseer en te verwerk as studente wat nie metakognitiewe onderrig gehad het nie. Kramarski (2004:610) bevind in 'n ander studie waarin wiskunde leerders aan metakognitiewe onderrig in 'n koöperatiewe leeromgewing blootgestel was, dat hierdie leerders 'n beter begrip van grafieke demonstreer as leerders wat ook in 'n koöperatiewe leeromgewing was, maar sonder metakognitiewe onderrig. Metakognitiewe onderrig verhoog leerders se vermoë om dit wat hulle in een taak geleer het, na 'n ander taak oor te dra (Kramarski, 2004:610). Kramarski (2004:611) skryf hierdie bevindinge toe aan die rol van metakognitiewe onderrig waarin leerders geleer word om oor hul probleemoplossingsprosesse te reflekteer, op die probleem as 'n geheel te fokus en die taak wat op daardie stadium gedoen moet word, met bestaande kennis in verband te bring.

Nog 'n voorbeeld van 'n meer onlangse onderrigleermodel wat gerig is op die ontwikkeling van metakognisie is die Reflective Assistant Model (RA) van Gama (2004). Die RA-model is 'n onderrigleermodel vir metakognitiewe onderrig in probleemoplossingsomgewings. Dié model berus op die idee dat fokus op metakognisie deur middel van refleksie lei tot die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede en verbetering van leer (Gama, 2004:670). Alhoewel die RA-model in die ondersoek van Gama (2004) later in 'n interaktiewe leeromgewing geïntegreer is, is die RA-model as sodanig 'n generiese model wat gerig is op die eksplisiete ontwikkeling van drie metakognitiewe vaardighede tydens probleemoplossing: kennismonitering, strategieseleksie en evaluering van die leerervaring.

Die RA-model gebruik as vertrekpunt die algemeen aanvaarde verdeling van 'n probleemoplossingsaktiwiteit in drie konseptuele fases: beplanning en ontwerp van die oplossing, implementering van die oplossing, en evaluering van die oplossing, soos aangedui deur die tydlyn bo in figuur 3.9. Die middelste laag in figuur 3.9 gee 'n aanduiding van die mate van kognitiewe inset wat met verloop van die tyd vereis word. Volgens Gama (2004:671) is die kognitiewe lading hoog gedurende die implementeringsfase en laer tydens die beplannings- en evalueringsfases. Die onderste laag in figuur 3.9 gee 'n voorsteling van die metakognitiewe vaardighede wat in elke fase aktief is. Gedurende die beplanningsfase is die metakognitiewe vaardighede van kennismonitering en strategieseleksie aktief, gedurende die

implementeringsfase moet monitering en bestuur plaasvind, en in die evalueringsfase word die metakognitiewe vaardighede van kontrole en hersiening vereis.

Die RA-model voeg nog twee konseptuele fases by die drie fases (beplanning, implementering en evaluering), waarna verwys word as pre-taak-refleksie en post-taak-refleksie, soos aangetoon in figuur 3.9.



Figuur 3.9 Konseptuele fases van probleemoplossing en die RA-model (Gama, 2004:671)

Volgens Gama (2004:671) is die kognitiewe lading in hierdie "nuwe" fases laer en daarom kan hierdie "kognitiewe kapasiteit" gebruik word vir refleksie oor kennismonitering en strategieseleksie in die pre-taak-fase, en vir evaluering van die probleemoplossingservaring in die post-taak-fase. In die pre-taak-fase van die RA-model word aktiwiteite gegenereer wat die student voorberei vir die nuwe aktiwiteit deur refleksie oor voorkennis, assessering van die mate waartoe die nuwe probleem verstaan word en bewusmaking van nuttige metakognitiewe strategieë. Nadat die student die taak voltooi het, word daar in die post-taak-fase van die RA-model aktiwiteite gegenereer wat verband hou met evaluering van die proses van probleemoplossing wat so pas plaasgevind het (Gama, 2004:671,672).

3.6 'N METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIE VIR PAARPROGRAMMERING

Die samestelling van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering soos dit in hierdie studie aangewend word, word gebaseer op die voorafgaande literatuuroorsig rakende die ontwikkeling en bevordering van metakognisie in die klaskamersituasie, tesame met die unieke aard van paarprogrammering as onderrigleerstrategie. Die betrokke onderrigleerstrategie voldoen aan die drie beginsels vir effektiewe metakognitiewe onderrig soos geïdentifiseer deur Bannert *et al.* (2008:2) (sien 3.5.1), sowel as die vereistes wat Gama (2004:669,700) (sien 3.5.1) stel vir die ontwerp van sodanige onderrigleerstrategie. Vir die doeleindes van hierdie onderrigleerstategie word 'n paarprogrammeringstaak beskou as bestaande uit drie fases, naamlik die pre-koderings-, intra-koderings- en post-koderingsfases, sodat dit inpas by die stappe van probleemoplossing (vgl 3.4.1).

Die metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering bestaan uit 'n aantal komponente wat tydens die implementering van die strategie aangewend word, naamlik

- 'n Diagrammatiese voorstelling van die elemente van metakognisie (sien figuur 3.4).
- 'n Inligtingstuk met 'n opsomming van die metakognitiewe aktiwiteite wat in elk van die pre-koderings-, intra-koderings- en post-koderingsfases uitgevoer behoort te word (bylaag L). Hierdie opsomming is saamgestel op grond van die literatuurstudie aangaande die rol van metakognisie tydens probleemoplossing (sien 3.3.1) en bestaande metakognitiewe onderrigleerstrategieë (sien 3.5.2).
- 'n Stel selfgerigte metakognitiewe vrae wat die programmeringspaar gesamentlik beantwoord tydens die uitvoering van 'n programmeringstaak (bylaag M). Hierdie vrae is saamgestel op grond van die opsomming van die metakognitiewe aktiwiteite wat in elk van die pre-koderings-, intra-koderings- en post-koderingsfases uitgevoer behoort te word, soos in die vorige paragraaf genoem. Daar sal voorts na hierdie vrae verwys word as die selfgerigte metakognitiewe vrae (*PIP*-vrae).
- 'n Individuele joernaal wat elke leerder individueel skriftelik voltooi na die afhandeling van 'n paarprogrammeringstaak (bylaag N) om aan hom/haar die geleentheid te gee om oor sy/haar eie denke tydens die uitvoering van die programmeringstaak te reflekteer.

Bogenoemde vier komponente van die metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering word soos volg geïmplementeer:

- *Bespreking van metakognisie met leerders*

  Ter aanvang word die begrip *metakognisie* met die leerders bespreek. Die verskil tussen *kognisie* en *metakognisie* word omskryf en dan word die fundamentele aspekte van metakognisie aan die hand van figuur 3.4 verduidelik. Die bespreking het nie ten doel dat

die leerders die teoretiese onderbou van metakognisie moet bemeester nie, maar om hulle bewus te maak van die belangrikheid en voordele van metakognitiewe aktiwiteite wat 'n geïntegreerde, natuurlike deel van die leerproses vorm. Besondere aandag word gegee aan die elemente van metakognitiewe bestuur (beplanning, monitering en evaluering) om begrip van die verband met die fases van 'n paarprogrammeringstaak (pre-kodering, intra-kodering en post-kodering) te versterk.

- *Illustreer van eie metakognitiewe denke*
  Ná die aanvanklike bespreking van metakognisie, word die gebruik van metakognitiewe aktiwiteite gemodelleer aan die hand van 'n toepaslike probleem wat opgelos moet word en die PIP-vrae word terselfdertyd beantwoord. Tydens die modellering word daar hardop beskryf hoe metakognitiewe vaardighede in elk van die fases van die paarprogrammeringstaak toegepas word, met besondere fokus op die rol van refleksie tydens elk van die fases. Die metakognitiewe aktiwiteite van die drywer en die navigator in elk van die fases word uitgelig.

- *Uitvoering van take deur leerders aan die hand van PIP-vrae*
  Die leerders word voorsien van 'n opsomming van die metakognitiewe aktiwiteite wat in elk van die pre-koderings-, intra-koderings- en post-koderingsfases uitgevoer behoort te word (bylaag L), sodat hulle tydens die oplosproses daarna kan terugverwys. Die leerders kry dan in 'n aantal sessies geleentheid om deur middel van paarprogrammering rekenaarprobleme op te los aan die hand van die PIP-vrae wat as sigkopie aan hulle voorsien word (bylaag M). Na voltooiing van die programmeringstaak, word van die leerders verwag om individueel skriftelik op die vrae in bylaag N te reageer om hulle die geleentheid te gee om oor hul eie denke te reflekteer en hul eie denke te organiseer en te formuleer. Die inoefening het ten doel dat leerders metakognitiewe strategieë uiteindelik sonder probleme en deurlopend in al die fases van probleemoplossing moet kan toepas en dat refleksie deel van al hul leeraktiwiteite moet uitmaak.

- *Evaluering van proses*
  Ná voltooiing van elkeen van die probleme wat deur middel van paarprogrammering en met behulp van die PIP-vrae voltooi is, bespreek die onderwyser en die leerders die proses wat gevolg is. Leerders kry die geleentheid om hul ervarings tydens die beantwoording van die metakognitiewe vrae met mekaar te deel en die proses te evalueer. Die onderwyser gee terugvoer, waar nodig, en maak aanbevelings oor meer effektiewe gebruik van die metakognitiewe vrae met die oog op toekomstige toepassings.

3.7 METING VAN METAKOGNISIE

Een van die probleme van navorsing op die gebied van metakognisie behels die ontwikkeling en toetsing van geldige tegnieke en instrumente om metakognisie te meet (Panaoura & Philippou, 2009). Volgens Georghiades (2004:374) kan dit toegeskryf word aan twee faktore: (a) die gebrek aan 'n algemeen aanvaarde konseptualisering van wat metakognisie regtig is, en (b) die feit dat metakognisie nie 'n uiterlik waarneembare gedragspatroon is nie, maar eerder 'n innerlike bewustheid of proses, waarvan individue dikwels self nie eens bewus is nie. Meting van metakognisie is veral 'n probleem by jong leerders, omdat hulle nie in staat is om hulle denke in detail te verwoord nie (Panaoura & Philippou, 2009).

Kwalitatiewe benaderings wat al gebruik is om metakognisie te meet sluit in onderhoude, hardopdink (vgl. 'Thinking aloud pair problem solving' in 3.3.2) en verslag skryf/joernaal byhou. Hierdie metodes het elkeen verskeie sterk- en swakpunte (Panaoura & Philippou, 2009). Onderhoudvoering is een van die gewildste metodes om metakognisie te assesseer, maar navorsing het getoon dat verbale verslagdoening onderhewig is aan sekere beperkinge (Miles *et al.*, 2003). Individue se antwoorde is dikwels nie 'n aanduiding van wat hulle dink of hoe hulle leer nie, maar eerder van wat hulle weet of nie weet nie. Hierdie soort benaderings is veral 'n probleem by jonger leerders as gevolg van hul moontlike gebrek aan verbale vlotheid, probleme wat hulle ondervind om algemene kognitiewe gebeurtenisse te verduidelik of hulle geneigdheid om spesifieke gebeurtenisse wat so pas ondervind is te beskryf (Panaoura & Philippou, 2009).

Die gebruik van vraelyste om metakognisie te meet blyk die mins problematiese tegniek te wees (Sperling *et al.*, 2002:54). Leerders is gewoonlik makliker in staat om te bepaal tot watter mate 'n betrokke bewering omtrent hulle waar is of nie waar is nie, as wat dit vir hulle is om self hul denke te verwoord. Voorbeelde van vraelyste wat ontwikkel is om metakognisie te meet, sluit die onderstaande in:

- *Fortunato et al. (1991)*
  Fortunato *et al.* (1991) het hul vraelys vir graad 7-leerders ontwikkel ten einde dit vir laasgenoemde moontlik te maak om oor hul denke te reflekteer terwyl hulle aan 'n nie-roetineprobleem werk. Die vraelys is gebaseer op die beginsel dat probleemoplossing in drie tydfases beskou kan word, nl. die beplanning vooraf, die aanwending van strategieë gedurende die aktiwiteit en die evaluering na afloop van die aktiwiteit.

- *MAI – Schraw en Dennison (1994)*

  Die MAI (Metacognitive Awareness Inventory) van Schraw en Dennison (1994) is 'n betroubare 52-item-instrument deur middel waarvan die respondent self verslag doen van sy/haar metakognitiewe bewustheid. Dit bestaan uit twee komponente nl. kennis en bestuur van kognisie, met agt subkomponente wat daaronder vervat is (Schraw & Dennison, 1994:460). Kennis van kognisie behels drie subprosesse wat die reflektiewe aspek van metakognisie fasiliteer: deklaratiewe kennis (van die self en van strategieë – die "wat"), prosedurele kennis (van hoe om die strategieë te gebruik – die "hoe") en voorwaardelike kennis (van wanneer en hoekom die strategieë gebruik word – die "wanneer" en "hoekom"). Bestuur van kognisie sluit die subprosesse beplanning, monitering, ontfouting, evaluering en inligtingbestuur in (Md.Yunus & Ali, 2008:121).

  Hierdie instrument is ontwikkel met die oog op gebruik deur adolessente en volwassenes (Schraw & Dennison, 1994:461). Die MAI kan, volgens Schraw en Dennison (1994:472), nuttig wees tydens beplanning vir daaropvolgende metakognitiewe opleiding.

- *Jr. MAI – Sperling et al. (2002)*

  Die Jr. MAI A en B is weergawes van Schraw en Dennison (1994) se MAI wat toepaslik is vir assessering van metakognisie by leerders van graad 3 tot graad 9 (Sperling *et al.*, 2002:51). Die A- en B-weergawes meet onderskeidelik kennis van kognisie en bestuur van kognisie (Panaoura & Philippou, 2009).

Oor die algemeen verkies navorsers om hul eie vraelyste te ontwikkel vir die assessering van metakognisie, wat dan in spesifieke ondersoeke gebruik word. 'n Voorbeeld hiervan is Moore *et al.* (1997) se MCS (Metacomprehension Scale) wat ontwikkel is om verskillende komponente van leesbegripsvermoëns en -strategieë te assesseer. 'n Ander voorbeeld wat genoem kan word, is Anderson en Nashon (2007:302) se MBQ (Metacognition Baseline Questionnaire) wat ontwikkel is om metakognitiewe profiele in die ses dimensies wat in hulle spesifieke ondersoek ter sprake was, te meet, naamlik bewustheid, beheer, evaluering, beplanning, monitering en selfdoeltreffendheid.

'n Gedeelte van Pintrich *et al.* (1993) se MSLQ (Motivated Learning Strategies Questionnaire) maak ook voorsiening vir die assessering van metakognisie. Die MSLQ is 'n vraelys wat metakognisie beskou as 'n leerstrategie, saam met kognitiewe leerstrategieë soos organisasie, hersiening, uitbreiding, en ander.

3.8 SAMEVATTING

Hierdie hoofstuk het ten doel gehad om die rol van metakognisie in paarprogrammering te ondersoek en voortvloeiend daaruit 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering daar te stel. Om dit te doen, is begin om die begrip *metakognisie* en die rol wat dit by paarprogrammering speel, uit te klaar. Verskillende definisies en beskouinge van metakognisie is in oënskou geneem en die fundamentele aspekte wat as die algemeenste aanvaar word, is omskryf. Aangesien paarprogrammering probleemoplossing in 'n samewerkende verband behels, is daar besin oor die rol van metakognisie tydens samewerkende probleemoplossing, spesifiek teen 'n konstruktiwistiese agtergrond. Die rol wat die onderwyser in die ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede speel, het ook aandag gekry. Verskillende navorsers se aanbevelings oor hoe om metakognisie in die klaskamer te ontwikkel en te bevorder is bestudeer, asook enkele voorbeelde van metakognitiewe onderrigleerstrategieë wat reeds geïmplementeer en geëvalueer is. Die literatuurstudie waarop hierdie hoofstuk berus, het gelei tot die voorstel van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering in 3.6. Om die invloed van so 'n onderrigleerstrategie te meet, is dit nodig om leerders se metakognitiewe bewustheid te evalueer en daarom is daar besin oor moontlike meettegnieke en -instrumente.

HOOFSTUK 4
NAVORSINGSONTWERP EN -METODOLOGIE

4.1 INLEIDING

Hierdie hoofstuk het ten doel om 'n duidelike uiteensetting te gee van die navorsingsontwerp en -metodologie van hierdie studie. Die spesifieke navorsingsontwerp wat gebruik is, word verduidelik, gevolg deur 'n diagrammatiese voorstelling en 'n uiteensetting van die navorsingsmetodologie. Die uiteensetting van die navorsingsmetodologie behels 'n bespreking van die verskillende navorsingsmetodes, die studiepopulasie, die verskillende data-insamelingstegnieke en die verskillende data-analisetegnieke wat deel uitgemaak het van die studie. Laastens word die administratiewe prosedures wat in die uitvoering van die studie gevolg is, verduidelik.

4.2 NAVORSINGSONTWERP

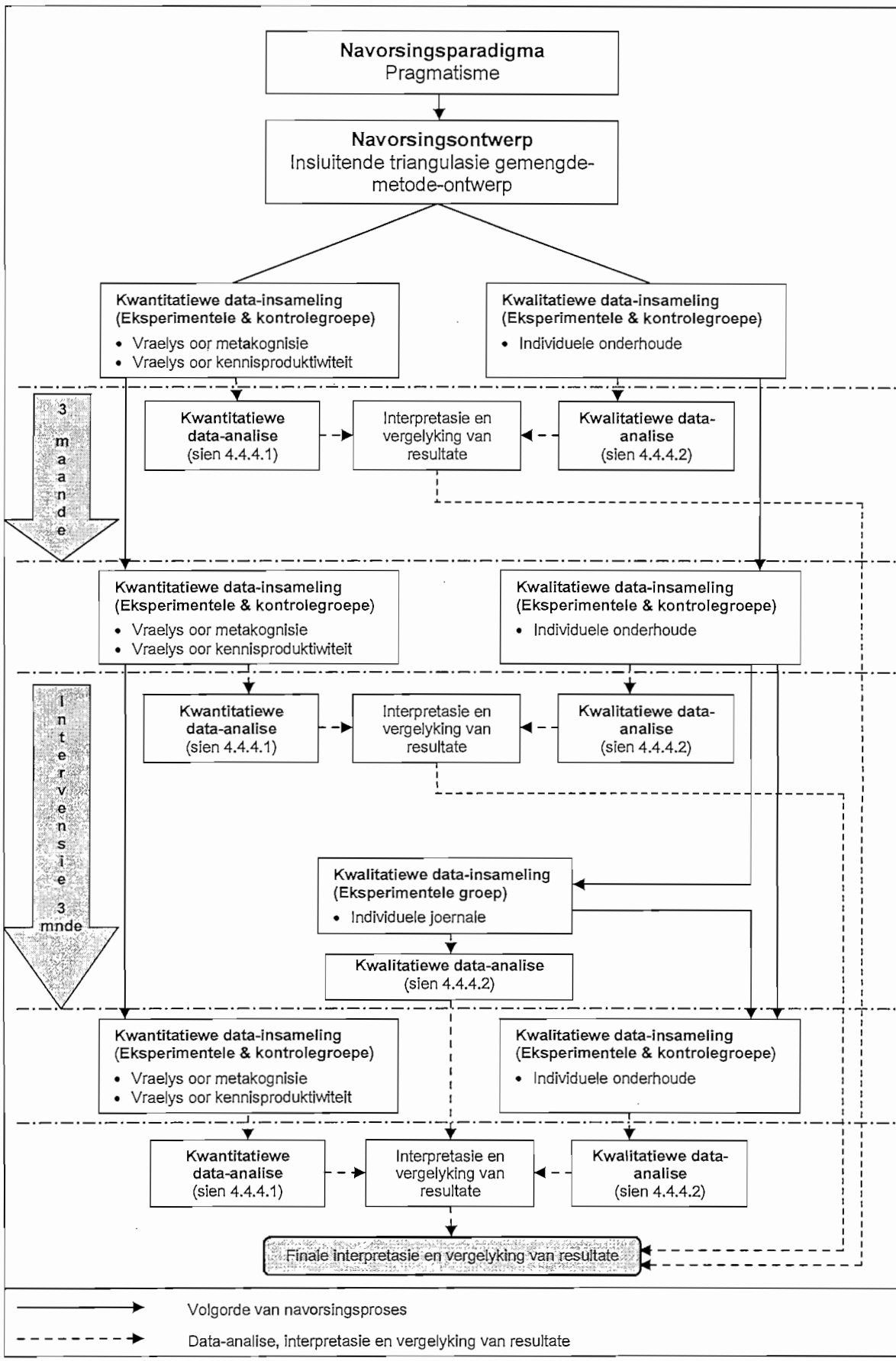
Hierdie studie was daarop gerig om te bepaal of 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir programmeerders wat in 'n paar aan 'n programmeringstaak saamwerk, tot 'n verhoging van die kennisproduktiwiteit in leer kan bydra (sien 1.1.1 en 1.3). 'n Gemengde-metode-benadering is in hierdie studie gevolg, wat beide kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes ingesluit het (Maree & Van der Westhuizen, 2007:33). Die spesifieke gemengde-metode-ontwerp wat in hierdie studie gebruik is, is vir die doel van hierdie studie na verwys as 'n ***insluitende eksperimentele triangulasie-gemengde-metode-ontwerp*** (sien figuur 1.1).

Implementering van hierdie gemengde-metode-ontwerp impliseer dat die kwantitatiewe en kwalitatiewe data as ewe belangrik beskou word, m.a.w. QUAN + QUAL, soos voorgestel deur Hanson *et al.* (2005:227). Die navorser het daarna die resultate van die kwantitatiewe en kwalitatiewe data met mekaar vergelyk om te bepaal of die twee soorte data mekaar ondersteun (Creswell, 2005:514). Die sterkpunt van die gelyklopende ('concurrent') gemengde-metode-modelle is geleë daarin dat dit die navorser toelaat om die voordele van 'n kwantitatiewe ondersoek en die voordele van 'n kwalitatiewe ondersoek te kombineer (Creswell, 2005:515). Die gebruik van beide kwantitatiewe en kwalitatiewe navorsingsmetodes lei tot 'n

beter begrip van die navorsingsprobleem deurdat die statistiese analise van kwantitatiewe data resultate lewer waarmee die frekwensies en groottes van tendense geëvalueer kan word, terwyl kwalitatiewe data bepaalde hoekom- en waarom-vrae in die studie beantwoord en verder bydra om die resultate van die kwantitatiewe navorsing beter te verstaan en te kan verduidelik (Teddlie & Tashakkori, 2003:16; Creswell, 2005:510; Ivankova *et al.*, 2007:266).

4.3 NAVORSINGSMETODOLOGIE

In figuur 4.1 word die diagrammatiese voorstelling van die ontwerp van die studie (soos in figuur 1.1 voorgestel) uitgebrei om die totale benadering en proses wat tydens die uitvoering van die studie gevolg is, te weerspieël. Na figuur 4.1 word die proses en verloop van die studie breedvoerig verduidelik.



Figuur 4.1 Diagrammatiese voorstelling van proses en verloop van studie

Vervolgens word 'n uiteensetting gegee van die navorsingsmetodologie wat gevolg is, wat 'n bespreking behels van die ontwerp, die studiepopulasie, die verskillende data-insamelingstegnieke en die verskillende data-analisetegnieke wat met betrekking tot elk van die kwantitatiewe en kwalitatiewe metodes gevolg is.

4.3.1 Ondersoekontwerpe

Die kwantitatiewe ondersoek in hierdie studie is uitgevoer aan die hand van 'n herhaalde-metings-kontrolegroep-eksperimentele ontwerp (Creswell, 2005:295), waarin van twee vraelyste gebruik gemaak is om data in te samel (sien 1.4.3.2.1). In die kwalitatiewe ondersoek is 'n basiese of generiese studie gedoen (Merriam, 1998:11), waarvan die data deur middel van semi-gestruktureerde onderhoude en individuele joernale ingesamel is (sien 1.4.3.2.2). Die twee soorte ondersoekontwerpe soos dit in hierdie studie geïmplementeer is word verder verduidelik.

4.3.1.1 Ontwerp: kwantitatiewe ondersoek

In 'n kwantitatiewe ondersoek word spesifieke, gefokusde vrae gevra, numeriese data van deelnemers ingesamel, die numeriese data deur middel van statistiese prosedures verwerk en die navorsing op 'n onpartydige, objektiewe manier uitgevoer (Creswell, 2005:51). Een van die wyses waarop 'n kwantitatiewe ondersoek kan geskied is deur 'n eksperimentele ontwerp te gebruik. 'n Eksperimentele ontwerp (ook bekend as 'n intervensie-studie) behels prosedures in kwantitatiewe navorsing waartydens die navorser die impak van 'n intervensie op 'n uitkoms vir die deelnemers aan die studie bepaal (Creswell, 2005:591). In die geval van hierdie studie is die intervensie die metakognitiewe onderrigleerstrategie (sien 3.6) wat die leerders moet implementeer tydens paarprogrammering en word die uitkoms daarvan gemeet in terme van die kennisproduktiwiteit van die leerders.

Die herhaaldemetings-kontrolegroep-eksperimentele ontwerp is die spesifieke soort eksperimentele ontwerp wat in hierdie studie gebruik is. Dit is gedoen, eerstens, om gedurende die nie-eksperimentele fase te bepaal of paarprogrammering enige effek op die metakognitiewe bewustheid en/of kennisproduktiwiteit van die deelnemers gehad het, en tweedens, om gedurende die eksperimentele fase te bepaal of die gebruik van 'n metakognitiewe benadering tot paarprogrammering (die onafhanklike veranderlike) enige effek op die metakognitiewe bewustheid en/of kennisproduktiwiteit (die afhanklike veranderlikes) van die deelnemers wat aan die intervensie onderwerp was, gehad het. Alhoewel 'n herhaaldemetings-eksperiment gewoonlik nie van 'n kontrolegroep gebruik maak nie, is daar in hierdie studie besluit om wel 'n

kontrolegroep in te sluit om deur vergelyking met die eksperimentele groep te bevestig of die metakognitiewe bewustheid en/of kennisproduktiwiteit van leerders wat nie aan die intervensie onderwerp was nie, onveranderd gebly het.

Hierdie studie is nie 'n weergawe van 'n tipiese ontwerp-eksperiment ('design experiment') nie. Alhoewel hierdie studie wel 'n soort intervensie-navorsing was wat te doen het met die skep en evaluering van nuwe teorieë of praktyke vir onderrig en leer (Schwartz *et al.*, 2008:47), behels die verloop van 'n ontwerp-eksperiment 'n herhaalde toetsing en aanpassing van 'n nuwe, toetsbare artefak of intervensie voordat dit geïmplementeer word (Middleton *et al.*, 2008:30). Aangesien daar in hierdie studie nie herhaalde toetsing en aanpassing van die intervensie voor implementering plaasgevind het nie, kan die studie dus nie gesien word as 'n ontwerp-eksperiment nie.

'n Eksperiment het 'n hoë vlak van interne geldigheid as daar genoegsame beheer uitgeoefen word oor ander veranderlikes wat 'n invloed op die uitkomste van die eksperiment kan hê (Maree & Pietersen, 2007a:151). In hierdie studie is die relevante faktore wat die interne geldigheid daarvan bedreig, betrek deur –

- die eksperimentele en kontrolegroepe te kies uit skole waar paarprogrammering reeds as onderrigleerstrategie geïmplementeer word, sodat die deelnemende leerders almal vaardig sou wees in die implementering daarvan (*seleksie-faktor*) (sien 1.4.3.2.1.1);
- die leerders in die eksperimentele en kontrolegroepe so te kies dat almal in dieselfde graad was en dus op dieselfde vlak van ontwikkeling is, dieselfde soort programmeringstake moes uitvoer en op soortgelyke wyses sou ontwikkel (*maturasie-faktor*) (sien 1.4.3.2.1.1);
- die deelnemers van die eksperimentele groep vir ekwivalente tydperke aan die intervensie bloot te stel, terwyl die deelnemers van die kontrole groep vir 'n ekwivalente tyd nie aan die intervensie blootgestel was nie (*maturasie-faktor*) (sien 1.4.4);
- sorg te dra dat die onderwysers wat by die verskillende groepe betrokke was, deeglik opgelei is in die toepassing van paarprogrammering as onderrigstrategie (*seleksie-faktor)* (sien 1.4.3.2.1.1);
- die onderwysers wat by die eksperimentele groep betrokke was, deeglik opgelei is in die hantering van die selfgerigte vrae gedurende programmeringstake sodat die implementering daarvan sover moontlik op dieselfde wyse hanteer sou word (*seleksie-faktor)* (sien 1.4.3.2.1.1);
- die opleiding in die hantering van die selfgerigte metakognitiewe vrae deur die navorser self by al die skole gedoen is.

Die eksterne geldigheid van die eksperiment is verhoog deur die ondersoek binne 'n werklike klaskamerverband te laat plaasvind (Leedy & Ormrod, 2005:99).

4.3.1.2 Ontwerp: kwalitatiewe ondersoek

'n Basiese of generiese kwalitatiewe ondersoek, soos wat in hierdie studie gedoen is, is daarop gerig om fenomene of prosesse in lewenswerklike omstandighede beter te verstaan (Merriam, 1998:11) en berus op die gebruik van 'n metodologiese benadering wat steun op nie-statistiese metodes om data in te samel en te analiseer (Nieuwenhuis, 2007b:79). Die hoofdoelwitte van die onderhoude en joernale van hierdie studie was onderskeidelik om vas te stel wat die deelnemers se persepsies was oor hul metakognitiewe bewustheid en/of kennisproduktiwiteit gedurende die nie-eksperimentele fase en eksperimentele fase van die ondersoek, en om te bepaal wat die deelnemers se ervarings met betrekking tot die gebruik van die metakognitiewe benadering tot paarprogrammering gedurende die eksperimentele fase was.

Die betroubaarheid van die kwalitatiewe komponent van hierdie studie is bevestig deur –

- eweknieë te betrek om met die analise en interpretasie van die data behulpsaam te wees (Nieuwenhuis, 2007b:80); en
- die proses van triangulasie, wat in die geval van hierdie studie 'n metodologiese triangulasie behels het (Guion, 2002:2), omdat beide kwalitatiewe en kwantitatiewe metodes gebruik is om data in te samel en te analiseer. Volgens triangulasie word die resultate van die een metode met die resultate van die ander metode vergelyk en sodoende word die navorser in staat gestel om akkurate en geloofwaardige bevindinge te maak (Creswell, 2005:252).

4.3.2 Studiepopulasie

In 'n studie waarin daar van 'n gemengde-metode ondersoek gebruik gemaak word, word die deelnemers vir die kwantitatiewe ondersoek gewoonlik gekies op 'n wyse wat in ooreenstemming is met die ontwerp van die kwantitatiewe ondersoek, terwyl die deelnemers in die kwalitatiewe ondersoek gewoonlik doelgerig gekies word op grond daarvan dat hulle die sentrale fenomeen ervaar het (Creswell, 2003:220).

4.3.2.1 Studiepopulasie: kwantitatiewe ondersoek

Vir hierdie studie was dit nie moontlik om vir die kwantitatiewe herhaaldemetings-kontrolegroep-eksperimentele ontwerp (sien 4.4.1) 'n ewekansige steekproef te gebruik nie. Die studie was spesifiek gerig op leerders wat in pare programmeer. Vir die uitvoering van die ondersoek was dit dus noodsaaklik dat die betrokke leerders en onderwysers reeds vaardig moes wees in die gebruik van paarprogrammering as onderrigleerstrategie. Daar is dus vir die kwantitatiewe komponent van hierdie studie van 'n doelgerigte steekproef gebruik gemaak (Babbie, 2007:184;

Maree & Pietersen, 2007b:178), aangesien slegs ses skole in Noordwes, waar die studie onderneem is, reeds paarprogrammering as onderrigleerstrategie as deel van die skoolvak Inligtingstegnologie geïmplementeer het.

Vyf van die moontlike ses skole het hulself bereid verklaar om aan die ondersoek deel te neem. Vanweë die lae aantal leerders wat Inligtingstegnologie as vak neem, is al die graad 11-leerders by die betrokke skole genader om deel van die studiepopulasie uit te maak. Die besluit om graad 11-leerders te betrek het berus op die feit dat hierdie leerders reeds vanaf hul graad 10-jaar paarprogrammering as onderrigleerstrategie geïmplementeer het. Die deelnemers by twee van die skole is as eksperimentele groep gebruik, terwyl die deelnemers by die ander drie skole as kontrolegroep gebruik is. Die skole is so ingedeel dat daar ongeveer dieselfde aantal deelnemers in die eksperimentele en kontrolegroepe was. In die eksperimentele groep was daar 33 deelnemers en in die kontrolegroep 34 deelnemers.

4.3.2.2 Studiepopulasie: kwalitatiewe ondersoek

Dieselfde 33 deelnemers wat die eksperimentele groep van die kwantitatiewe ondersoek uitgemaak het, was ook betrokke by die insameling van die kwalitatiewe data met betrekking tot die byhou van die joernale waarin die selfgerigte metakognitiewe vrae tydens die uitvoering van 'n programmeringstaak beantwoord is.

Verdere insameling van kwalitatiewe data het geskied deur individuele onderhoude wat by elk van die vyf skole wat by die kwantitatiewe ondersoek betrokke was, gevoer is. By elke skool is 20% van die graad 11 IT-leerders in oorleg met die onderwyser geïdentifiseer, op so 'n wyse dat die groep heterogeen saamgestel is ten opsigte van hul prestasie in programmering gedurende hulle graad 10-jaar. Die groepe het dus leerders bevat wat goed presteer het in programmering in hul graad 10-jaar, sowel as gemiddelde en swak presteerders. Die samestelling van die groepe was verteenwoordigend van die graad 11-leerders wat IT as skoolvak by die betrokke skole neem. Dieselfde groep deelnemers per skool is vir die onderhoude aan die begin van die toetstydperk, vóór die eksperimentele behandeling en ná die eksperimentele behandeling gebruik. In die gevalle waar deelnemers afwesig was op die dae waarop die tweede en derde onderhoude plaasgevind het, is dié deelnemers heeltemal uit die poel onderhoude verwyder. Dieselfde geld vir deelnemers wat die vak ná die eerste rondte onderhoude gelos het. Die finale aantal onderhoude wat gekodeer is, was elf, waarvan vyf uit die eksperimentele groep en ses uit die kontrolegroep afkomstig was.

4.3.3 Data-insamelingstegnieke

Beide kwantitatiewe en kwalitatiewe data-insamelingstegnieke is in hierdie studie gebruik, wat twee vraelyste, individuele onderhoude en individuele joernale ingesluit het. Soos in 1.4.3.2.1 beskryf, is die vraelyste voltooi en die individuele onderhoude (sien 4.4.2) reg aan die begin van die studie afgeneem (sien toets 1 van figuur 1.2) om 'n voor-eksperimentele evaluering te kon maak van die wyse waarop die eksperimentele groep en kontrolegroep ten opsigte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit in leer verskil het. Drie maande later is hierdie evaluerings herhaal, sonder dat daar enige eksperimentele ingryping was, om te bepaal of paarprogrammering as sodanig 'n effek op die deelnemers se metakognitiewe bewustheid en hulle kennisproduktiwiteit in leer gehad het (sien toets 2 van figuur 1.2). Na afloop van die eksperimentele tydperk waartydens die deelnemers in die eksperimentele groep paarprogrammering aan die hand van die selfgerigte metakognitiewe vrae wat deur die navorser voorsien is, gedoen het, het die deelnemers weer die twee vraelyste voltooi en is daar weer onderhoude met die betrokke leerders gevoer (sien toets 3 van figuur 1.2). In die tydperk tussen die tweede en derde stel evaluerings het deelnemers van die eksperimentele groep individuele joernale tydens paarprogrammering bygehou.

Elkeen van die data-insamelingstegnieke word nou in meer besonderhede bespreek.

4.3.3.1 Data-insamelingstegnieke: kwantitatiewe ondersoek

Die gebruik van vraelyste is as geskik geag omdat deelnemers gewoonlik eerliker is in die voltooiing van 'n vraelys as in 'n persoonlike onderhoud. Leerders voel gewoonlik dat hulle op dié manier anoniem kan bly (Leedy & Ormrod, 2005:185). In 3.7 is ook reeds daarna verwys dat Sperling *et al.* (2002:54) van mening is dat vraelyste die geskikste instrument is vir die meting van metakognisie. Twee vraelyste is in hierdie studie gebruik. Albei vraelyste is in beide Afrikaans en Engels opgestel sodat aan die betrokke deelnemers se taalvoorkeure voldoen kon word. Professionele taalversorgers het die taalversorging van die vraelyste hanteer.

Die voltooide vraelyste, sowel as die wyse waarop die items gegroepeer is, is aan beide studieleiers, sowel as aan twee kollegas wat onderskeidelik kundig is op die gebiede van metakognisie en paarprogrammering, voorgelê om die inhoudelike te kontroleer en sodoende die gesigs- en inhoudsgeldigheid van die vraelys te kontroleer. Die genoemde betrokkenes is gevra om ook te kontroleer dat items duidelik geformuleer en ondubbelsinnig was. Die enkele aanbevelings wat gemaak is, is aanvaar en die veranderings is op die vraelyste aangebring. Die vraelyste is daarna aan 'n groep van veertien vierdejaar-onderwysstudente *in*

Inligtingstegnologie voorgelê om te kontroleer vir verstaanbaarheid, duidelikheid en ondubbelsinnigheid van die stellings in die vraelys. Geen substantiewe aanbevelings is gemaak nie.

Die doel van die twee vraelyste wat gebruik is, was om onderskeidelik die deelnemers se metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit in leer te meet.

4.3.3.1.1 **Vraelys om metakognitiewe bewustheid te meet** (bylaag E)

Hierdie vraelys het ten doel gehad om die metakognitiewe bewustheid van die deelnemers te meet en is saamgestel aan die hand van Schraw en Dennison (1994) se Metacognitive Awareness Inventory. Schraw en Dennison se vraelys is aangepas om relevant te wees vir Inligtingstegnologieleerders in Suid-Afrikaanse sekondêre skole. Skriftelike toestemming is per epos van prof. Schraw verkry om die aanpassing te maak en die vraelys in hierdie studie te gebruik (sien bylaag O).

Die vraelys is 'n gestruktureerde Likert-tipevraelys (skaal 1–6) waarin alternatiewe antwoorde op items verskaf word, waaruit die deelnemers telkens 'n keuse moes aandui. Die deelnemers moes op elke item in hierdie afdeling reageer deur 'n 1, 2, 3, 4, 5 of 6 te merk aan die hand van die volgende skaal:

1	2	3	4	5	6
Glad nie waar van my nie	In 'n redelike mate nie waar van my nie	In 'n mindere mate nie waar van my nie	In 'n mindere mate waar van my	In 'n redelike mate waar van my	Altyd waar van my

Die gebruik van 'n 6-puntskaal skakel die moontlikheid uit dat die respondent bloot 'n gemiddelde waarde kies, byvoorbeeld die gemiddelde 3 op 'n 5-puntskaal. Met 'n 6-puntskaal is die respondent verplig om 'n keuse óf na die negatiewe kant óf na die positiewe kant uit te oefen. Alhoewel daar ook nadele uitgewys kan word aan die gebruik van sodanige skaal, soos dat dit vir respondente moeiliker kan wees om te besluit of byvoorbeeld 'n 4 of 'n 5 op hulle van toepassing is, het die navorser verkies om by die 6-puntskaal te hou, omdat die oorspronklike vraelys deur Schraw en Dennison dié skaal gebruik het en ook omdat die navorser van mening was dat graad 11-leerders (ouderdom ongeveer 17 jaar) op 'n kognitiewe ontwikkelingsvlak is waar hulle in staat is om tussen die fyner grense van die 6-puntskaal te kan onderskei.

In ooreenstemming met Schraw en Dennison (1994) se Metacognitive Awareness Inventory, het die vraelys wat in hierdie studie gebruik is, uit 52 items wat in agt kategorieë (konstrukte) gegroepeer is, bestaan. Die groepering van die items in die verskillende kategorieë

(konstrukte) is gedoen op grond van die soort metakognitiewe kennis of vaardigheid wat elke item veronderstel was om te meet. Die agt kategorieë (konstrukte) wat gevorm is, hou verband met verklarende kennis, prosedurele kennis, voorwaardelike kennis, beplanning, strategieë om inligting te bestuur, monitering, ontfoutingstrategieë en evaluering (bylaag F).

In 1.4.3.2.1 is reeds verwys na die voorkoming van die kontamineringseffek deur met toets 1, toets 2 en toets 3 nie van presies dieselfde vraelyste gebruik gemaak nie. Vir toets 2 is die volgorde van die items in hierdie vraelys verander, maar sorg is gedra dat dieselfde items steeds tot 'n bepaalde konstruk bydra. Met toets 3 is dieselfde vraelys as met toets 1 gebruik.

Volgens Leedy en Ormrod (2005:29) is die betroubaarheid van 'n meetinstrument, soos hierdie vraelys, die mate waartoe dit telkens dieselfde resultate lewer as dit deur dieselfde persone gebruik word. Die betroubaarheid van hierdie vraelys is bepaal deur berekening van die Cronbach alpha-waardes (Anastasi, 1988:124), wat volgens Garson (2009b) die algemeenste vorm van 'n betroubaarheidskoëffisiënt is. 'n Volledige bespreking van die berekende Cronbach alpha-waardes vir die agt kategorieë (konstrukte) items in die vraelys word in 5.2.1.1.1 gedoen.

In tabel 4.1 word die aantal vraelyste om metakognitiewe bewustheid te meet en wat deur deelnemers voltooi is, per evalueringsgeleentheid en per groep aangedui.

Tabel 4.1 Aantal voltooide vraelyste om metakognitiewe bewustheid te meet

Evalueringsgeleentheid	Groep	Moontlike aantal deelnemers	Aantal vraelyste voltooi
Toets1	Eksperimenteel	39	36
	Kontrole	41	35
Toets 2	Eksperimenteel	39	34
	Kontrole	38	36
Toets 3	Eksperimenteel	36	32
	Kontrole	38	37

4.3.3.1.2 **Vraelys om kennisproduktiwiteit in leer te meet** (bylaag G)

Hierdie vraelys is saamgestel ten einde deelnemers wat in pare programmeer se kennisproduktiwiteit in leer te meet aan die hand van die kriteria soos gestel in 2.4.8. Die vraelys is gebaseer op die vraelys wat Tillema en Van der Westhuizen (2006) gebruik om die kennisproduktiwiteit van persone wat in spanne/groepe saamwerk, te meet. Die items in die vraelys is aangepas om relevant te wees vir sekondêre skoolleerders in Inligtingstegnologie in Suid-Afrikaanse sekondêre skole. Skriftelike toestemming is per epos van prof. Tillema verkry om die aanpassing te doen en die vraelys in hierdie studie te gebruik (sien bylaag P).

Die vraelys is 'n gestruktureerde Likert-tipevraelys (skaal 1–4) waarin alternatiewe antwoorde op items verskaf word, waaruit die deelnemers telkens 'n keuse moes aandui. Die deelnemers moes op elke item in hierdie afdeling reageer deur 'n 1, 2, 3 of 4 te merk, aan die hand van die volgende skaal:

1	2	3	4
Glad nie waar van my nie	Nie baie waar van my nie	Redelik waar van my	Baie waar van my

Die gebruik van 'n 4-puntskaal skakel die moontlikheid uit dat die respondent bloot 'n gemiddelde waarde kies, byvoorbeeld die gemiddelde 3 op 'n 5-puntskaal. Met 'n 4-puntskaal is die respondent verplig om 'n keuse óf na die negatiewe kant óf na die positiewe kant uit te oefen.

Anders as Tillema en Van der Westhuizen (2006) se vraelys wat die items in drie kategorieë (konstrukte) groepeer, het die vraelys wat in hierdie studie gebruik is die 30 stellings in vyf kategorieë (konstrukte) gegroepeer volgens die kriteria wat in hierdie studie vir kennisproduktiwiteit gestel is (sien 2.4.8). Die vyf kategorieë (konstrukte) wat gevorm is, hou verband met kenniskonstruksie, probleemoplossingsvaardighede, konseptuele verandering van individuele perspektiewe, verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk en verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses (bylaag H). Die berekende Cronbach alpha-waardes vir hierdie vyf kategorieë (konstrukte) items in die vraelys word in 5.2.1.1.2 bespreek.

Net soos in die geval van die vraelys rakende metakognitiewe bewustheid (bylaag E) is die volgorde van die items in hierdie vraelys rakende kennisproduktiwiteit (bylaag G) vir toets 2 verander (sien 4.3.3.1.1) en met toets 3 dieselfde vraelys as met toets 1 gebruik.

In tabel 4.2 word die aantal vraelyste om kennisproduktiwiteit in leer te meet wat deur deelnemers voltooi is per evalueringsgeleentheid en per groep aangedui.

Tabel 4.2 Aantal voltooide vraelyste om kennisproduktiwiteit te meet

Evalueringsgeleentheid	Groep	Moontlike aantal deelnemers	Aantal vraelyste voltooi
Toets1	Eksperimenteel	39	36
	Kontrole	41	35
Toets 2	Eksperimenteel	39	34
	Kontrole	38	36
Toets 3	Eksperimenteel	36	32
	Kontrole	38	37

4.3.3.2 Data-insamelingstegnieke: kwalitatiewe ondersoek

Kwalitatiewe data is in hierdie studie ingesamel deur middel van persoonlike onderhoude sowel as deur die gebruik van individuele joernale. Die data wat uit die onderhoude verkry is, is met die data wat uit die kwantitatiewe ondersoek verkry is, vergelyk en aanvullend daartoe gebruik om die deelnemers se implementering van metakognitiewe strategieë en hul kennisproduktiwiteit in leer beter te verstaan en beter te kan verduidelik. Die individuele joernale wat deur die deelnemers in die eksperimentele groep bygehou is, is gebruik om te bepaal wat die deelnemers se persepsies is betreffende die ontwikkeling in hul gebruik van metakognitiewe strategieë.

4.3.3.2.1 Individuele onderhoude

Die kwalitatiewe, semi-gestruktureerde onderhoude wat in die studie gevoer is, het 'n informele, gesprekskarakter gehad wat gedeeltelik gerig was deur voorafbepaalde vrae wat deur die navorser gestel is en gedeeltelik deur aspekte wat gedurende die onderhoud ter sprake gekom het. Die onderhoude was oor die algemeen nie baie lank nie (tussen 4 en 7 minute) en het van die deelnemers vereis om op die spesifieke vrae te antwoord. Aangesien dit moeilik is om metakognitiewe kennis deur middel van 'n onderhoud te meet (behalwe om die vrae direk te vra soos wat dit in die vraelyste – sien bylaag E – geformuleer was), was die vrae wat met metakognitiewe bewustheid verband hou, daarop gerig om meer te wete te kom oor die deelnemers se metakognitiewe bestuur. Die ander vrae wat gedurende die onderhoude gebruik is, was daarop gerig om inligting in te samel oor die deelnemers se kennisproduktiwiteit. Die navorser het egter, waar nodig, opvolgvrae gevra as dit nodig was om meer duidelikheid te kry oor die deelnemers se antwoorde (Nieuwenhuis, 2007b:87). Die navorser het ook gelet op ander aspekte wat uit die deelnemers se antwoorde na vore gekom het, indien dit relevant was met betrekking tot die ondersoek.

Die individuele onderhoude met die geselekteerde deelnemers (sien 4.4.2.2) het op drie geleenthede gedurende die ondersoek plaasgevind.

- Die eerste onderhoude was reg aan die begin van die ondersoektydperk en het plaasgevind net nadat die eerste paarprogrammeringstaak op tydstip 1 (sien figuur 1.2 in 1.4.3.2.1) voltooi is. Vir hierdie eerste onderhoude is gebruik gemaak van die onderhoudvrae soos in bylaag I. Vrae 1 tot 3 was daarop gerig om inligting te bekom in verband met die deelnemer se metakognitiewe aktiwiteite tydens die pre-koderings-, intra-koderings- en post-koderingsfases (sien 3.6), terwyl vrae 4 tot 8 ten doel gehad het om inligting te bekom in verband met die deelnemer se kennisproduktiwiteit.

- Die tweede stel onderhoude is gevoer op tydstip 2 (sien figuur 1.2 in 1.4.3.2.1), net voordat die eksperimentele groep begin het met die selfgerigte metakognitiewe vrae wat hulle gedurende die uitvoering van paarprogrammeringstake moes beantwoord. Vir hierdie tweede stel onderhoude is die onderhoudvrae soos in bylaag J gebruik. Die vrae in bylaag I en bylaag J is verskillend geformuleer om te verseker dat die deelnemers weer moes dink voordat hulle 'n vraag beantwoord en nie sommer op grond van hul vorige antwoorde moes reageer nie. Alhoewel die vrae verskillend geformuleer was, het dit dieselfde soort inligting van die deelnemers vereis. Vraag 1 was weer daarop gerig om inligting in verband met die deelnemer se metakognitiewe aktiwiteite tydens die pre-koderings-, intra-koderings- en post-koderingsfases te bekom, terwyl vrae 2 tot 5 weer ten doel gehad het om inligting in verband met die deelnemer se kennisproduktiwiteit te bekom.
- Die derde stel onderhoude is op tydstip 3 (sien figuur 1.2 in 1.4.3.2.1) gevoer, net nadat die laaste paarprogrammeringstaak wat deel was van die ondersoektydperk, afgehandel is. Vir hierdie laaste stel onderhoude is die vrae soos in bylaag K gebruik. Vrae 1 tot 8 stem ooreen met vrae 1 tot 8 van bylaag I. 'n Addisionele vraag 9 is bygevoeg om inligting rakende die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae van die deelnemers te kry (bylaag K).

4.3.3.2.2 Individuele joernale

Die deelnemers wat in die eksperimentele groep was, is elkeen aan die begin van die eksperimentele periode voorsien van 'n lêer, waarin 'n aantal dokumente ingebind was, wat vir elkeen as individuele joernaal gedien het. Heel voor in die lêer is 'n opsomming gegee van die metakognitiewe aktiwiteite wat in elk van die drie fases van 'n paarprogrammeringstaak, naamlik pre-kodering, intra-kodering en post-kodering, aandag moes kry (bylaag L). Voorts is daar in elke lêer vyf identiese dokumente ingebind. Hierdie dokumente het bestaan uit 'n lys met die selfgerigte metakognitiewe vrae (PIP-vrae, sien 3.6) (bylaag M) en 'n vorm met drie vrae wat die leerder ná die uitvoering van 'n programmeringstaak moes voltooi (bylaag N).

Die dokument van bylaag L was vir die deelnemers se inligting en daar is van hulle verwag om hierdie opsomming elke keer voordat 'n nuwe paarprogrammeringstaak aangepak word, te hersien. Gedurende die uitvoering van die taak moes die twee deelnemers wat saam programmeer, die kontrolelys met selfgerigte vrae van bylaag M gebruik om hulle aktiwiteite en denke te rig. Sodra die opdrag voltooi is, moes elke deelnemer die drie vrae van bylaag N individueel voltooi, waarin elkeen kortliks moes beskryf hoe die selfgerigte metakognitiewe vrae in elke fase sy/haar denke gerig het en hom/haar gehelp het om die programmeringstaak uit te voer.

4.3.4 Data-analisetegnieke

4.3.4.1 Data-analisetegnieke: kwantitatiewe ondersoek

Die statistiese data van die twee vraelyste is met die hulp van die Statistiese Konsultasiediens van die Noordwes-Universiteit (Potchefstroomkampus) geanaliseer (sien 1.4.3.2.1).

4.3.4.1.1 Verdeling van items in konstrukte

Die items in die twee vraelyste is op grond van die literatuurstudie (vgl. hoofstukke 2 en 3) en die oorspronklike vraelyste (sien 4.3.3.1.1 en 4.3.3.1.2) in 'n aantal konstrukte (faktore) saamgegroepeer. Die items in die vraelys rakende metakognitiewe bewustheid is in agt konstrukte gegroepeer en die items in die vraelys rakende kennisproduktiwiteit is in vyf konstrukte gegroepeer. Die beskrywing van die konstrukte van die onderskeie vraelyste, met die toepaslike items (sien bylaag E, bylaag F, bylaag G en bylaag H) word in tabel 4.3 en tabel 4.4 weergegee. Ter wille van duidelikheid word die konstrukte van die vraelys rakende metakognitiewe bewustheid met M1 tot M8 aangedui, terwyl die konstrukte van die vraelys rakende kennisproduktiwiteit met K1 tot K5 aangedui word.

Tabel 4.3 Groepering van items in vraelys oor metakognitiewe bewustheid

Metakognitiewe kennis		
Konstruk	**Beskrywing**	**Items in vraelys**
M1	Verklarende kennis	5, 10, 12, 16, 17, 20, 32, 46
M2	Prosedurele kennis	3, 14, 27, 33
M3	Voorwaardelike kennis	15, 18, 26, 29, 35
Metakognitiewe bestuur		
Konstruk	**Beskrywing**	**Items van vraelys**
M4	Beplanning	4, 6, 8, 22, 23, 42, 45
M5	Strategieë om inligting te bestuur	9, 13, 30, 31, 37, 39, 41, 43, 47, 48
M6	Monitering	1, 2, 11, 21, 28, 34, 49
M7	Ontfoutingstrategieë	25, 40, 44, 51, 52
M8	Evaluering	7, 19, 24, 36, 38, 50

Tabel 4.4 Groepering van items in vraelys oor kennisproduktiwiteit

Konstruk	Beskrywing	Items in vraelys
K1	Verbeterde kenniskonstruksie	1, 6, 7, 12, 20, 26, 28
K2	Verbeterde probleemoplossingsvaardighede	3, 4, 9, 14, 23, 30
K3	Konseptuele verandering van individuele perspektiewe	10, 11, 13, 16, 21, 25, 27
K4	Verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk	2, 5, 8, 15, 17, 18, 29
K5	Verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses	19, 22, 24

4.3.4.1.2 Cronbach alpha-waardes

Die betroubaarheid van die afsonderlike konstrukte is bepaal deur die Cronbach alpha-waardes van die afsonderlike konstrukte (subskale) (Field, 2005:668) met behulp van die Cronbach alpha-betroubaarheidskoëffisiënt te bereken, naamlik

$$r_n = \frac{k}{k-1}(1-\frac{\sum V_1}{V_T})$$

waar k die aantal items in die subskaal is, $\sum V_1$ die som van die variansies van die items in die subskaal en V_T die variansie van die subskaal.

4.3.4.1.3 Statistiese tegnieke en metodes

Toets 1, toets 2 en toets 3 is onderskeidelik op tydstip 1, tydstip 2 en tydstip 3 uitgevoer (sien figuur 1.2).

Toets 1 is gedoen om te bepaal hoe die eksperimentele groep en kontrolegroep verskil ten opsigte van metakognisie en kennisproduktiwiteit. Die onderstaande statistiese tegnieke en metodes is gebruik om die data te analiseer:

- 'n Bevestigende faktoranalise is gedoen ten einde die konstrukgeldigheid van die vraelyste te bepaal.
- 'n Onafhanklike t-toets om die verskille ten opsigte van metakognisie en kennisproduktiwiteit tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal. Die p-waardes is bereken, maar is nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Daar is dus slegs van effekgroottes gebruik gemaak ten einde die praktiese betekenisvolheid van die verskille te bepaal (Cohen, 1988:20). Die effekgroottes van die verskille is met behulp van Cohen se d-waarde bereken met behulp van die formule

$$d = \left| \frac{x_1 - x_2}{s} \right|$$

waar x_1 = gemiddelde telling vir die konstruk van een groep;

x_2 = gemiddelde telling vir die konstruk van die ander groep; en

s = grootste standaardafwyking vir die betrokke konstruk.

Cohen se d-waardes dui die verskille soos volg aan:

≈ 0.2 : klein effekgrootte

≈ 0.5 : medium effekgrootte

≈ 0.8 : groot effek, m.a.w. prakties betekenisvolle verskil

- Meerveranderlike statistiek (Wilks se lambda) om te kyk na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep in geheel op tydstip 1. Wilks se lambda-waarde (Λ) word bereken met behulp van die formule

$$\Lambda = \prod_{i=1}^{s} \frac{1}{1+\lambda_i}$$

waar s = aantal faktore, en

λ = die eigenwaarde van elk van die faktore.

Die effekgroottes (η^2_Λ) van die verskille word bereken met die formule

$$\eta^2_\Lambda = 1 - \Lambda$$

Volgens (Steyn & Ellis, 2009:113) kan die volgende riglynwaardes gebruik word vir die interpretasie van die verskille:

≈ 0.02 : klein effekgrootte

≈ 0.13 : medium effekgrootte

≈ 0.26 : groot effek, m.a.w. prakties betekenisvolle verskil

Toets 2 is gedoen om te kyk na die effek van paarprogrammering op die metakognisie en kennisproduktiwiteit van die eksperimentele groep en die kontrolegroep afsonderlik, en ook op die groep as geheel. Voorts is ook bepaal hoe die eksperimentele groep en kontrolegroep op daardie stadium verskil het betreffende metakognisie en kennisproduktiwiteit. Die onderstaande statistiese tegnieke en metodes is gebruik om die data te analiseer:

- 'n Onafhanklike t-toets om die verskille ten opsigte van metakognisie en kennisproduktiwiteit tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal. Die p-waardes is bereken, maar is nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Effekgroottes is bereken ten einde die praktiese betekenisvolheid van die verskille te bepaal tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep (Cohen, 1988:20).
- Meerveranderlike statistiek (Wilks se lambda) om te kyk na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep in geheel op tydstip 2.

Toets 3 was die na-eksperimentele evaluering wat oor die eksperimentele groep en die kontrolegroep afsonderlik, asook oor die groep as geheel gedoen is. Die onderstaande statistiese tegnieke en metodes is gebruik om die data te analiseer:

- 'n Onafhanklike t-toets om die verskille ten opsigte van metakognisie en kennisproduktiwiteit tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal. Die p-waardes is bereken, maar is weereens nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Effekgroottes is bereken om die praktiese betekenisvolheid van die verskille tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal (Cohen, 1988:20).
- Meerveranderlike statistiek (Wilks se lambda) om te kyk na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep in geheel op tydstip 3.

Die resultate van die statistiese analise het die navorser in staat gestel om te bepaal of –

- paarprogrammering 'n invloed gehad het op die deelnemers se metakognitiewe ontwikkeling en kennisproduktiwiteit;
- die gebruik van die selfgerigte vrae oor metakognisie bygedra het tot die ontwikkeling van die deelnemers se metakognitiewe vaardighede; en
- daar 'n verband tussen metakognitiewe vaardigheid en kennisproduktiwiteit is as leerders in pare programmeer.

4.3.4.2 Data-analisetegnieke: kwalitatiewe ondersoek

Die kwalitatiewe data wat op grond van hierdie studie verkry is, was bedoel om met die data wat uit die kwantitatiewe ondersoek verkry is, vergelyk en aanvullend daartoe gebruik te word om die deelnemers se implementering van metakognitiewe strategieë en hul kennisproduktiwiteit in leer beter te verstaan en beter te kan verduidelik. Om die vergelyking van die twee stelle data meer betroubaar te maak, is daar in die analise van die kwalitatiewe data gebruik gemaak van *a priori*-kodes. *A priori*-kodes is 'n stel bestaande kodes wat uit die literatuur of ander empiriese studies geïdentifiseer is en wat met die onderwerp verband hou (Nieuwenhuis, 2007a:107). Die kategorieë waarvolgens die stellings in die kwantitatiewe vraelyste gegroepeer is (sien 4.3.4.1.1), is as volg as *a priori*-kodes in die analise van die kwalitatiewe data gebruik:

- Ten opsigte van metakognitiewe bewustheid:
  beplanning; strategieë om inligting te bestuur; monitering; ontfoutingstrategieë; en evaluering.
- Ten opsigte van kennisproduktiwiteit in leer:
  kenniskonstruksie; probleemoplossingsvaardighede; konseptuele verandering van individuele perspektiewe; verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk; en verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses.

4.3.4.2.1 Individuele onderhoude

Ontleding van die data wat deur middel van die individuele onderhoude ingesamel is, is gedoen deur gebruik te maak van rekenaargesteunde data-analise. Rekenaargesteunde data-analise is die analise van data met behulp van rekenaarprogrammatuur wat ontwerp is om die analis/ontleder/navorser te help met die stoor, kodering en sistematiese terugkry/herwinning van kwalitatiewe data (Bloor & Wood, 2006:35). Nadat die onderhoude getranskribeer is, is dit deur 'n kollega, wat 'n kundige op die gebiede van programmering en metakognisie is, gekontroleer vir korrekheid om die betroubaarheid van die data te verhoog. Analise van die getranskribeerde onderhoude is in hierdie studie gedoen met behulp van die rekenaarprogram Atlas.ti, wat 'n kragtige program is wat die navorser kan help met die ontleding van groot hoeveelhede kwalitatiewe data, met inbegrip van teks, grafika, klank en video (Muhr, 2004:2,5).

Die navorser het die onderstaande stappe met behulp van Atlas.ti uitgevoer (Leedy & Ormrod, 2005:140; Shank, 2006:133; Creswell & Plano Clark, 2007:204-206):

- Op grond van die literatuurstudie is 'n aantal *a priori*-kodes geskep (sien 4.3.4.2).
- Die relevante inligting in elke onderhoud is in 'n aantal segmente (frases of sinne) opgedeel.
- Elke segment is dan aan die toepaslike kode gekoppel.
- Die kodes is in kodefamilies gegroepeer, waarna tabelle opgestel is wat die segmente wat aan die kodes gekoppel is, per deelnemer per onderhoud reflekteer.
- Na aanleiding van die verskillende tabelle het die navorser dan 'n algemene beskrywing van die deelnemers se antwoorde op die vrae ontwikkel.

Die resultate van die analise van die individuele onderhoude is vergelyk met die resultate van die vraelyste rakende die metakognitiewe bewustheid en die kennisproduktiwiteit van die deelnemers aan die begin van die toetstydperk, vóór die eksperimentele behandeling en ná die eksperimentele behandeling met die doel om waarnemings wat uit die vraelyste gemaak is beter te verstaan en/of te probeer verklaar (sien 5.2.1.2, 5.2.2.2 en 5.2.3.2).

4.3.4.2.2 Individuele joernale

Die inhoud van die joernale (bylaag M en bylaag N) van alle deelnemers in die eksperimentele groep is ook m.b.v. Atlas.ti geanaliseer, waartydens kodering van data, identifisering van temas of kategorieë en strukturering van data plaasgevind het. Die navorser het daarna 'n algemene beskrywing ontwikkel van die patrone wat uit die deelnemers se joernale waargeneem kon word (Creswell & Plano Clark, 2007:131-132; Nieuwenhuis, 2007a:101,105-112).

4.4 ADMINISTRATIEWE PROSEDURES

'n Skriftelike versoek is aan die onderwyshoof (superintendent-generaal) van die Noordwes Onderwysdepartement gerig om toestemming te gee om die studie met behulp van die graad 11-leerders in Inligtingstegnologie en die betrokke onderwysers by die vyf geïdentifiseerde skole in Noordwes uit te voer (bylaag A). Sodanige toestemming is verleen en bepaalde voorwaardes gestel (bylaag B). Die voorwaardes sluit in dat die uitvoerende streeksbestuurders kennis moes kry van die voorneme om die studie by die betrokke skole uit te voer en dat geen inbreuk op die onderrigleerproses gemaak moes word nie. Aan hierdie twee vereistes is voldoen. Aan die ander twee voorwaardes, naamlik dat die resultate van die navorsing nie sonder toestemming van die Noordwes Onderwysdepartement gepubliseer mag word nie en dat 'n afskrif van die proefskrif by die kantoor van die onderwyshoof ingedien moet word, sal ná afhandeling van die studie voldoen word.

Vervolgens is 'n skrywe gerig aan die hoofde van die vyf skole (bylaag C1 vir eksperimentele groepe en bylaag C2 vir kontrolegroepe) om toestemming van die betrokke skole te verkry vir die uitvoering van die studie, sowel as om volledige inligting rakende die doel, prosedures en tydsverloop van die studie te verskaf. Die versekering is aan die hoofde gegee dat betrokkenheid by die studie geensins vir die onderrigleer van die betrokke leerders in Inligtingstegnologie nadelig sou wees nie, aangesien vorige navorsing reeds die voordele van hierdie soort van reflektiewe leer bevestig het. Nadat individueel toestemming van die vyf skole ontvang is, het die navorser die skole by verskillende geleenthede besoek om die proses so effektief moontlik te administreer. Onderwysers en die navorser het telkens vooraf ooreengekom oor die dae en tye van die besoeke, sodat dit nie 'n steurende invloed op die onderrigprogram sou hê nie.

- Eerste besoek (alle skole): Die doel van hierdie besoek was om die onderwysers en leerders verder in te lig oor die doel en implementering van die studie. Die leerders is voorsien van die dokumentasie waarin hulle en hul ouers/voogde ingelig is oor die studie en toestemming vir deelname daaraan versoek is (bylaag D).
- Tweede besoek (alle skole): Hierdie besoek het plaasgevind aan die begin van die studietydperk, op die dag waarop 'n betrokke skool die eerste paarprogrammeringstaak wat deel van die studie uitgemaak het, uitgevoer het. Nadat die taak voltooi is, het die deelnemers die eerste stel vraelyste voltooi en die eerste stel onderhoude is gevoer.
- Derde besoek (alle skole): Hierdie besoek het plaasgevind in die middel van die studietydperk. Die deelnemers het die tweede stel vraelyste voltooi en die tweede stel onderhoude is gevoer.

- Vierde besoek (slegs skole wat deel was van die eksperimentele groep): Gedurende hierdie besoek is die begrip *metakognisie* met die onderwysers en leerders wat by die eksperimentele gedeelte van die ondersoek betrokke was, bespreek aan die hand van figuur 3.4. Die elemente van metakognitiewe bestuur (beplanning, monitering en evaluering) is beklemtoon om die verband met die fases van 'n paarprogrammeringstaak (pre-kodering, intra-kodering en post-kodering) uit te lig. Daarna het die navorser, aan die hand van 'n toepaslike probleem, in samewerking met die deelnemers die gebruik van metakognitiewe aktiwiteite en beantwoording van die selfgerigte metakognitiewe vrae gemodelleer.
- Vyfde besoek (alle skole): Hierdie laaste besoek het aan die einde van die studietydperk plaasgevind. Die deelnemers het die derde stel vraelyste voltooi en die derde stel onderhoude is gevoer.

4.5 SAMEVATTING

Die fokus van hierdie hoofstuk was om die navorsingsontwerp en -metodologie binne die perspektief van die filosofiese grondslag en navorsingsparadigma waarop dit gebaseer was, uiteen te sit. Die onderskeie kwantitatiewe en kwalitatiewe benaderings wat binne die triangulasie gemengde-metode gevolg is, is verduidelik, asook die wyses waarop die deelnemers gekies is, data ingesamel is en analise van data plaasgevind het. Daar is ook telkens aangetoon watter maatreëls getref is om die geldigheid en betroubaarheid van die data, die instrumente en die studie as sodanig te verseker. Die verduideliking van die administratiewe prosedures wat tydens die uitvoering van die studie gevolg is, het ten doel gehad om die totale navorsingsmetodologie verder uit te klaar.

Die volledige opsomming en bespreking van die analises van beide die kwantitatiewe en kwalitatiewe datastelle (sien 4.4.4) volg in hoofstuk 5.

HOOFSTUK 5
DATA-ANALISE EN RESULTATE

5.1 INLEIDING

In hoofstuk 2 is 'n literatuurstudie in verband met paarprogrammering en kennisproduktiwiteit onderneem, waaruit dit geblyk het dat daar by paarprogrammering en kennisproduktiwiteit twee belangrike gemeenskaplike kernelemente is, naamlik samewerking in pare/groepe en 'n fokus op samewerkende leer en samewerkende kenniskonstruksie. Hierdie inligting het gelei tot die besluit om die uitkomste van 'n metakognitiewe benadering tot paarprogrammering ten opsigte van kennisproduktiwiteit te meet.

Hoofstuk 3 het gefokus op die rol van metakognisie in paarprogrammering. 'n Studie van die literatuur rakende metakognisie in leer, veral in probleemoplossingskontekste, het gelei tot die voorstel van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammering (sien 3.6). Die uitkoms van die metakognitiewe onderrigleerstrategie gedurende paarprogrammering is bepaal deur meting van die deelnemers se metakognitiewe bewustheid sowel as hul kennisproduktiwiteit.

In hoofstuk 4 is die ontwerp en metodologie van die empiriese navorsing volledig beskryf, met spesifieke verwysing na die data-insamelingstegnieke en data-analisetegnieke wat gevolg is. Die resultate word in hierdie hoofstuk gerapporteer.

5.2 DATA-ANALISE

Die resultate van die studie word gerapporteer onder die subopskrifte Toets 1, Toets 2 en Toets 3, waar Toets 1 verwys na die voor-eksperimentele evaluering, Toets 2 na die evaluering drie maande later (sonder enige eksperimentele intervensie) en Toets 3 na die na-eksperimentele evaluering (sien figuur 1.2). Die resultate van die onderhoude wat op dieselfde tydstippe gevoer is, word terselfdertyd gerapporteer. Daarna volg die resultate van die analise van individuele joernale.

5.2.1 Toets 1

5.2.1.1 Kwantitatiewe data-analise

5.2.1.1.1 Beskrywende statistiek

- **Vraelys oor metakognitiewe bewustheid**

Ter aanvang word in tabel 5.1 'n uiteensetting gegee van die gemiddeldes en standaardafwykings van die items in die vraelys oor metakognitiewe bewustheid vir alle respondente, sowel as die minimum- en maksimumwaardes wat deur die respondente aangedui is. Die doel hiervan was om 'n geheelbeeld te kry van wat die totale respondentegroep se vlak van metakognitiewe bewustheid reg aan die begin van die studie was, met inagneming daarvan dat elke respondent se respons op 'n item sy/haar eie mening is oor sy/haar vlak van metakognitiewe bewustheid.

Die vraelys oor metakognitiewe bewustheid is op 'n 6-punt Likert-skaal beantwoord (sien 4.3.3.1.1), waar 1 = "Glad nie waar van my nie" en 6 = "Altyd waar van my". Die gemiddeld van 'n 6-puntskaal is 3.5. Die items waarin die respondente 'n besonder hoë gemiddeld (> 5.0) aangedui het, word met ** in tabel 5.1 aangedui en die items wat laer as die gemiddeld van 3.5 is, word met * aangedui.

Tabel 5.1 Statistiek van vraelys oor metakognitiewe bewustheid

Item nr.	Item	Min	Maks	Gemid-deld	Standaard-afwyking
1	Terwyl ek besig is met 'n programmerings-probleem, vra ek myself gedurig af of ek my doelwitte bereik.	1	6	4.42	1.27
2	Ek oorweeg altyd verskeie alternatiewe om 'n programmeringsprobleem op te los.	1	6	4.65	1.37
3	Ek probeer om strategieë te gebruik wat in vorige programmeringsprobleme gewerk het.	2	6	**5.32	0.94
4	Ek hou my eie werktempo dop sodat ek genoeg tyd het om die programmeringstaak uit te voer.	1	6	4.35	1.55
5	Ek verstaan my eie intellektuele sterkpunte en swakpunte.	1	6	4.85	1.33
6	Ek dink oor wat ek regtig uit 'n programmeringstaak moet leer voordat ek daarmee begin.	1	6	3.89	1.62
7	As ek 'n programmeringstaak voltooi het, dan weet ek hoe goed ek dit gedoen het.	1	6	#4.97	1.07
8	Ek stel spesifieke doelwitte voordat ek 'n programmeringstaak begin.	1	6	3.82	1.41
9	Ek werk stadiger as ek belangrike inligting teëkom.	1	6	4.13	1.44
10	Ek weet watter tipe inligting in die gegewe probleem die belangrikste is om in ag te neem met die oplossing van die probleem.	1	6	4.54	1.26

Tabel 5.1 Statistiek van vraelys oor metakognitiewe bewustheid (vervolg)

Item nr.	Item	Min	Maks	Gemid-deld	Standaard-afwyking
11	Ek vra myself af of ek al die opsies oorweeg het terwyl ek 'n programmeringsprobleem oplos.	1	6	3.97	1.53
12	Ek is goed daarmee om inligting te organiseer.	1	6	4.55	1.28
13	Ek fokus my aandag bewustelik op belangrike inligting.	1	6	4.66	1.13
14	Ek het 'n spesifieke doel met elke strategie wat ek in 'n programmeringstaak gebruik.	1	6	4.55	1.11
15	Ek vaar die beste met 'n programmeringstaak as die konteks van die probleem vir my bekend is.	3	6	**5.38	0.80
16	Ek weet wat die onderwyser verwag ek uit 'n programmeringstaak moet leer.	1	6	4.72	1.32
17	Ek is goed daarmee om inligting te onthou.	1	6	4.48	1.36
18	Ek gebruik verskillende strategieë in 'n programmeringstaak, afhangende van die situasie.	1	6	4.70	1.24
19	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, vra ek myself af of daar 'n makliker manier was om dit te doen.	1	6	4.37	1.45
20	Ek het beheer oor hoe goed ek met 'n programmeringstaak vaar.	2	6	4.50	1.18
21	Ek hersien my werk gereeld om my te help om belangrike verwantskappe te verstaan.	1	6	3.70	1.35
22	Ek vra myself vrae oor die programmeringstaak voordat ek daarmee begin.	1	6	4.06	1.44
23	Ek dink aan 'n aantal maniere om 'n programmerings-probleem op te los en kies dan die beste een.	1	6	4.31	1.42
24	As ek 'n programmeringstaak voltooi het, dink ek weer oor wat ek uit die taak geleer het.	1	6	3.87	1.61
25	Ek vra hulp as ek iets in verband met 'n programmeringstaak nie verstaan nie.	1	6	4.79	1.43
26	Ek kan myself motiveer om aan 'n programmeringstaak te werk as ek moet.	2	6	**5.01	1.01
27	Ek weet presies watter strategieë ek gebruik as ek 'n programmeringstaak uitvoer.	1	6	4.30	1.19
28	Ek analiseer die bruikbaarheid van strategieë terwyl ek 'n programmeringstaak uitvoer.	1	6	4.21	1.28
29	Ek gebruik my intellektuele sterkpunte om op te maak vir my swakpunte.	1	6	4.63	1.36
30	Ek fokus op die betekenis en belangrikheid van nuwe inligting.	1	6	4.65	1.23
31	Ek dink my eie voorbeelde uit om inligting meer betekenisvol te maak.	1	6	4.34	1.60
32	Ek kan goed beoordeel oor hoe goed ek iets verstaan.	1	6	4.70	1.20
33	Ek kom agter dat ek toepaslike strategieë outomaties gebruik as ek 'n programmeringstaak uitvoer.	1	6	4.66	1.11
34	Ek kom agter dat ek gereeld stop om te kontroleer of ek verstaan wat aangaan.	1	6	4.10	1.48
35	Ek weet presies wanneer elke strategie wat ek gebruik die effektiefste sal wees.	1	6	4.04	1.32
36	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, dan vra ek myself af hoe goed ek my doelwitte bereik het.	1	6	4.20	1.47
37	Ek teken sketse of diagramme om my te help om te verstaan terwyl ek besig is met 'n programmeringstaak.	1	6	*2.27	1.61

Tabel 5.1 Statistiek van vraelys oor metakognitiewe bewustheid (vervolg)

Item nr.	Item	Min	Maks	Gemid-deld	Standaard-afwyking
38	Nadat ek 'n programmeringsprobleem opgelos het, vra ek myself af of ek al die opsies oorweeg het.	1	6	3.68	1.46
39	Ek probeer om nuwe inligting in my eie woorde weer te gee.	1	6	4.33	1.47
40	As ek iets nie verstaan nie, dan probeer ek my strategie verander.	1	6	4.44	1.42
41	As ek vashaak met 'n programmeringsprobleem of dit nie kan doen nie, hersien ek eers voorbeelde van soortgelyke probleme.	1	6	4.66	1.36
42	Ek lees die instruksies van 'n programmeringstaak sorgvuldig voordat ek daarmee begin.	1	6	**5.14	1.10
43	Ek vra myself af of dit wat ek lees verband hou met wat ek reeds weet of kan doen.	1	6	4.82	1.28
44	As ek deurmekaar raak, herevalueer ek die aannames wat ek in verband met die programmeringsprobleem gemaak het.	1	6	4.42	1.17
45	Ek organiseer my tyd só dat ek my doelwitte ten beste bereik.	1	6	4.07	1.47
46	Ek leer meer uit 'n programmeringstaak as ek in die onderwerp daarvan belangstel.	1	6	#4.96	1.16
47	Ek probeer om die programmeringstaak in kleiner gedeeltes op te breek.	1	6	4.08	1.55
48	Ek fokus eerder op die geheel van die programmeringstaak as op spesifieke gedeeltes.	1	6	4.14	1.31
49	Ek vra myself vrae oor hoe goed ek vaar terwyl ek met 'n nuwe programmeringstaak besig is.	1	6	4.03	1.40
50	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, vra ek myself of ek soveel moontlik uit die voltooiing van hierdie taak geleer het.	1	6	4.03	1.47
51	Ek stop en gaan weer oor die nuwe inligting as dit nie duidelik is nie.	1	6	4.62	1.32
52	Ek stop en lees alles weer oor as ek deurmekaar raak.	3	6	**5.38	0.90

* Gemiddeld kleiner as 3.5
** Gemiddeld groter as 5.0
# Gemiddeld naby aan 5.0

Item 37 ("Ek teken sketse of diagramme om my te help om te verstaan terwyl ek besig is met 'n programmeringstaak") is die enigste item op hierdie vraelys waarvan die gemiddeld wat deur alle respondente behaal is, laer as die gemiddeld van 3.5 is (x = 2.27). Hieruit is dit duidelik dat die meeste respondente nie van sketse en/of diagramme gebruik maak tydens die beplanning, uitvoer of ontfouting van programmeringstake nie.

Die items waarvan die gemiddeld wat deur respondentgroep as 'n geheel behaal is wat > 5.0 is, verteenwoordig die basiese metakognitiewe vaardighede wat die meerderheid respondente reeds moes bemeester het wanneer hulle in gr. 11 is, hetsy onbewustelik of deur die toedoen van 'n onderriggewer. Hierdie items sluit in: "Ek probeer om strategieë te gebruik wat in vorige programmeringsprobleme gewerk het" (item 3), "Ek vaar die beste met 'n programmeringstaak

as die konteks van die probleem vir my bekend is" (item 15), "Ek kan myself motiveer om aan 'n programmeringstaak te werk as ek moet" (item 26), "Ek lees die instruksies van 'n programmeringstaak sorgvuldig voordat ek daarmee begin" (item 42) en "Ek stop en lees alles weer oor as ek deurmekaar raak" (item 52). Twee ander items (met # in tabel 5.1 aangedui) waarvan die gemiddeld ook naby aan 5.0 is, is item 7 met x = 4.97 ("As ek 'n programmeringstaak voltooi het, dan weet ek hoe goed ek dit gedoen het") en item 46 met x = 4.96 ("Ek leer meer uit 'n programmeringstaak as ek in die onderwerp daarvan belangstel"). Ook hierdie twee items verteenwoordig basiese aspekte van metakognitiewe bewustheid.

Al die ander items in die vraelys se gemiddeld is groter as 3.5 wat daarop dui dat die respondentegroep in geheel reeds oor 'n mate van metakognitewe bewustheid beskik.

- **Vraelys oor kennisproduktiwiteit**

Aangesien die uitkomste van die metakognitiewe onderrigleerstrategie wat as intervensie dien ten opsigte van die verandering in kennisproduktiwiteit bepaal word, is dit noodsaaklik om ook te kyk na die aanvanklike status van die respondentegroep ten opsigte van kennisproduktiwiteit. 'n Uiteensetting van die gemiddeldes en standaardafwykings van die items in die vraelys oor kennisproduktiwiteit vir alle respondente, sowel as die minimum- en maksimumwaardes wat deur die respondente aangedui is, word in tabel 5.2 gegee. Net soos in die geval van die vraelys oor metakognitiewe bewustheid, is dit in hierdie geval ook die respondente se eie mening oor die mate van kennisproduktiwiteit waaroor hulle op daardie stadium beskik het.

Die vraelys oor kennisproduktiwiteit is op 'n 4-punt Likert-skaal beantwoord (sien 4.3.3.1.2), waar 1 = "Glad nie waar van my nie" en 4 = "Baie waar van my". Die gemiddeld van 'n 4-puntskaal is 2.5. Die enigste item waarin die respondente 'n besonder hoë gemiddeld (x = 3.57) aangedui het, is item 2 wat met ** in tabel 5.2 aangedui word. Hierdie item ("Ek gee aan my maat die geleentheid om sy/haar idees te opper") kan moontlik voortvloei uit doodgewone hoflikheid of andersins uit vaardighede wat reeds deur middel van groepwerk ontwikkel het.

Die enkele item in die vraelys oor kennisproduktiwiteit wat laer as die gemiddeld van 2.5 is, word met * in tabel 5.2 aangedui. Die lae gemiddeld van item 5 (x = 2.24) ("Ek weerhou my daarvan om my eie idees te sterk uit te spreek") toon dat die respondente moontlik reeds op die ontwikkelingsvlak was waar dit vir hulle belangrik was om sterk standpunt in te neem as hul van mening was dat hul idees kan bydra tot die oplossing van 'n programmeringsprobleem.

Net soos in die geval van die metakognitiewe bewustheid is die gemiddeld van al die ander items in die vraelys groter as 2.5 wat daarop dui dat die respondentgroep in geheel reeds oor 'n mate van kennisproduktiwiteit beskik het.

Tabel 5.2 Statistiek van vraelys oor kennisproduktiwiteit

Item nr.	Item	Min	Maks	Gemid-deld	Standaard-afwyking
1	Ek verstaan die probleem beter nadat dit in die paar bespreek is.	1	4	3.03	0.81
2	Ek gee aan my maat die geleentheid om sy/haar idees te opper.	1	4	**3.57	0.67
3	Ek kon 'n positiewe bydrae lewer om 'n oplossing vir die probleem te beplan.	1	4	3.30	0.79
4	Ek het die probleemvraag goed begryp voordat ons met die oplossing daarvan begin het.	1	4	2.97	0.72
5	Ek weerhou my daarvan om my eie idees te sterk uit te spreek.	1	4	*2.24	0.90
6	Die bespreking van die probleem was sinvol.	1	4	3.29	0.86
7	Ek dink die bespreking het tot nuwe insigte gelei.	1	4	3.17	0.94
8	Ek geniet dit om deel te neem aan die bespreking in die paar.	1	4	3.03	0.97
9	Ek kon alternatiewe strategieë voorstel om die probleem op te los.	1	4	3.07	0.82
10	Ek was gedurende die oplosproses in staat om my maat se idees te verstaan.	1	4	3.39	0.67
11	My maat se gedagtes het my ook aan die dink gesit.	1	4	3.30	0.96
12	Ek kan uit my vorige ervarings van die aspekte waarmee ons in hierdie probleem te doen gehad het herken.	1	4	3.08	0.73
13	Ek het ervaar dat ek met nuwe idees gekonfronteer word gedurende die bespreking.	1	4	3.03	0.96
14	Terwyl ons met die oplossingsproses besig was, het ek deurgaans seker gemaak dat ons nog op die regte spoor is.	1	4	2.93	0.83
15	Dit is vir my belangrik dat beide ek en my maat die probleem en die oplosproses ewe goed moet verstaan.	1	4	3.14	0.90
16	Gedurende die bespreking het ek agtergekom dat my idees verander.	1	4	2.76	0.93
17	Ek beywer my vir interaktiewe kommunikasie.	1	4	2.89	0.89
18	Ek dink dit is belangrik dat my standpunt gedurende die bespreking verstaan word.	1	4	3.30	0.82
19	Ek dink ek sal die metode wat ons gebruik het om hierdie oplossing te *beplan* in toekomstige probleme toepas.	1	4	3.21	0.92
20	Ek was bekend met die aspekte wat bespreek is om die probleem op te los.	1	4	3.14	0.70
21	Dit was vir my waardevol om na my maat se bydraes te luister.	1	4	3.20	0.95
22	Ek dink ek sal die strategie wat ons gebruik het om hierdie probleem *op te los* in die toekoms in soortgelyke probleme toepas.	1	4	3.31	0.80
23	Nadat die probleem opgelos is, het ek myself afgevra of die oplossing sinvol is met betrekking tot die probleemvraag.	1	4	2.85	0.89
24	Ek dink ek sal dit wat ek in hierdie oplosproses geleer het aangaande interaksie met my maat in toekomstige soortgelyke situasies toepas.	1	4	3.13	0.89
25	Die bydraes wat my maat gemaak het, is belangrik.	1	4	3.27	0.91
26	Ek kon produktief tot die bespreking bydra	1	4	3.32	0.69

Tabel 5.2 Statistiek van vraelys oor kennisproduktiwiteit (vervolg)

Item nr.	Item	Min	Maks	Gemid-deld	Standaard-afwyking
27	Tussen my en my maat is daar belangrike idees gegenereer.	1	4	3.24	0.85
28	Ek het gevoel dat ons besig was met aspekte wat werklik saak maak om die probleem op te los.	1	4	3.14	0.87
29	My maat se prestasie is ook my verantwoordelikheid.	1	4	3.23	1.04
30	Nadat die proses afgehandel is, het ek myself afgevra of die beste moontlike oplosproses gevolg is.	1	4	2.97	0.89

* Gemiddeld kleiner as 2.5
** Gemiddeld besonder hoog

- **Konstruktellings**

In 4.3.4.1.1 is reeds aangedui dat die items van die twee vraelyste vir die doel van hierdie studie in 'n aantal konstrukte saamgegroepeer word. Die konstruktellings word saamgestel as die som van die items wat tot 'n bepaalde konstruk bydra. Voortaan sal daar in hierdie studie nie na die aparte items gekyk word nie, maar na die konstrukte as geheel.

Tabel 5.3 toon die gemiddeldes wat per konstruk vir die totale respondentgroep in toets 1 bepaal is. Hierdie gemiddeldes vir toets 1 word in hierdie gedeelte gerapporteer, maar sal in 5.2.2.1.2 saam met die ooreenstemmende gemiddeldes vir toets 2 beskou word om te kyk of die paarprogrammering tussen toets 1 en toets 2 'n effek gehad het op die metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit van die respondentegroep as geheel.

Tabel 5.3 Konstruktellings

Konstruk	Beskrywing	N	Gemiddeld	Standaard-afwyking
M1	Verklarende kennis	71	4.66	0.89
M2	Prosedurele kennis	71	4.71	0.87
M3	Voorwaardelike kennis	71	4.76	0.88
M4	Beplanning	71	4.23	1.03
M5	Strategieë om inligting te bestuur	71	4.21	0.85
M6	Monitering	71	4.15	0.98
M7	Ontfoutingstrategieë	71	4.73	0.87
M8	Evaluering	71	4.19	1.00
K1	Verbeterde kenniskonstruksie	71	3.17	0.50
K2	Verbeterde probleemoplossingsvaardighede	71	3.02	0.54
K3	Konseptuele verandering van individuele perspektiewe	71	3.16	0.67
K4	Verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk	71	3.05	0.53
K5	Verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses	71	3.22	0.74

As die gemiddeldes van die konstrukte van die twee vraelyste beskou word, is daar geen van die konstrukte waarvan die konstruktellings besonder hoog (> 5.0 vir metakognitiewe bewustheid en > 3.5 vir kennisproduktiwiteit) is nie. Terselfdertyd is daar ook nie konstrukte waarvan die konstruktellings laer as die gemiddeld (< 3.5 vir metakognitiewe bewustheid en <2.5 vir kennisproduktiwiteit) is nie. Uit tabel 5.3 is dit ook duidelik dat die respondentegroep as geheel reeds oor 'n mate van beide metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit beskik.

5.2.1.1.2 Betroubaarheid van die meetinstrumente

Die berekende Cronbach alpha-waardes (sien 4.3.4.1.2) van die dertien konstrukte van die twee vraelyste het almal 'n waarde van groter as 0.5 (sien tabel 5.6 en tabel 5.7), wat die betroubaarheid van die konstrukte vir die populasie waarvoor dit gebruik is, bevestig.

5.2.1.1.3 Geldigheid van die meetinstrumente

- **Kaiser-Meyer-Olkin-maatstaf van steekproefgeskiktheid (KMO)**

Om te bepaal of 'n faktoranalise goed gedefinieerde faktore (konstrukte) sal oplewer vir die populasie waarvoor dit gebruik was, is waardes bereken vir die Kaiser-Meyer-Olkin-maatstaf van steekproefgeskiktheid (KMO) vir elk van die konstrukte van die twee vraelyste (sien 4.3.4.1.1). KMO-waardes tussen 0.5 en 0.7 word as "middelmatig" beskryf, tussen 0.7 en 0.8 as "goed", tussen 0.8 en 0.9 as "baie goed" en waardes bo 0.9 as "uitstekend" (Hutcheson & Sofroniou, 1999:224-225). Die berekende KMO-waardes vir die konstrukte van die vraelyste wat in hierdie studie gebruik is, word in tabel 5.4 en tabel 5.5 aangetoon. Die KMO-waardes van die konstrukte van die twee vraelyste wissel tussen 0.7 en 0.9 wat impliseer dat die moontlikheid goed tot baie goed is dat 'n faktoranalise goed gedefinieerde faktore (konstrukte) oplewer.

Tabel 5.4 KMO-waardes vir konstrukte van vraelys oor metakognitiewe bewustheid

Konstruk	Beskrywing	KMO-waarde
M1	Verklarende kennis	0.82
M2	Prosedurele kennis	0.80
M3	Voorwaardelike kennis	0.83
M4	Beplanning	0.80
M5	Strategieë om inligting te bestuur	0.78
M6	Monitering	0.85
M7	Ontfoutingstrategieë	0.71
M8	Evaluering	0.81

Tabel 5.5 KMO-waardes vir konstrukte van vraelys oor kennisproduktiwiteit

Konstruk	Beskrywing	KMO-waarde
K1	Verbeterde kenniskonstruksie	0.72
K2	Verbeterde probleemoplossingsvaardighede	0.70
K3	Konseptuele verandering van individuele perspektiewe	0.86
K4	Verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk	0.72
K5	Verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses	0.71

'n Bevestigende faktoranalise is vervolgens op hierdie 13 konstrukte gedoen wat, volgens Nicol en Pexman (1999:129), ten doel gehad het om vas te stel of die items sinvol saamgegroepeer is. Die hoofkomponentfaktoranalise is met behulp van die Oblimin-rotasiemetode en Kaiser-normalisering (Field, 2005:635) gedoen. Resultate van die faktoranalise dui daarop dat sekere van die konstrukte in komponente onderverdeel. 'n Bespreking van die konstrukte wat in komponente verdeel is volg ná tabel 5.7.

- **Kommunaliteitwaardes**

Die kommunaliteitwaarde (met ander woorde die gemeenskaplike faktorvariansie) van elkeen van die items is in die onderskeie konstrukte bereken, wat 'n aanduiding was van die totale hoeveelheid variansie wat die spesifieke item met die ander items in die konstruk deel (Hair *et al.*, 1998:88; Field, 2005:630). Hoe nader die kommunaliteit-waarde aan 1 is, hoe beter is die konstrukte saamgestel ten einde die oorspronklike data te kan verduidelik (Field, 2005:634). Vir die vraelys oor kennisproduktiwiteit is al die berekende kommunaliteitwaardes hoër as die norm van 0.3 (sien tabel 5.7). Vir die vraelys oor metakognitiewe bewustheid toon die berekende kommunaliteitwaardes vir items 7, 19 en 40 waardes laer as die norm van 0.3 (met # in tabel 5.6 gemerk). Volgens Garson (2009a) kan 'n item met 'n lae kommunaliteitswaarde steeds betekenisvol wees as dit bydra tot 'n goed gedefinieerde konstruk. Dit is dus nie die kommunaliteitswaarde as sodanig wat krities is nie, maar eerder die mate waartoe die item 'n rol speel in die interpretasie van die konstruk, alhoewel die rol gewoonlik groter is as die kommunaliteitswaarde hoog is (Garson, 2009a).

Die resultaat van die bevestigende faktoranalises vir die twee vraelyste, met inbegrip van die kommunaliteite van die verskillende items, die aantal komponente per konstruk, die persentasie variansie verklaar per konstruk en die Cronbach-alpha betroubaarheidskoëffisiënt van die konstrukte, word vervolgens in onderskeidelik in tabel 5.6 en tabel 5.7 weergegee.

- **Komponente deur faktoranalise uitgewys**

In tabelle 5.6 en 5.7 word aangedui dat die bevestigende faktoranalise vir sommige van die konstrukte van die twee vraelyste meer as een komponent uitgewys het. Die items wat elke konstruk uitmaak (sien tabel 4.3 en tabel 4.4), is ontleed om die aangeduide komponente teoreties te verklaar, soos in die literatuur bespreek. 'n Bespreking van die konstrukte waarin daar meer as een komponent uitgewys is, volg ná tabelle 5.6 en 5.7.

Ná die bespreking van die komponente sal, vir die doel van hierdie studie, die konstrukte waarin daar wel meer as een komponent uitgewys is, egter nie verder onderverdeel word nie, alhoewel almal teoreties interpreteerbaar is. Die Cronbach alpha-waardes van al die konstrukte van die twee vraelyste bevestig die betroubaarheid van die konstrukte vir die populasie waarvoor dit gebruik is (sien 5.2.1.1.2, tabel 5.5 en tabel 5.6).

Tabel 5.6 Bevestigende faktoranalise vir vraelys oor metakognitiewe bewustheid

Konstruk	Beskrywing van konstruk	Item-nr.	Kommunaliteite ná ekstraksie	Aantal komponente	% variansie verklaar	Cronbach-alpha-betroubaarheids-koëffisiënt
M1	Verklarende kennis	5	0.64	2	64.81	0.86
		10	0.59			
		12	0.78			
		16	0.76			
		17	0.72			
		20	0.70			
		32	0.54			
		46	0.46			
M2	Prosedurele kennis	3	0.66	1	64.74	0.82
		14	0.60			
		27	0.70			
		33	0.63			
M3	Voorwaardelike kennis	15	0.54	1	58.33	0.81
		18	0.49			
		26	0.62			
		29	0.62			
		35	0.66			
M4	Beplanning	4	0.36	1	52.41	0.84
		6	0.51			
		8	0.64			
		22	0.61			
		23	0.59			
		42	0.30			
		45	0.66			
M5	Strategieë om inligting te bestuur	9	0.68	3	64.39	0.82
		13	0.74			
		30	0.75			
		31	0.46			
		37	0.55			
		39	0.62			
		41	0.58			
		43	0.57			
		47	0.70			
		48	0.79			
M6	Monitering	1	0.36	1	49.89	0.83
		2	0.57			
		11	0.43			
		21	0.44			
		28	0.53			
		34	0.57			
		49	0.60			
M7	Ontfoutingstrategieë	25	0.40	1	49.41	0.72
		40	**#0.28**			
		44	0.55			
		51	0.75			
		52	0.49			
M8	Evaluering	7	**#0.16**	1	50.27	0.79
		19	**#0.22**			
		24	0.58			
		36	0.76			
		38	0.60			
		50	0.70			

Tabel 5.7 Bevestigende faktoranalise vir vraelys oor kennisproduktiwiteit

Konstruk	Beskrywing van konstruk	Item-nr.	Kommu-naliteite na ekstraksie	Aantal komponente	% variansie verklaar	Cronbach-alpha betroubaar-heids-koëffisiënt
K1	Verbeterde kenniskonstruksie	1	0.66	2	63.28	0.75
		6	0.70			
		7	0.72			
		12	0.58			
		20	0.71			
		26	0.52			
		28	0.54			
K2	Verbeterde probleemoplossings-vaardighede	3	0.64	2	64.21	0.74
		4	0.57			
		9	0.60			
		14	0.41			
		23	0.82			
		30	0.81			
K3	Konseptuele verandering van individuele perspektiewe	10	0.63	2	72.02	0.86
		11	0.74			
		13	0.74			
		16	0.78			
		21	0.66			
		25	0.77			
		27	0.72			
K4	Verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk	2	0.39	2	56.14	0.70
		5	0.77			
		8	0.52			
		15	0.65			
		17	0.60			
		18	0.48			
		29	0.53			
K5	Verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses	19	0.73	1	71.62	0.80
		22	0.75			
		24	0.68			

(a) Komponente van konstrukte in vraelys oor metakognitiewe bewustheid

By **konstruk M1 (Verklarende kennis)** wys die faktoranalise twee komponente uit (sien tabel 5.6). Uit die hoofkomponentfaktoranalise, met behulp van die Oblimin-rotasiemetode en Kaiser-normalisering (Field, 2005:635), word 'n aantal matrikse verkry, naamlik 'n komponentmatriks, 'n patroonmatriks, 'n struktuurmatriks en 'n komponentkorrelasiematriks. Volgens Field (2005:654) word die komponentmatriks gewoonlik nie as belangrik geag vir die interpretasie van die resultate nie, maar wel die patroonmatriks en/of die struktuurmatriks, sowel as die komponentkorrelasiematriks. In hierdie studie word die patroonmatriks (sien tabel 5.8) en die komponentkorrelasiematriks (sien tabel 5.9) gerapporteer en gebruik om die konstrukte, waar daar meer as een komponent uitgewys is, te bespreek.

Tabel 5.8 Patroonmatriks vir konstruk M1 (Verklarende kennis)

Itemnr.	Komponent	
	1	2
20	0.83	
17	0.82	
12	0.80	
10	0.79	
46	0.72	
32	0.46	0.41
16		0.90
5		0.78

Die faktorladings van die patroonmatriks (sien tabel 5.8) is aanduidings van die relatiewe bydrae van elke item tot die faktor (Field, 2005:625). Die faktorladings van die patroonmatriks dui die regressiekoëffisiënt van die item op die faktor aan. Die meeste navorsers interpreteer die patroonmatriks, omdat die faktorladings in dié geval inligting gee oor die unieke bydrae van 'n item tot die konstruk (Field, 2005:660). Die faktorladings, soos in die patroonmatriks aangedui, word dus nagegaan om 'n gemeenskaplike tema te identifiseer vir die items wat op dieselfde komponent laai (Field, 2005:659).

In die literatuurstudie (sien 3.2.4.1.1 tot 3.2.4.1.3) is beredeneer dat verklarende kennis verband hou met die leerder se kennis van homself/haarself en sy/haar eie aard as kognitiewe verwerker, sowel as kennis van die eise van verskillende leertake en van spesifieke toepaslike leerstrategieë. Die twee komponente wat in hierdie konstruk uitgewys is, kan *dus uit die* literatuur regverdig word. Items 10, 12, 17, 20 en 46 (komponent 1 in tabel 5.8) van hierdie konstruk het te make met die tema rakende die leerder se **kennis van die eise van verskillende leertake en van spesifieke toepaslike leerstrategieë (Leertaakkennis)**, terwyl items 5 en 16 (komponent 2 in tabel 5.9) van die konstruk verband hou met die tema rakende die leerder se **kennis van homself/haarself en sy/haar eie aard as kognitiewe verwerker (Selfkennis)**. Item 32 ("Ek kan goed beoordeel oor hoe goed ek iets verstaan") hou in 'n ongeveer gelyke mate (faktorladings 0.46 en 0.41 onderskeidelik) verband met beide hierdie temas.

In tabel 5.9 word die korrelasiewaardes vir die komponente van konstruk M1 (Verklarende kennis) gegee.

Tabel 5.9 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk M1 (Verklarende kennis)

Komponent	Leertaakkennis	Selfkennis
Leertaakkennis	1.00	0.40
Selfkennis	0.40	1.00

Volgens Field (2005:111) dui 'n korrelasiewaarde van

0.1 op 'n klein verwantskap tussen komponente,

0.3 op 'n medium verwantskap tussen komponente, en

0.5 op 'n groot verwantskap tussen komponente.

In dié geval van hierdie konstruk het komponent 2 (Selfkennis) 'n groot verwantskap met komponent 1 (Leertaakkennis) (korrelasiewaarde = 0.40). Die groot verwantskap dui daarop dat leerders met groter leertaakkennis, ook groter selfkennis het.

By **konstruk M5 (Strategieë om inligting te bestuur)** wys die faktoranalise drie komponente uit. Tabel 5.10 gee die patroonmatriks van die komponente van hierdie konstruk.

Tabel 5.10 Patroonmatriks vir konstruk M5 (Strategieë om inligting te bestuur)

Itemnr.	Komponent		
	1	2	3
9	0.80		
39	0.47	0.31	0.34
13		0.80	
48	-0.58	0.76	
43		0.75	
30		0.67	
47			0.81
37			0.78
41			0.72
31	0.30		0.41

Gedurende die beplannings- en moniteringsfases van metakognitiewe bestuur (sien 3.2.4.2.1 en 3.2.4.2.2) moet die leerder voordurend tegnieke en strategieë aanwend om nuwe en bestaande inligting te bestuur ten einde die kennis betekenisvol te maak en maksimaal te benut. Items 9, 31, 39 en 48 (komponent 1 in tabel 5.10) van hierdie konstruk het te make met **strategieë om nuwe inligting te internaliseer (Internalisering)**; items 13, 30, 39, 43 en 48 (komponent 2 in tabel 5.10) van die konstruk het te make met **strategieë om op inhoud en belangrikheid van nuwe inligting te fokus (Fokus)**; en items 31, 37, 39, 41 en 47 (komponent 3 in tabel 5.10) hou verband met **strategieë om inligting prakties meer betekenisvol te maak (Prakties betekenisvol)**. Soos in tabel 5.10 gesien kan word, hou item 39 ("Ek probeer om nuwe inligting in my eie woorde weer te gee") verband met al drie die komponente; item 48 ("Ek fokus eerder op die geheel van die programmeringstaak as op spesifieke gedeeltes") hou in 'n groter mate verband met komponent 2 (Fokus) (faktorlading = 0.76) as met komponent 1 (Internalisering) (faktorlading = -0.58); en item 31 ("Ek dink my eie voorbeelde uit om inligting meer betekenisvol te maak") hou in 'n groter mate verband met

komponent 3 (Prakties betekenisvol) (faktorlading = 0.41) as met komponent 1 (Internalisering) (faktorlading = 0.30).

In tabel 5.11 word die korrelasiewaardes vir die komponente van konstruk M5 (Strategieë om inligting te bestuur) weergegee. In die geval van hierdie konstruk het komponent 3 (Prakties betekenisvol) 'n medium verwantskap met beide komponent 1 (Internalisering) (korrelasiewaarde = 0.21) en komponent 2 (Fokus) (korrelasiewaarde = 0.37). Dié verwantskap dui daarop dat leerders met goeie strategieë om nuwe inligting te internaliseer of goeie strategieë om op inhoud en belangrikheid van nuwe inligting te fokus moontlik ook goeie strategieë het om inligting prakties meer betekenisvol te maak. Daarteenoor is daar 'n klein verwantskap tussen komponent 2 (Fokus) en komponent 1 (Internalisering) (korrelasiewaarde = 0.15), wat daarop dui dat daar nie in die praktyk 'n verband is tussen leerders se strategieë om nuwe inligting te internaliseer en hulle strategieë om op inhoud en belangrikheid van nuwe inligting te fokus nie.

Tabel 5.11 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk M5 (Strategieë om inligting te bestuur)

Komponent	Internalisering	Fokus	Prakties
Internalisering	1.00	0.15	0.21
Fokus	0.15	1.00	0.37
Prakties betekenisvol	0.21	0.37	1.00

(b) Komponente van konstrukte in vraelys oor kennisproduktiwiteit

By **konstruk K1 (Verbeterde kenniskonstruksie)** wys die faktoranalise twee komponente uit. Tabel 5.12 dui die patroonmatriks van die komponente van hierdie konstruk aan.

Tabel 5.12 Patroonmatriks vir konstruk K1 (Verbeterde kenniskonstruksie)

Itemnr.	Komponent	
	1	2
6	0.85	
7	0.83	
1	0.83	
28	0.48	0.47
20		0.86
12		0.77
26		0.62

In 2.4.8 is aangedui dat verbeterde kenniskonstruksie te make het met die leerder se verstaan van 'n probleem, beskouing van die relevansie van die besprekings met die ander lid van die

paar, aansluiting by sy/haar eie voorkennis en nuwe insigte wat uit hierdie besprekings voortspruit. Items 1, 6, 7 en 28 (komponent 1 in tabel 5.12) van hierdie konstruk dui op 'n tema van **beter verstaan van die probleem as gevolg van nuwe insigte wat uit die bespreking voortvloei (Nuwe insigte)**, terwyl items 12, 20, 26 en 28 (komponent 2 in tabel 5.12) van die konstruk verband hou met die tema rakende **aansluiting by die leerder se voorkennis (Voorkennis)**. Item 28 ("Ek het gevoel dat ons besig was met aspekte wat werklik saak maak om die probleem op te los") hou in 'n ongeveer gelyke mate (faktorladings 0.48 en 0.47 onderskeidelik) verband met beide hierdie temas.

Die korrelasiewaardes vir die komponente van konstruk K1 (Verbeterde kenniskonstruksie) word in tabel 5.13 weergegee, waaruit blyk dat komponent 2 (Voorkennis) 'n medium verwantskap met komponent 1 (Nuwe insigte) het (korrelasiewaarde = 0.20). Dit dui daarop dat daar in die praktyk 'n sigbare verband is tussen leerders se nuwe insigte en hulle voorkennis waarmee die taak benader word.

Tabel 5.13 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K1 (Verbeterde kenniskonstruksie)

Komponent	Nuwe insigte	Voorkennis
Nuwe insigte	1.00	0.20
Voorkennis	0.20	1.00

Die faktoranalise wys ook by **konstruk K2 (Verbeterde probleemoplossingsvaardighede)** twee komponente uit. Die patroonmatriks van die komponente van hierdie konstruk word in tabel 5.14 getoon.

Tabel 5.14 Patroonmatriks vir konstruk K2 (Verbeterde probleemoplossingsvaardighede)

Itemnr.	Komponent	
	1	2
4	0.78	
3	0.78	
9	0.71	
14	0.66	
23		0.91
30		0.88

Binne die konteks van kennisproduktiwiteit hou verbeterde probleemoplossingsvaardighede verband met die leerder se vermoë om in samewerking met 'n ander leerder 'n oplossing te beplan, verskillende probleemoplossingstrategieë toe te pas, die oplossingsproses te monitor en die oplossingsproses en -produk te evalueer (sien 2.4.8). Items 3, 4, 9 en 14 (komponent 1 in tabel 5.16) van hierdie konstruk dui op **beplanning en monitering van die**

oplossingsproses (Beplanning en monitering), terwyl items 23 en 30 (komponent 2 in tabel 5.14) van die konstruk verband hou met die **evaluering van produk en proses (Evaluering)**.

Tabel 5.15 toon die korrelasiewaardes vir die komponente van konstruk K2 (Verbeterde probleemoplossingsvaardighede). Hieruit word afgelei dat komponent 2 (Evaluering) 'n medium verwantskap met komponent 1 (Beplanning en monitering) het (korrelasiewaarde = 0.29), wat daarop dui dat daar in die praktyk 'n sigbare verband tussen leerders se beplanning en monitering van die oplosproses en hulle evaluering van produk en proses is.

Tabel 5.15 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K2 (Verbeterde probleemoplossingsvaardighede)

Komponent	Beplanning en monitering	Evaluering
Beplanning en monitering	1.00	0.29
Evaluering	0.29	1.00

Ook by **konstruk K3 (Perspektiefverandering)** wys die faktoranalise twee komponente uit. Tabel 5.16 gee die patroonmatriks van die komponente van hierdie konstruk.

Tabel 5.16 Patroonmatriks vir konstruk K3 (Perspektiefverandering)

Itemnr.	Komponent	
	1	2
10	0.85	
27	0.83	
11	0.77	
25	0.76	
21	0.61	0.37
16		0.90
13		0.77

Een van die kriteria vir die meting van kennisproduktiwiteit is die konseptuele verandering van die leerder se perspektief tydens probleemoplossing in 'n samewerkende konteks, soos paarprogrammering. Hierdie kriterium hou verband met die mate waartoe die leerder ontvanklik is vir ander groeplede se standpunte en menings wat aanvaarbaar en relevant met betrekking tot die probleem is, en sy/haar bereidheid om sy/haar eie perspektiewe te verander ten einde die beste moontlike oplossing vir 'n probleem te kry (sien 2.4.8). Items 10, 11, 21, 25 en 27 (komponent 1 in tabel 5.16) het 'n gemeenskaplike tema wat te make het met die leerder se **ontvanklikheid vir ander groeplede se standpunte en menings (Ontvanklkheid)**, terwyl items 13, 16 en 21 (komponent 2 in tabel 5.16) van die konstruk 'n gemeenskaplike tema het wat verband hou met die leerder se **bereidheid om sy/haar eie perspektiewe te verander**

(Bereidheid). Item 21 ("Dit was vir my waardevol om na my maat se bydraes te luister") hou in 'n groter mate verband met die tema van komponent 1 (Ontvanklikheid) (faktorlading = 0.61) as met die tema van komponent 2 (Bereidheid) (faktorlading = 0.37).

Tabel 5.17 gee die korrelasiewaardes vir die komponente van konstruk K3 (Perspektiefverandering). Die korrelasiewaarde van 0.35 dui op 'n groot verwantskap tussen komponent 1 (Ontvanklikheid) en komponent 2 (Bereidheid) van die konstruk. Dié verwantskap beteken dat daar in die praktyk 'n belangrike verband is tussen leerders se ontvanklikheid vir ander groeplede se standpunte en menings en hulle bereidheid om sy/haar eie perspektiewe te verander.

Tabel 5.17 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K3 (Perspektiefverandering)

Komponent	Ontvanklikheid	Bereidheid
Ontvanklikheid	1.00	0.35
Bereidheid	0.35	1.00

Laastens wys die faktoranalise ook by **konstruk K4 (Verbintenis tot samewerking)** twee komponente uit, waarvan die patroonmatriks in tabel 5.18 gegee word.

Tabel 5.18 Patroonmatriks vir konstruk K4 (Verbintenis tot samewerking)

Itemnr.	Komponent	
	1	2
15	0.75	
8	0.71	
17	0.69	-0.39
18	0.66	
29	0.61	0.37
2	0.58	
5		0.88

Met betrekking tot kennisproduktiwiteit het verbintenis tot samewerking te make met die leerder se bereidheid om aktief betrokke te wees by die groepaktiwiteite, sy/haar sosiale uitruiling van idees en kennis, sowel as sy/haar interaksie met ander groeplede (sien 2.4.8). Met uitsondering van item 5 ("Ek weerhou my daarvan om my eie idees te sterk uit te spreek") het al die ander items in hierdie konstruk (komponent 1 in tabel 5.18) 'n gemeenskaplike tema wat te make het met **aktiewe uitruil en deel van idees en kennis (Kennisdeling)**. Die tweede tema wat hier na vore kom (komponent 2 in tabel 5.18) het te doen met **interaksie tussen die groeplede (Interaksie)**. Item 5 ("Ek weerhou my daarvan om my idees te sterk uit te spreek") (faktorlading = 0.88) dui sterk op die manier waarop interaksie met ander groeplede plaasvind.

Die korrelasiewaardes vir die komponente van konstruk K4 (Verbintenis tot samewerking), soos gegee in tabel 5.19, dui op 'n onbeduidend klein verband wat komponent 2 (Interaksie) met komponent 1 (Kennisdeling) van hierdie konstruk het (komponentkorrelasiewaarde = 0.05).

Tabel 5.19 Komponentkorrelasiematriks vir konstruk K4 (Verbintenis tot samewerking)

Komponent	Kennisdeling	Interaksie
Kennisdeling	1.00	0.05
Interaksie	0.05	1.00

5.2.1.1.4 Vergelyking tussen eksperimentele groep en kontrolegroep op tydstip1

Om die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit in toets 1 te bepaal, is 'n onafhanklike t-toets gedoen. Die gemiddeldes en standaardafwykings is vir elk van die konstrukte van die twee vraelyste vir die eksperimentele groep en die kontrolegroep afsonderlik bereken. Die p-waardes is bereken en word gerapporteer, maar word nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Daar word slegs van effekgroottes gebruik gemaak ten einde die verskille te bepaal (Cohen, 1988:20). Bespreking van die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep word ook ten opsigte van gemiddeldes gedoen.

- **Effekgroottes per konstruk**

Die berekende d-waardes (effekgroottes) vir elk van die konstrukte van die twee vraelyste in toets 1, word in tabel 5.20 weergegee.

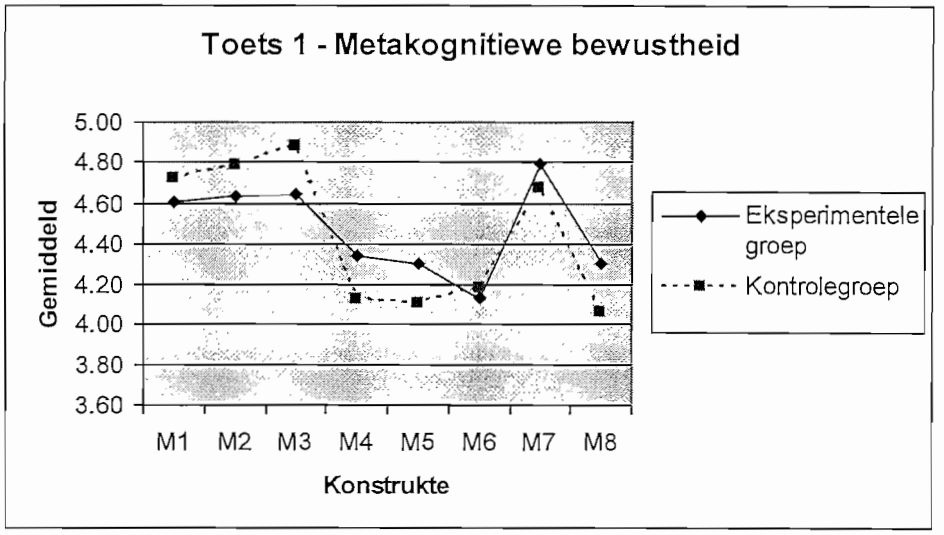
Tabel 5.20 Effekgroottes vir konstrukte in toets 1

Konstruk	Eksperimentele groep		Kontrolegroep		t-waarde	df	p	Effekgrootte
	Gemiddeld	Standaard-afwyking	Gemiddeld	Standaard-afwyking				
M1	4.61	0.91	4.71	0.87	-0.51	69	0.61	0.12
M2	4.63	0.84	4.79	0.91	-0.74	69	0.46	0.17
M3	4.64	0.89	4.87	0.87	-1.12	69	0.27	0.26
M4	4.34	0.91	4.12	1.15	0.89	69	0.38	0.19
M5	4.30	0.87	4.11	0.84	0.93	69	0.35	0.22
M6	4.13	0.90	4.18	1.06	-0.21	69	0.84	0.05
M7	4.79	0.85	4.67	0.90	0.58	69	0.56	0.13
M8	4.31	0.99	4.06	1.01	1.03	69	0.31	0.24
K1	3.11	0.45	3.22	0.56	-0.89	69	0.37	0.19
K2	2.93	0.50	3.10	0.57	-1.32	69	0.19	0.29
K3	3.15	0.59	3.18	0.75	-0.13	69	0.89	0.03
K4	3.07	0.47	3.04	0.59	0.22	69	0.83	0.05
K5	3.15	0.66	3.29	0.81	-0.78	69	0.44	0.17

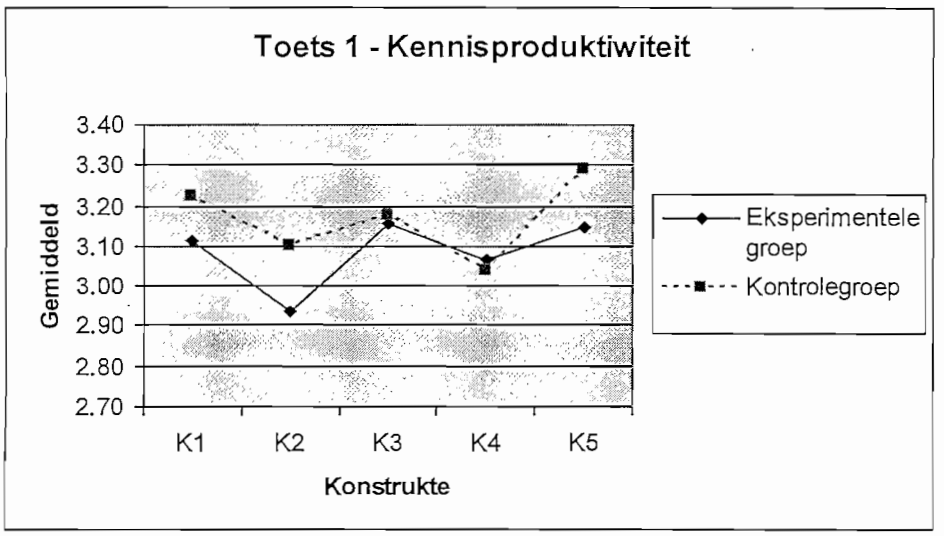
Die d-waardes vir al die konstrukte van die twee vraelyste dui daarop dat daar nie prakties betekenisvolle verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep in toets 1 ten opsigte van die onderskeie konstrukte is nie (sien 4.3.4.1.3).

- **Gemiddeldes per konstruk per groep**

Om verder ondersoek in te stel na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep wat betref metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit tydens die voor-eksperimentele evaluering (toets 1), word die berekende gemiddeld per konstruk per groep vir toets 1 (sien tabel 5.20) grafies in figuur 5.1 en figuur 5.2 uitgebeeld. Figuur 5.1 stel die gemiddeldes van die konstrukte van die vraelys rakende kennisproduktiwiteit vir die eksperimentele groep en die kontrolegroep onderskeidelik voor, terwyl figuur 5.2 die gemiddeldes van die konstrukte van die vraelys rakende metakognitiewe bewustheid vir die twee groepe onderskeidelik voorstel.



Figuur 5.1 Gemiddeldes van konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 1



Figuur 5.2 Gemiddeldes van konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 1

In figure 5.1 en 5.2 kan gesien word dat daar in toets 1 nie 'n beduidende verskil tussen die twee groepe ten opsigte van kennisproduktiwiteit of metakognitiewe bewustheid is nie. In sommige van die konstrukte is die gemiddeldes vir die eksperimentele groep hoër as die gemiddeldes vir die kontrolegroep (bv. K4, M4, M5, M7 en M8), en vir die ander konstrukte (bv. K1, K2, K5, M1, M2 en M3) is dit andersom. Daar kan egter opgemerk word dat die eksperimentele groep in die meerderheid van die konstrukte (agt uit dertien) laer gemiddelde waardes toon as die kontrolegroep.

5.2.1.1.5 Meerveranderlike statistiek

Om te bepaal of daar aan die begin van die ondersoek (op tydstip1) verskille was tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep is Wilks se lambda-toets gedoen en die effekgroottes bereken (sien 4.3.4.1.3). Die resultate van die toets word in tabel 5.21 gegee.

Tabel 5.21 Wilks se lambda-waarde op tydstip 1

	Λ-waarde	Effek-grootte	f	Vryheids-grade	Vryheidsgrade van fout	p
Eksperimentele/Kontrolegroep	0.73	-	1.42	13	50	0.18

Alhoewel die p-waardes nie in hierdie studie geïnterpreteer word nie, omdat die deelnemers nie ewekansig gekies is nie, dui dit op tydstip 1 daarop dat daar nie 'n statisties betekenisvolle verskil tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep is nie ($p > 0.05$). Gevolglik is die effekgrootte, wat 'n moontlike prakties betekenisvolle verskil tussen die groepe kon aandui, nie bereken nie. Dit kan dus aanvaar word dat die twee groepe nie verskil het op tydstip 1 van hierdie studie nie.

5.2.1.2 Kwalitatiewe data-analise

Die resultate van die ontleding van die individuele onderhoude wat op tydstip 1 gevoer is, soos in 4.3.4.2.1 beskryf, word vervolgens gerapporteer op grond van elk van die *a priori*-kodes (sien 4.3.4.2) wat vir die konstrukte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit gebruik is. Met die kodering is daar spesifiek gelet op frases of sinne in die onderhoude wat ooreenstem met items wat in die vraelyste oor metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit onder die betrokke konstrukte saamgegroepeer is (sien bylaag F en bylaag H). In die bespreking word die konstrukte wat ondersoek is *kursief* gedruk, terwyl aanhalings uit die individuele onderhoude met die deelnemers aangedui word deur dit in aanhalingstekens te druk. Opvolgvrae wat die navorser gevra het word in vierkantige hakies aangedui. In gevalle waar dit, ter wille van verstaanbaarheid, nodig kan wees, het die navorser 'n woord/woorde in die aanhalings ingevoeg deur dit in ronde hakies te tik.

5.2.1.2.1 Metakognitiewe bewustheid

Al die deelnemers uit beide die kontrolegroep en die eksperimentele groep het in hul individuele onderhoude aangedui dat hul wel *beplanning* van die oplossing van 'n rekenaarprobleem in die pre-koderingsfase doen. Sommige deelnemers uit beide groepe het ook melding gemaak van die *strategieë om inligting te bestuur* wat hul tydens die beplanningsfase aanwend. Uit die

onderhoude het dit egter duidelik geword dat die mate waartoe en gehalte van *beplanning* en aanwending van *strategieë om inligting te bestuur* wat deur die deelnemers in die eksperimentele groep gedoen word, hoër is as wat in die kontrolegroep gedoen word. Deelnemers uit die eksperimentele groep se *beplanning* behels hoofsaaklik sorgvuldige deurlees van die probleemvraag en besinning oor verskillende maniere om die probleem op te los en dan die beste een te kies, byvoorbeeld:

- "Ons het die probleem deurgelees, en toe het ons oor moontlike oplossings gepraat, dit opgeweeg, en begin."
- "Ons het die probleem neergeskryf en gekyk wat is vinnige maniere om dit reg te kry."

Van hierdie deelnemers het ook spesifieke strategieë aangedui wat hulle gebruik om die oplossing te beplan en die inligting te bestuur:

- "... soos dat ek die hele storie moet uitskryf wat die program moet doen en wat wil ek hê moet hy moet doen."
- "We worked out a mind map. We decided how to solve the problem before we started."

Met die uitsondering van een deelnemer uit die kontrolegroep wat ook aangedui het dat hy/sy en sy/haar programmeringsmaat verskillende oplossings oorweeg het en dan die beste een gekies het –

- "Ons het eers gaan kyk na wat is die probleem, om te kyk wat sal die beste manier wees om dit stap vir stap op te los. Ons het maar elke keer die beste opsie gevat." –

was die *beplanning* van die kontrolegroep beperk tot deurlees van die probleem en te probeer doen wat hulle al vantevore gedoen het. Voorbeelde van aanhalings wat hierdie werkswyse reflekteer is:

- "Ons het dit (die probleemvraag) saam gelees. [En toe?] Toe het ons begin tik"
- "Ek het net gedink hoe het ek dit al gedoen, voor die tyd, en dit toe net dieselfde probeer doen."
- "Ons het saam die vraag gelees, gesê wat ons wil hê moet gebeur. [Het jy meer as een idee gehad?] Ek het net een gehad."

Uit die individuele onderhoude het dit dus duidelik geword dat die deelnemers uit die eksperimentele groep tot 'n groter mate beplan en bewustelik verskillende strategieë oorweeg in die oplossing van die probleem as wat afgelei kan word uit die individuele onderhoude met die deelnemers uit die kontrolegroep. Dieselfde tendens word gevind as tabel 5.20 en figuur 5.1 beskou word ten opsigte van *beplanning* (konstruk M4) en *strategieë om inligting te bestuur* (konstruk M5).

Die volgende twee aspekte van metakognitiewe bestuur waarna in die individuele onderhoude opgelet is, is *monitering* en *ontfoutingstrategieë*. Van die deelnemers uit die kontrolegroep se reaksies het 'n groter mate van *monitering* getoon deurdat hulle tydens die koderingsfase aandag gegee het aan die bereiking van hul doelwitte deur vooruit te dink, verskillende opsies te oorweeg en oor die bruikbaarheid van strategieë te besin:

- "Ek het maar elke keer gedink aan die volgende stap, wat kan ons nou doen. Dan elke keer, dan bespreek ons dit, dan dink ons wat ons gaan doen."
- "Soos wat ons aangaan, het ons gekyk hoe kan ons dit beter of dit korter maak... ons het heeltyd die beste oplossing probeer kry."
- "Halfpaddeur kom jy agter daar is 'n korter manier om dit te doen. Dan gaan ons terug en maak dit korter."

In beide groepe blyk dit dat *ontfoutingstrategieë* hoofsaaklik berus het op probeer-en-trefmetodes soos

- "En as ons sien daar is foute, dan kyk ons waar die foute is, dan haal ons die goed uit, of sit goed terug."
- "As jy die program 'run', dan wys hulle vir jou die foute. Dan het ons verskillende goed probeer."

of om die onderwyser om hulp te vra, byvoorbeeld

- "Dit het toe bietjie verkeerd geloop en toe vra ons gou weer hulp vir die meneer."
- "[When you find a stage where the program doesn't do what you want it to do, what do you do then?] I call the teacher."

Vergelyking van die resultate van die individuele onderhoude met betrekking tot *monitering* (konstruk M6) en *ontfoutingstrategieë* (konstruk M7) met die grafiese voorstelling van die gemiddeldes wat in die vraelys bereken is (sien tabel 5.20 en figuur 5.1), dui in beide gevalle op 'n onbeduidende verskil ten opsigte van hierdie twee konstrukte tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep.

Die *evaluering* wat in die post-koderingsfase gedoen word, blyk in die geval van die deelnemers uit beide die groepe bloot te wees om foute wat in die program voorkom te probeer regmaak sodat dit werk en 'n afvoer gee. Slegs een deelnemer uit die eksperimentele groep het meer gedoen, soos blyk uit sy/haar opmerking in dié verband:

- "Dan voer ons hom uit en kyk of hy reg werk, en of daar ander goed is wat kan bykom om dit te verbeter, dan sit ons dit by."

Uit die individuele onderhoude van al die ander deelnemers was dit duidelik dat daar geen evaluering was van die proses, die mate waartoe die doelwitte bereik is, die moontlikheid van ander opsies of die leer wat gedurende die oplosproses plaasgevind het nie. Voorbeelde van deelnemers se antwoorde op die vraag: "Wat het jy en jou programmeringsmaat gedoen,

gedink en/of vir mekaar gesê nadat julle die opdrag voltooi het?" (sien vraag 3 van bylaag I) toon duidelik 'n gebrek aan evaluering van die proses en die produk:

- "[Toe julle klaar was, was julle tevrede met die produk?] Ja. [Julle het nie gekyk of daar 'n beter manier is om dit te doen nie?] Nee, ons het maar ons foute reggemaak. Ons het dit 'n paar keer getoets en elke keer die foute reggemaak."
- "Ons 'print'. [Goed, wat nog. Gaan jy weer deur die program?] Nee."
- "Ons 'run' dit. [Julle 'run' die program, en as daar dan geen foute is nie?] Dan los ons hom net so."
- "We ran it, so it was working. So we did nothing further."

Hierdie resultate van die individuele onderhoude met betrekking tot *evaluering* ná kodering van 'n rekenaarprogram om 'n probleem op te los is moeilik vergelykbaar met die resultate van die kwantitatiewe ondersoek (konstruk M8 in tabel 5.20 en figuur 5.1) aangesien daar nie 'n duidelike verskil tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep is nie. Een aspek wat egter duidelik in albei groepe na vore kom, is die feit dat die *evaluering* (konstruk M8) baie minder aandag geniet as die aanwending van *ontfoutingstrategieë* (konstruk M7). Dieselfde tendens is veral duidelik in die gemiddeldes wat in die kwantitatiewe ondersoek bereken is (sien tabel 5.20 en figuur 5.1).

5.2.1.2.2 Kennisproduktiwiteit

Ten opsigte van *verbeterde kenniskonstruksie* (wat onder andere daarmee te doen het dat 'n leerder wat met 'n ander saamwerk 'n probleem beter verstaan nadat dit in die paar bespreek is, die bespreking van 'n probleem sinvol gevind het en van mening is dat die bespreking tot nuwe insigte gelei het) (sien groepering van items in bylaag H), het slegs een deelnemer uit die eksperimentele groep negatief gereageer:

- "Nee. [So dit was nie vir jou noodwendig beter om met iemand te praat nie?] Nie eintlik nie."

Al die ander deelnemers uit beide groepe het bogemiddeld positief gereageer en telkens ook gemotiveer hoekom dit hul menings is. Voorbeelde van deelnemers se menings sluit in:

- "Dis nodig dat ons praat, want dan verstaan elkeen waaroor die probleem gaan."
- "Ek dink so, want sodra jy saampraat orden dit klaar in jou kop, en sodra mens dit saam doen, dan orden mens dit saam."
- "Ja, ek het by hom geleer wat ek nie geweet het nie. So dit was vir my sinvol."
- "Ja, ek het dit beter verstaan. [Kan jy vir my sê hoekom?] Daar is op baie maniere daarna gekyk. Ek het altyd net een manier wat ek self sou gebruik, hy het 'n paar vir my gewys wat op ander maniere werk."

Die tendens dat deelnemers uit beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep bogemiddeld positief gereageer het ten opsigte van die aspekte van *verbeterde kenniskonstruksie* (konstruk K1) stem ooreen met die hoë gemiddeldes vir hierdie konstruk in die kwantitatiewe ondersoek (sien tabel 5.20 en figuur 5.2). Anders as in die kwantitatiewe ondersoek, waar die kontrolegroep 'n hoër gemiddeld as die eksperimentele groep behaal het (sien tabel 5.20 en figuur 5.2) is dit uit die individuele onderhoude moeilik om te bepaal watter een van die groepe oor die algemeen 'n meer positiewe mening oor die *verbeterde kenniskonstruksie* wat gedurende die paarprogrammeringstaak voor toets 1 plaasgevind het, gehad het.

Die vraag wat in die individuele onderhoude gebruik is om 'n idee te kon kry van die deelnemers se *probleemoplossingsvaardighede* (sien vraag 5 van bylaag I) was daarop gerig om te bepaal of die deelnemer 'n positiewe bydrae tot die oplossing van die probleem kon lewer, alternatiewe oplossings kon voorstel en hulself daarvan vergewis het dat die beste moontlike oplossingsproses gevolg is (sien bylaag H). Die vraag is deur sommige deelnemers (uit beide groepe) direk beantwoord, maar die antwoorde van die res van die deelnemers was oor die algemeen vaag en dit was duidelik dat hierdie deelnemers nie oor spesifieke probleemoplossingsvaardighede beskik het nie of dit nie kon verwoord nie. Die deelnemers wat duidelik gereageer het, het as volg geantwoord:

- "Nee. (Kon nie 'n oplossing vir die probleem voorstel nie)"
- "Dit was my oplossing."
- "Ja, ek het twee oplossings gehad, en die een het natuurlik nie gewerk nie."
- "Yes. [Was it the best possible solution?] That was the only one I had."

Voorbeelde van die ander antwoorde op hierdie vraag sluit in:

- "Nee, ons gaan maar so stuk vir stuk aan."
- "[Wie het daardie oplossings voorsien?] Ons altwee. Dit het van altwee kante af gekom. [Wie het finale oplossing gegee?] Sy het basies."
- "Ek weet nie of dit die beste een is nie."
- "Nee nie eintlik regtig nie, ek het net eintlik probeer uitdink hoe moet die program eers werk."

Die minder sterk uitsprake ten opsigte van probleemoplossingsvaardighede wat by beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep in die individuele onderhoude bespeur is, weerspieël die tendens wat in tabel 5.20 en figuur 5.2 ten opsigte van *verbeterde probleemoplossingsvaardighede* (konstruk K2) waargeneem is.

Net soos daar in tabel 5.20 en figuur 5.2 'n onbeduidende verskil tussen die gemiddeldes vir die derde konstruk van kennisproduktiwiteit, naamlik *konseptuele verandering van individuele perspektiewe* (konstruk K3) gevind is, kon daar nie gedurende die individuele onderhoude 'n verskil tussen die deelnemers van die twee groepe ten opsigte hiervan gevind word nie. Die deelnemers se houding was oor die algemeen een van 'n bereidheid om na die programmeringsmaat se bydraes te luister, dit te oordink, daaroor te redeneer en dan hulle eie idees te verander as die maat hom/haar kon oortuig, byvoorbeeld:

- "Ek dink ons het een keer (verskil), maar ons het dit vinnig uit gesorteer, en die beste opsie toe gebruik. Ons het toe elkeen ons eie idees gegee om dit op te los, en die beste een gevat. Dis OK, as dit (die oplossing) 'n beter een is, dan werk dit vir my." (deelnemer uit die kontrolegroep)
- "Ek dink net oor die saak, en as dit 'n langer metode is, dan sal ek net vir hom wys wat is die korter metode, en as hy saam met my stem, gebruik ons die kort metode, anders dan sy metode." (deelnemer uit die eksperimentele groep)

Ten opsigte van die deelnemers se *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* (konstruk K4 in tabel 5.20 en figuur 5.2) het die individuele onderhoude ook getoon dat die twee groepe ongeveer dieselfde is wat hierdie aspek betref. In beide groepe het die deelnemers sterk gevoel oor goeie interaktiewe kommunikasie en dat hulle en hul programmeringsmaats die probleem en die oplossingsproses ewe goed moet verstaan. Die redes wat hiervoor aangevoer is, het meestal daarmee te make gehad dat dit hul assesseringspunte kon beïnvloed as albei nie ewe goed verstaan nie. Daarteenoor was daar in beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep deelnemers wat van mening was dat hul maats se prestasie ook hulle verantwoordelikheid was, terwyl ander van mening is dat dit nié hulle verantwoordelikheid is nie, maar dat elke individu uiteindelik self verantwoordelik was vir sy/haar eie prestasie. Voorbeelde van segmente wat hierdie standpunte reflekteer, is:

- "Ja, verseker, baie belangrik. Anders, sê nou maar jy skryf toets, dan verstaan jy nie baie goed nie, dan kry jy 'n swak punt. Waar die ander maat baie goed verstaan, moet julle saam kommunikeer, saam die probleem mooi te verstaan. [Is jou maat se prestasie jou verantwoordelikheid?] Ek dink so, want ons het as 'n span saamgewerk, waar ons mekaar moes help."
- "Ek dink ons moet dit ewe goed verstaan, maar op 'n stadium is dit nie my verantwoordelikheid nie. Hoe hy doen, hoe ek doen, as ons saamwerk, is ons al twee se verantwoordelikheid, maar elkeen apart is hy nie my verantwoordelikheid nie. Nee, elkeen vir homself. Jy moet punte kry vir jouself en dat julle saamgewerk het."
- "Ja, want ons moet al twee die kennis dra. Dit help nie ek sê vir hom en hy verstaan niks wat ek vir hom sê hy moet doen nie. (Praat as navigator) [Is dit jou

verantwoordelikheid?] Nee, nie eintlik nie."

Die vyfde, en laaste, aspek van kennisproduktiwiteit het te make met die deelnemer se *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses*. Op die vraag ten opsigte van hierdie aspek wat gedurende die individuele onderhoude aan die deelnemers gevra is (sien vraag 8 van bylaag I) moes deelnemers hulle mening gee oor wat hulle in die oplossingsproses geleer het aangaande die beplanning van die probleem, die oplossingsproses en die interaksie met hul maats wat hulle in toekomstige soortgelyke situasies sou kon toepas. In beide groepe was die meerderheid deelnemers van mening dat dit wat hulle gedurende die interaksie oor kommunikasie geleer het vir hulle van die grootste waarde was en dat dit iets was wat hulle in die toekoms sou kon toepas, byvoorbeeld:

- "Ja, die kommunikasie goed, ek het baie by hom geleer. Waar ek dalk gegaan het met 'n 'mindset' van ek kan nie by hom leer nie, het ek op die ou end by hom geleer."
- "Ek dink as jy met ander mense kommunikeer en hulle help jou ook nou reg, dan gaan dit vir my makliker wees om eendag na iemand toe te gaan en te vra dat hulle my help met iets."
- "Mens is maar bang as jy die persoon nie ken nie, dan kommunikeer jy nie so maklik nie, dit help eintlik vir buitekant, soos as jy in die openbaar uitgaan, dat jy maklik met mense kan begin praat wat jy nie ken nie."

Nie een van die deelnemers uit enige van die twee groepe, het 'n aanduiding gegee dat hulle iets aangaande die beplanning van die oplossing geleer het wat hulle weer sal kan toepas nie, maar daar was enkeles wat aangedui het dat hulle strategieë om die probleem op te los geleer het wat hulle in toekomstige soortgelyke probleme sal kan toepas, byvoorbeeld:

- "Die goed wat ek geleer het, kan dalk beter werk as wat ek sou gedoen het."
- "Ek het oor die spesifieke program geleer. Ek het altyd nie van daardie metodes geken nie, maar nou kan ek dit gebruik."

Betreffende die aspek van *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses* (konstruk K5) kon daar nie uit die individuele onderhoude afgelei word dat die deelnemers uit die een groep tot 'n groter mate hiertoe verbind was as die deelnemers uit die ander groep nie. Die resultate van die individuele onderhoude toon dus nie 'n verskil ten opsigte van hierdie konstruk tussen die kontrolegroep en die eksperimentele groep nie, net soos dit die geval was met die kwantitatiewe ondersoek (sien tabel 5.20).

Opsommend kan die gevolgtrekking gemaak word dat die resultate van die individuele onderhoude met die geselekteerde deelnemers uit beide die eksperimentele groep en die

kontrolegroep grootliks ooreenstem met die resultate van die twee vraelyste op tydstip 1. Alhoewel daar enkele konstrukte is waarin dit moeilik of onmoontlik is om die vergelyking te tref (*verklarende kennis, voorwaardelike kennis, verbeterde kenniskonstruksie* en *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses*) blyk dit dat die resultate van die individuele onderhoude die resultate van die vraelyste onderskryf en verklaar.

5.2.2 Toets 2

5.2.2.1 Kwantitatiewe data-analise

5.2.2.1.1 Onafhanklike t-toets

'n Onafhanklike t-toets is ook in toets 2 gedoen om die verskille tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep ten opsigte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit te bepaal. Net soos in die geval van toets 1 is die p-waardes bereken en word dit gerapporteer, maar nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Effekgroottes word weereens gebruik om die verskille tussen die eksperimentele groep en kontrolegroep te bepaal.

- **Effekgroottes per konstruk**

Die berekende d-waardes vir elk van die konstrukte van die twee vraelyste in toets 2, word in tabel 5.22 weergegee.

Tabel 5.22 Effekgroottes vir konstrukte in toets 2

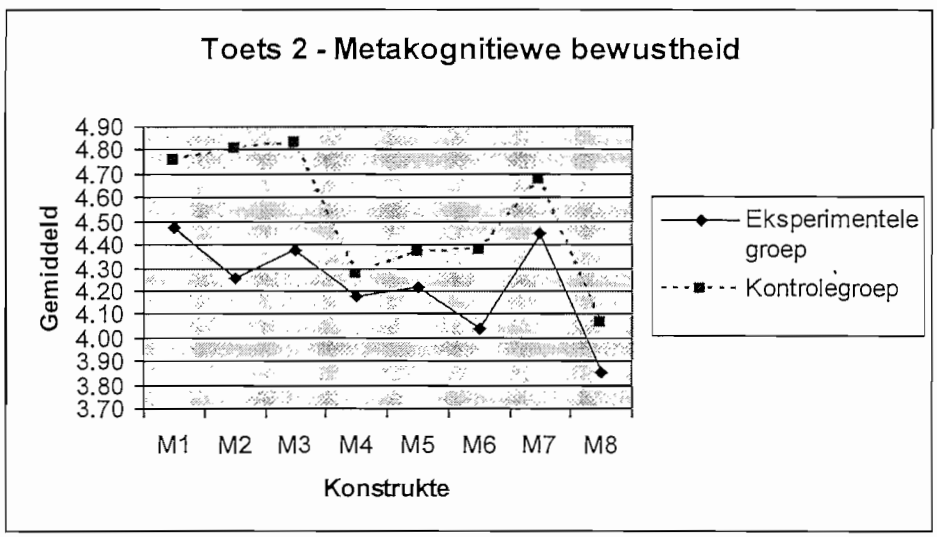
Konstruk	Eksperimentele groep		Kontrolegroep		t-waarde	df	P (grade van vryheid)	Effekgrootte
	Gemiddeld	Standaard-afwyking	Gemiddeld	Standaard-afwyking				
M1	4.47	0.92	4.76	0.77	-1.41	68	0.16	0.31
M2	4.26	1.01	4.80	0.86	-2.43	68	0.02	**0.54
M3	4.38	0.93	4.83	0.73	-2.26	68	0.03	**0.48
M4	4.17	1.07	4.27	1.05	-0.39	68	0.70	0.09
M5	4.21	1.01	4.37	0.83	-0.71	68	0.48	0.15
M6	4.04	1.01	4.38	0.80	-1.55	68	0.13	0.33
M7	4.45	0.84	4.67	0.86	-1.07	68	0.29	0.25
M8	3.85	1.34	4.06	0.97	-0.74	68	0.46	0.15
K1	3.17	0.51	3.15	0.55	0.133	68	0.90	0.03
K2	2.83	0.65	3.08	0.48	-1.88	68	0.06	**0.39
K3	3.16	0.59	3.29	0.53	-1.00	68	0.32	0.23
K4	2.92	0.59	3.08	0.51	-1.21	68	0.23	0.27
K5	3.03	0.78	3.13	0.66	-0.58	68	0.56	0.13

* Klein effekgrootte
** Medium effekgrootte
*** Groot effekgrootte, d.i. 'n prakties betekenisvolle verskil

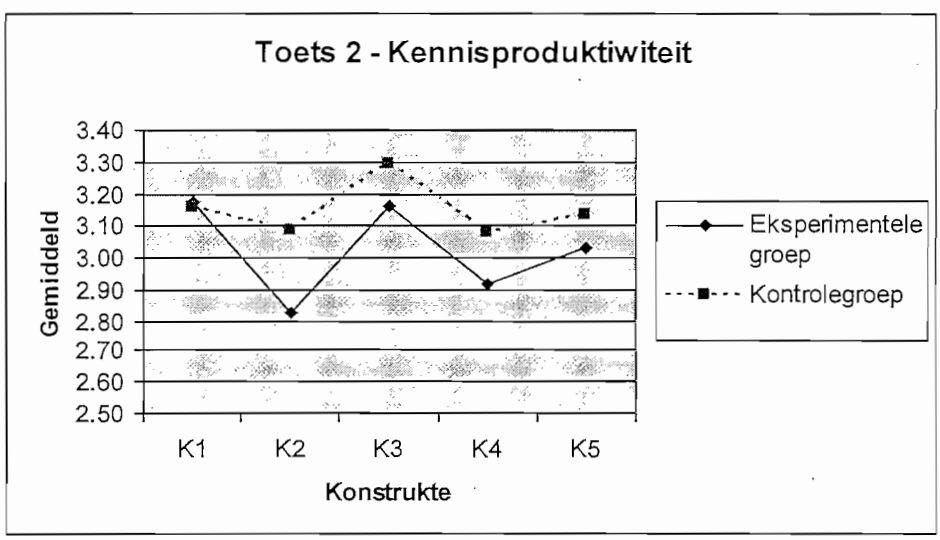
Die d-waardes in tabel 5.22 toon weer onbeduidende of klein verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep vir die meerderheid van die konstrukte van die twee vraelyste in toets 2. Die uitsonderings is die medium effekgrootte (met ** aangedui) by konstrukte M2 (Prosedurele kennis) (d = 0.54), M3 (Voorwaardelike kennis) (d = 0.48) en konstruk K2 (Verbeterde probleemoplossingsvaardighede) (d = 0.39), maar dit is nie prakties betekenisvolle verskille nie. Alhoewel die leerders in die tydperk tussen toets 1 en toets 2 wel in pare geprogrammeer het, was daar geen intervensie met betrekking tot 'n metakogitiewe benadering tydens die paarprogrammering nie. Wat voorts opval, is dat dit telkens die gemiddelde waardes van die betrokke konstrukte van die eksperimentele groep is wat tussen toets 1 en toets 2 verlaag het, terwyl die ooreenstemmende gemiddelde waardes van die kontrolegroep konstant gebly het. In toets 1 is die gemiddeldes van die konstrukte M2, M3 en K2 vir die eksperimentele groep onderskeidelik 4.63, 4.64 en 2.93, wat dan in toets 2 respektiewelik na 4.26, 4.38 en 2.83 verlaag. Daarteenoor is die gemiddeldes van die konstrukte M2, M3 en K2 vir die kontrolegroep in toets 1 onderskeidelik 4.79, 4.87 en 3.10, wat in toets 2 min of meer dieselfde bly met 4.80, 4.83 en 3.08 respektiewelik.

- **Gemiddeldes per konstruk per groep**

Om verder ondersoek in te stel na die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit tydens toets 2, word die berekende gemiddeld per konstruk per groep vir toets 2 (sien tabel 5.22) in figuur 5.3 en figuur 5.4 grafies uitgebeeld. Figuur 5.3 stel die gemiddeldes van die konstrukte van die vraelys rakende kennisproduktiwiteit vir die eksperimentele groep en die kontrolegroep onderskeidelik voor, terwyl figuur 5.4 die gemiddeldes van die konstrukte van die vraelys rakende metakognitiewe bewustheid vir die twee groepe onderskeidelik voorstel.



Figuur 5.3 Gemiddeldes van konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 2



Figuur 5.4 Gemiddeldes van konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 2

Met inagneming van die opmerking hierbo by die effekgroottes rakende verlaging in gemiddelde waardes van konstrukte M2, M3 en K2 vir die eksperimentele groep tussen toets 1 en toets 2, is dit uit figuur 5.3 en figuur 5.4 duidelik dat al die gemiddelde waardes rakende beide metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit, met uitsondering van konstruk K1, in toets 2 vir die eksperimentele groep laer is as vir die kontrolegroep.

5.2.2.1.2 Verskil tussen toets1 en toets 2 vir totale populasie

Tabel 5.23 toon die gemiddeldes per konstruk wat vir die totale populasie in toets 2 bepaal is. Hierdie gemiddeldes vir toets 2 word saam met die ooreenstemmende gemiddeldes vir toets 1 (sien tabel 5.3) beskou om te kyk of die paarprogrammering wat tussen toets 1 en toets 2 gedoen is, 'n effek gehad het op die metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit van die groep as geheel.

Tabel 5.23 Effekgroottes vir konstrukte in toets 1 en toets 2 vir totale populasie

Konstruk	Toets 1			Toets 2			Effek-grootte
	N	Gemiddeld	Standaard-afwyking	N	Gemiddeld	Standaard-afwyking	
M1	71	4.66	0.89	70	4.62	0.85	0.05
M2	71	4.71	0.87	70	4.54	0.97	***0.18**
M3	71	4.76	0.88	70	4.61	0.86	***0.17**
M4	71	4.23	1.03	70	4.22	1.05	0.01
M5	71	4.21	0.85	70	4.29	0.92	0.10
M6	71	4.15	0.98	70	4.22	0.92	0.06
M7	71	4.73	0.87	70	4.57	0.86	***0.19**
M8	71	4.19	1.00	70	3.96	1.16	***0.19**
K1	71	3.17	0.50	70	3.16	0.53	0.01
K2	71	3.02	0.54	70	2.96	0.58	0.10
K3	71	3.16	0.67	70	3.23	0.56	0.09
K4	71	3.05	0.53	70	3.00	0.55	0.10
K5	71	3.22	0.74	70	3.08	0.71	***0.18**

* Klein effekgrootte
** Medium effekgrootte
*** Groot effekgrootte, d.i. 'n prakties betekenisvolle verskil

Die berekende effekgroottes in tabel 5.23 toon klein effekgroottes vir sommige van die konstrukte van die twee vraelyste vir die totale populasie (met * aangedui by konstrukte M2, M3, M7, M8 en K5 waar $d \approx 0.2$) tussen toets 1 en toets 2. Daar is dus vir die totale populasie geen prakties betekenisvolle verskille tussen toets 1 en toets 2 nie.

5.2.2.1.3 Meerveranderlike statistiek

Om te bepaal of daar op tydstip 2 (net voor die intervensie) verskille was tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep is Wilks se lambda-toets weereens gedoen en die effekgroottes bereken (sien 4.3.4.1.3). Die resultate van die toets op tydstip 2 word in tabel 5.24 gegee.

Tabel 5.24 Wilks se lambda-waarde op tydstip 2

	Λ-waarde	Effek-groottes	f	Vryheids-grade	Vryheidsgrade van fout	p
Eksperimentele/Kontrolegroep	0.70	-	1.64	13	50	0.10

Net soos op tydstip 1 is daar op tydstip 2 nie 'n statisties betekenisvolle verskil tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep nie ($p > 0.05$). Gevolglik is die effekgrootte, wat 'n moontlik prakties betekenisvolle verskil tussen die groepe kon aandui, weereens nie bereken nie. Daar kan dus nie afgelei word of daar 'n prakties betekenisvolle verskil tussen die twee groepe is nie.

5.2.2.2 Kwalitatiewe data-analise

Vervolgens word die resultate van die ontleding van die individuele onderhoude wat op tydstip 2 gevoer is, soos in 4.3.4.2.1 beskryf, gerapporteer.

5.2.2.2.1 Metakognitiewe bewustheid

Gedurende die individuele onderhoude op tydstip 2 het al die deelnemers uit beide die groepe aangedui dat hul wel in die pre-koderingsfase *beplanning* van die oplossing van 'n rekenaarprobleem doen, maar dit wil voorkom asof daar in die mate of gehalte van *beplanning* van die oplossing nie 'n beduidende verskil tussen die twee groepe was nie. Die meeste deelnemers se beskrywing van hul beplanning op hierdie tydstip stem grootliks ooreen met wat hulle op tydstip 1 gedoen het, soos deur die onderstaande twee voorbeelde geïllustreer word. Een van die deelnemers uit die kontrolegroep het hul beplanningsproses op tydstip 2 soos volg beskryf:

- "Ons het maar net gaan sit en eers gekyk wat vra hulle van ons, dis nou voor ons begin het. Mens ontleed eers jou vraag en kyk dan wat jy moet doen, en toe het ons maar begin, en toe kies ons die beste opsie."

Hierdie beskrywing is in ooreenstemming met hierdie selfde deelnemer se beskrywing tydens die eerste onderhoud van hul beplanningsproses (op tydstip 1):

- "Ons het eers gaan kyk na wat is die probleem, om te kyk wat sal die beste manier wees om dit stap vir stap op te los. Ons het maar elke keer die beste opsie gevat."

'n Tweede voorbeeld om te illustreer dat die meeste deelnemers se *beplanning* op tydstip 2 omtrent maar dieselfde was as wat hulle op tydstip 1 gedoen het, word duidelik uit die beskrywings van 'n deelnemer uit die eksperimentele groep. Op tydstip 2 sê hierdie deelnemer:

- "In die eerste fase het ons gepraat oor wat is die probleem, en dan het ons oplossings uitgeruil, soos hoe kan ons dit doen. Vandaar het ons besluit op 'n oplossing, die een wat vir ons die beste geklink het."

Op tydstip 1 was hierdie deelnemer se beskrywing van hul beplanningsproses:

- "Ons het die probleem deurgelees, en toe het ons oor moontlike oplossings gepraat, dit opgeweeg, en begin."

Vergelyking van hierdie resultate met dié van die kwantitatiewe ondersoek op tydstip 2 (sien tabel 5.22 en figuur 5.3), toon 'n ooreenstemming ten opsigte van die onbeduidende klein verskil tussen die twee groepe ten opsigte van *beplanning* (konstruk M4) van die oplossing van die probleem.

'n Uitsondering ten opsigte van die *beplanning* wat op tydstip 1 en tydstip 2 gedoen is (soos in die voorafgaande paragraaf bespreek) en wat verdien om vermeld te word, is die reaksie van een van die deelnemers in die kontrolegroep wat op tydstip 1 net gesê het:

- "Ons het dit (die probleem) saam gelees en toe begin."

teenoor sy/haar reaksie op tydstip 2:

- "Ons het voor ons begin het, eers mooi gelees en bietjie gedink, toe het ons teruggedink aan vorige opdragte wat soortgelyk was."

Hierdie verskil in benadering tot beplanning van die oplossing van die probleem kan moontlik te make hê met die feit dat die betrokke leerder intussen nuwe vaardighede ontwikkel het, maar dit het waarskynlik eerder te doen daarmee dat hy/sy op tydstip 2 met 'n maat saamgewerk het wat die beplanning van 'n probleem se oplossing beter benader.

Nog 'n opvallende verskynsel is dat uit al elf die deelnemers met wie daar op tydstip 2 individuele onderhoude gevoer is, daar slegs een deelnemer (uit die kontrolegroep) was wat 'n aanduiding gegee het van die *strategieë* wat hy/sy en sy/haar programmeringsmaat tydens die beplanningsfase aangewend het *om inligting te bestuur* :

- "Die eerste stuk is in stappe ingedeel, en toe het ons met die eerste stap begin, en toe begin programmeer."

Weens 'n gebrek aan meer inligting uit die individuele onderhoude in verband met *strategieë om inligting te bestuur* kan die resultate van die individuele onderhoude nie met die ooreenstemmende resultate van die kwantitatiewe ondersoek (konstruk M5) vergelyk word nie.

Soos op tydstip 1 het die kontrolegroep op tydstip 2 se reaksies 'n groter mate van *monitering* sowel as aanwending van *ontfoutingstrategieë* getoon as wat dit met die eksperimentele groep die geval was. Deelnemers uit die kontrolegroep het hul *monitering* soos volg beskryf:

- "Ek het solank gedink aan die volgende stap en dan voor ons die volgende stap doen, dan bespreek ons dit met mekaar."
- "Ons het die tweede stap in gedagte gehou terwyl ons die eerste stap gedoen het."

Hierdie selfde deelnemers se *ontfoutingstrategieë* het behels dat hulle hul strategieë verander het wanneer hulle agtergekom het iets gaan nie werk nie, byvoorbeeld:

- "Ja, ons het 'n funksie gebruik, waar ons toe later besef ons moet eerder 'n prosedure gebruik. Wat 'n beter opsie sou gewees het, toe het ons dit verander."
- "Ons het eers sekere goed probeer, en toe het ons gesien dit werk nie, toe moes ons nou weer iets verander in wat ons oorspronklik beplan het. So, toe het ons ons metode verander terwyl ons besig was, want ons het gesien dit werk nie."

Slegs een deelnemer uit die eksperimentele groep het 'n aanduiding gegee dat *monitering* tydens die koderingsfase van die programmering plaasvind:

- "(Tydens die kodering) het ons gekom tot by 'n punt, en toe werk dit nie so lekker soos ons gedink het dit gaan werk nie, toe moes ons dit nou eers weer verander het, en net weer teruggegaan het na een (die beplanning) toe."

Die res van die deelnemers uit die eksperimentele groep was baie vaag ten opsigte van die moniterings- en ontfoutingsproses wat die vraag laat ontstaan het of monitering werklik plaasgevind het en of die deelnemers werklik self oor enige ontfoutingstrategieë besin het.

- "En toe gaan ons aan en ons begin tik, toe ons nou alles klaar bespreek het. Toe gaan ons nou so aan."
- "Toe op die ou end toe vra ons die meneer wat is die regte besluit nou daar."

As hierdie resultate rakende *beplanning* en *ontfoutingstrategieë* met die resultate van die kwantitatiewe ondersoek vergelyk word (sien konstruk M6 en M7 in tabel 5.22 en figuur 5.3), dan blyk die tendens dieselfde te wees, naamlik dat dit voorkom asof die kontrolegroep op tydstip 2 'n groter mate van *monitering* en aanwending van *ontfoutingstrategieë* gedoen het as die eksperimentele groep.

Gedurende die individuele onderhoude op tydstip 2 het geeneen van die deelnemers uit enige van die twee groepe 'n aanduiding gegee van *evaluering* van die produk of die proses ná voltooiing van die rekenaarprogram nie. Twee van die deelnemers uit die eksperimentele groep het na aanleiding van opvolgvrae van die navorser soos volg gereageer:

- "[En toe julle nou klaar is (met die kodering)?] Ja, ons het dit (die program) verander, want van die goed wou nie reg werk nie, en het 'n 'error' uitgegooi en goed."
- "[And after all the typing was done, what did you do then?] We told the teacher that we are finished."

Net soos op tydstip 1 is dit duidelik dat baie min *evaluering* deur die deelnemers uit beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep gedoen is. Dié tendens is ook duidelik waarneembaar by die gemiddeldes wat tydens die kwantitatiewe ondersoek ten opsigte van *evaluering* (konstruk M8) bereken is. Tabel 5.22 en figuur 5.3 toon duidelik dat die gemiddeldes met betrekking tot *evaluering* (konstruk M8) vir beide groepe die laagste gemiddelde waarde van al die konstrukte in verband met metakognitiewe bewustheid opgelewer het.

5.2.2.2.2 Kennisproduktiwiteit

Volgens die individuele onderhoude wat op tydstip 2 met die deelnemers gevoer is, stem die vyf konstrukte ten opsigte van kennisproduktiwiteit (K1 tot K5) grootliks ooreen met dit wat deur die individuele onderhoude op tydstip 1 na vore gekom het. Vervolgens word elkeen van hierdie konstrukte weer afsonderlik bespreek.

Betreffende *verbeterde kenniskonstruksie* het die deelnemers uit beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep uiteenlopend gereageer. Sommige deelnemers was positief oor die bespreking van die probleem met hul maats en het die bespreking sinvol gevind omdat dit tot nuwe insigte gelei het en hulle die probleem toe beter verstaan het, byvoorbeeld:

- "Ja, verseker. Selfs al het ons al twee halwe idees, dan saam het ons 'n hele idee gekry. Ons het mekaar se idees aangevul."
- "Ja, definitief. Ek het dalk nie gedink aan sekere oplossings nie, wat hy weer aan gedink het. [So daar het nuwe idees na vore gekom?] Ja.
- "Ja, beslis. Want hy het net anders gekyk na die probleem."

Daarteenoor het van die ander deelnemers uit beide groepe dit onomwonde gestel dat die bespreking van die probleem vir hulle nie veel werd was nie, byvoorbeeld:

- "Nee, nie eintlik nie. Ons het die goed maar gedoen wat ons geleer het."
- "Nee, dit het nie."
- "No, not really."

Die navorser het toe ondersoek ingestel na die moontlikheid dat die deelnemers wat negatief gereageer het, almal in dieselfde skool is en dat hul reaksie moontlik daarmee te make kon hê dat hulle op die spesifieke dag waarop toets 2 plaasgevind het 'n probleem gekry het om op te

los wat hulle as maklik ervaar het en die bespreking met die maat dus nie tot nuwe insigte gelei het nie. Dit was egter nie die geval nie. Die deelnemers wat negatief gereageer het, was uit verskillende skole, soos ook die geval was met die deelnemers wat positief gereageer het. Daar kon dus nie uit die individuele onderhoude 'n duidelike tendens of verskil tussen die menings van die deelnemers uit die onderskeie groepe met betrekking tot *verbeterde kenniskonstruksie* afgelei word nie. Hierdie resultate onderskryf dan ook die resultate van die kwantitatiewe ondersoek op tydstip 2 ten opsigte van *verbeterde kenniskonstruksie* (konstruk K1) (sien tabel 5.22 en figuur 5.4).

Die vraag wat in die individuele onderhoude gebruik is om meer te wete te kom oor die deelnemers se *probleemoplossingsvaardighede* en *konseptuele verandering van individuele perspektiewe* (sien vraag 3 van bylaag J) het ten doel gehad om te bepaal wat die deelnemers se ervaring gedurende die paarprogrammeringstake van die aspekte rakende hierdie twee konstrukte (sien bylaag H) was. Die meeste deelnemers, uit beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep, het te kenne gegee dat die strategie om die probleem op te los 'n gesamentlike poging van die lede van die paar was, byvoorbeeld:

- "Ons praat eers met mekaar en ons het vandag bietjie verskil met party goed, en dan besluit ons maar so saam, ons kyk eers dat al twee gelukkig is voor ons 'n keuse maak."
- "Ons het al twee besluite geneem, ons het mekaar kanse gegee. As ons 'n idee gehad het, het ons daardie idee probeer gebruik, ons het mekaar kans gegee. As jy aan 'n idee kom, het ons dit gebruik, en as dit nie werk nie, het ons aan 'n ander idee gedink."
- "Ons het maar gekyk na die maklikste een wat ons al twee verstaan."

Uit hierdie aanhalings blyk dit dat daar alternatiewe oplossings ter sprake was, maar dit is nie duidelik of die deelnemers hulself afgevra het of die oplossing sinvol was met betrekking tot die probleemvraag en of die beste moontlike oplossingsproses gevolg is nie. Die navorser is met die indruk gelaat dat die deelnemers tydens kodering van die program iets probeer om die probleem op te los en, as dit nie werk nie, dan iets anders probeer, sonder om vooraf oor die bruikbaarheid en toepaslikheid van die strategieë wat hulle gebruik, te besin. Die medium verskil tussen die groepe rakende *verbeterde probleemoplossingsvaardighede* (konstruk K2) wat in tabel 5.22 getoon word, het nie uit die individuele onderhoude duidelik geraak nie.

Die konstruk rakende *konseptuele verandering van individuele perspektiewe* is nou verwant aan die probleemoplossingsproses. Deelnemers uit beide groepe het te kenne gegee dat hulle gedurende die bespreking met nuwe idees gekonfronteer word, dat hulle maat se gedagtes hulle ook aan die dink sit en dat hulle soms hul eie idees moet verander. Dit vloei direk voort uit

hul gesamentlike poging om die probleem op te los, soos in die vorige paragraaf aangedui. Voorbeelde van deelnemers se antwoorde hieroor:

- "Ek sal eers probeer kyk na wat het ek besluit en as hy nou iets anders besluit, dan kyk ek wat is nou eintlik die beste opsie. As syne beter is, dan aanvaar ek dit so."
- "Ja, toe ek dit weer deurlees, toe sien ek sy manier gaan beter werk as myne."

Die deelnemers uit beide groepe was gedurende die individuele onderhoude oor die algemeen beter in staat om hul perspektiefveranderinge te verwoord as wat hulle in staat was om hul probleemoplossingstrategieë te verwoord, wat ooreenstem met die hoër gemiddeld wat in die kwantitatiewe ondersoek vir *konseptuele verandering van individuele perspektiewe* (konstruk K3) verkry is teenoor die gemiddeld wat vir *verbeterde probleemoplossingsvaardighede* (konstruk K2) vir beide groepe verkry is (sien tabel 5.22 en figuur 5.4).

In ooreenstemming met die individuele onderhoude wat op tydstip 1 met die deelnemers gevoer is, is daar op tydstip 2 by deelnemers uit beide groepe ten opsigte van *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk,* bevind dat hulle van mening was dat die twee persone wat in 'n paar saamwerk gelyke geleenthede moet kry om hul idees te opper, die oplossing ewe goed moet verstaan en dat interaktiewe kommunikasie 'n belangrike aspek van hierdie samewerking is.

- "Ja, ons maak heeltyd seker dat ons op dieselfde vlak is, as die een nie verstaan nie, dan verduidelik die ander een eers."
- "Nee, ek dink ons het gelyke geleentheid gehad. [Dink jy julle verstaan die proses ewe goed?] Ja, ek dink so. [Hoekom dink jy so?] Dit klink asof hy weet wat daar aangaan, en ek het ook geweet wat daar aangaan."

Terselfdertyd het die meerderheid deelnemers in beide groepe ook gedurende die individuele onderhoude wat op tydstip 2 gevoer is, ten opsigte van *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses* die mening gehuldig dat dit wat hulle gedurende die interaksie aangaande kommunikasie geleer het, vir hulle van groot waarde was en dat hulle dit in die toekoms sou kon toepas.

- "Ek dink die manier waarop ons met mekaar gepraat het ook, ek dink ek het geleer om te luister vir hom, en om eers te bespreek voor ek iets doen."

Enkele deelnemers het aangedui dat hulle strategieë om die probleem op te los geleer het wat hulle in toekomstige soortgelyke probleme sal kan toepas, byvoorbeeld:

- "My maat het so ander oplossing gehad, toe verduidelik hy my nou eers dit, en in die toekoms gaan dit vir my makliker wees, want ek verstaan wat hy vir my gesê het."

Betreffende hierdie twee aspekte van *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* (konstruk K4) en *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses* (konstruk

K5) kon daar nie uit die individuele onderhoude op tydstip 2 afgelei word dat die deelnemers uit die een groep tot 'n groter mate as die deelnemers uit die ander groep hiertoe verbind was nie (sien tabel 5.22 en figuur 5.4). Net soos op tydstip 1, is dit dus nie moontlik om ten opsigte van hierdie konstrukte die resultate van die individuele onderhoude met die resultate van die kwantitatiewe ondersoek te vergelyk nie.

Uit bostaande bespreking van die resultate van die individuele onderhoude wat op tydstip 2 gevoer is, word afgelei dat daar tussen tydstip 1 en tydstip 2 nie 'n beduidende verandering was tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van hulle metakognitiewe bewustheid en hul kennisproduktiwiteit nie. Verder dien daarop gelet te word dat die resultate van die individuele onderhoude weereens grootliks ooreenstem met die resultate van die vraelyste soos op tydstip 2 voltooi.

5.2.3 Toets 3

5.2.3.1 Kwantitatiewe data-analise

5.2.3.1.1 Onafhanklike t-toets

In toets 3 is ook 'n onafhanklike t-toets gedoen om die verskille ten opsigte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit tussen die eksperimentele groep én kontrolegroep te bepaal. Net soos in die geval van toets 1 en toets 2 is die p-waardes bereken en word dit gerapporteer, maar nie geïnterpreteer nie, omdat die steekproef nie ewekansig verkry is nie. Effekgroottes word weereens gebruik om die verskille tussen die twee groepe te bepaal.

In tabel 5.25 word die berekende d-waardes vir elk van die konstrukte van die twee vraelyste in toets 3 weergegee.

Tabel 5.25 Effekgroottes vir konstrukte in toets 3

Konstruk	Eksperimentele groep		Kontrolegroep		t-waarde	df	p	Effekgrootte
	Gemiddeld	Standaard-afwyking	Gemiddeld	Standaard-afwyking				
M1	4.48	0.86	4.60	0.88	0.61	67	0.55	*0.14
M2	4.51	0.77	4.67	0.80	-0.82	67	0.41	*0.19
M3	4.51	0.72	4.54	0.80	-0.16	67	0.88	0.04
M4	4.42	0.91	4.08	0.96	1.52	67	0.13	**0.36
M5	4.44	0.72	4.25	0.81	100.	67	0.32	*0.23
M6	4.34	0.88	4.13	0.87	1.01	67	0.32	*0.24
M7	4.55	0.69	4.76	0.63	-1.31	67	0.20	*0.30
M8	4.34	0.91	3.83	1.07	2.14	67	0.04	**0.48
K1	3.20	0.40	3.17	0.47	0.31	67	0.76	0.07
K2	2.99	0.48	2.98	0.56	0.08	67	0.94	0.02
K3	3.23	0.41	3.20	0.47	0.28	67	0.78	0.06
K4	3.22	0.42	2.93	0.57	2.33	67	0.02	**0.50
K5	3.16	0.51	3.08	0.74	0.52	67	0.61	0.11

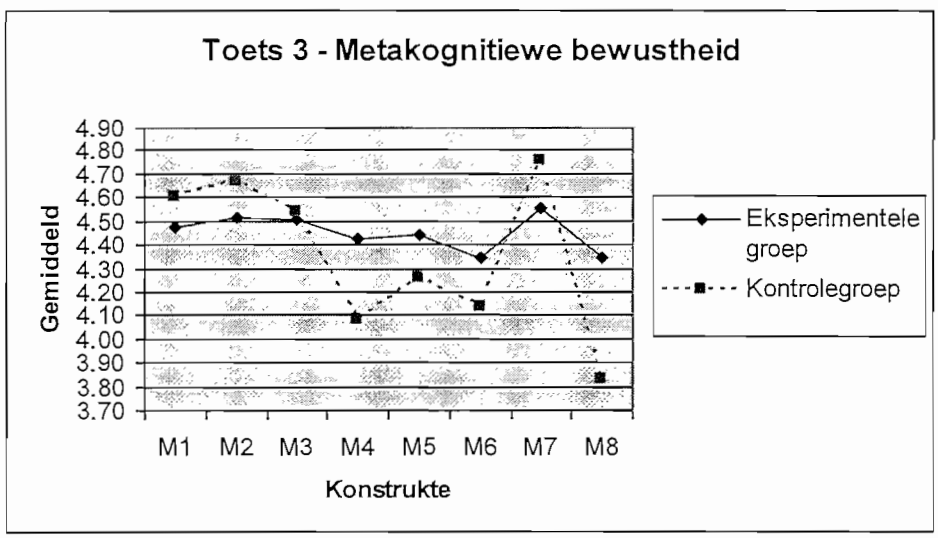
* Klein effekgrootte
** Medium effekgrootte
*** Groot effekgrootte, d.i. 'n prakties betekenisvolle verskil

In die tydperk tussen toets 1 en toets 2 het die leerders in die eksperimentele groep paarprogrammering aan die hand van die selfgerigte metakognitiewe vrae gedoen (sien 3.6 en bylaag M), terwyl die leerders in die kontrolegroep gewoonweg voortgegaan het met paaprogrammering. Die d-waardes in tabel 5.25 toon 'n klein effekgrootte ten opsigte van metakognitiewe bewustheid (met * aangedui) by konstrukte M1 (Verklarende kennis) (d = 0.14), M2 (Prosedurele kennis) (d = 0.19), M5 (Strategieë om inligting te bestuur) (d = 0.23), M6 (Monitering) (d = 0.24) en M7 (Ontfoutingstrategieë) (d = 0.30) en 'n medium effekgrootte (met ** aangedui) by M4 (Beplanning) (d = 0.36) en konstruk M8 (Evaluering) (d = 0.48). In alle gevalle, behalwe vir M1, M2 en M7, het die eksperimentele groep beter gevaar as die kontrolegroep. Hierdie waarnemings kan voortvloeiend wees uit die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae gedurende paarprogrammering, wat ten doel gehad het om die elemente van metakognitiewe bestuur (beplanning, monitering – met inbegrip van strategieë om inligting te bestuur en ontfoutingstrategieë – en evaluering) tydens die fases van 'n paarprogrammeringstaak (pre-kodering, intra-kodering en post-kodering) te versterk (sien 3.6 en bylaag M).

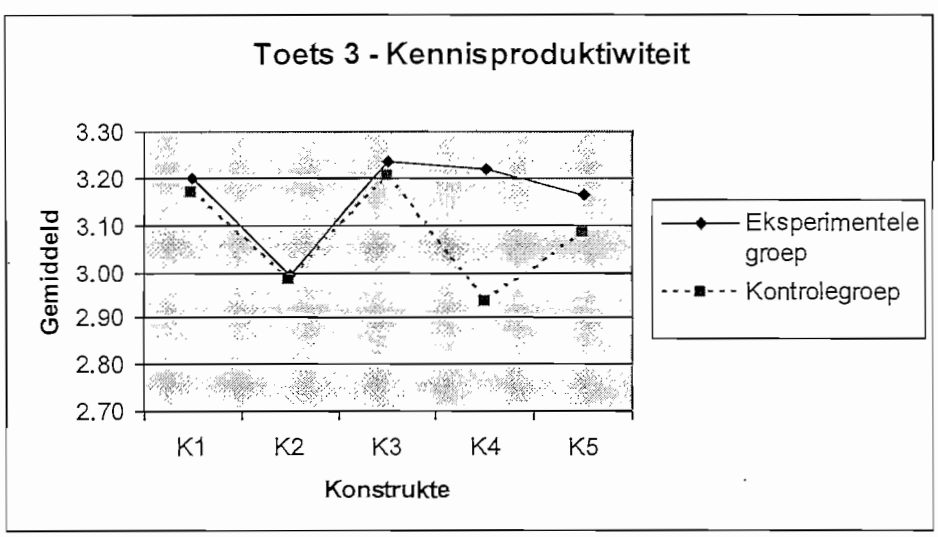
Die d-waardes in tabel 5.25 toon voorts slegs 'n medium effekgrootte ten opsigte van kennisproduktiwiteit by konstruk K4 (d = 0.50), wat te make het met die leerder se verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk.

- **Gemiddeldes per konstruk per groep**

Soos in die geval van toets 1 en toets 2 word die berekende gemiddeld per konstruk per groep vir toets 3 (sien tabel 5.25) in figure 5.5 en 5.6 uitgebeeld. Figuur 5.5 is 'n grafiese voorstelling van die gemiddeldes van die konstrukte van die vraelys rakende kennisproduktiwiteit vir die eksperimentele groep en die kontrolegroep onderskeidelik, terwyl figuur 5.5 'n grafiese voorstelling is wat die gemiddeldes van die konstrukte van die vraelys rakende metakognitiewe bewustheid vir die twee groepe onderskeidelik voorstel.



Figuur 5.5 Gemiddeldes van konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 3



Figuur 5.6 Gemiddeldes van konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 3

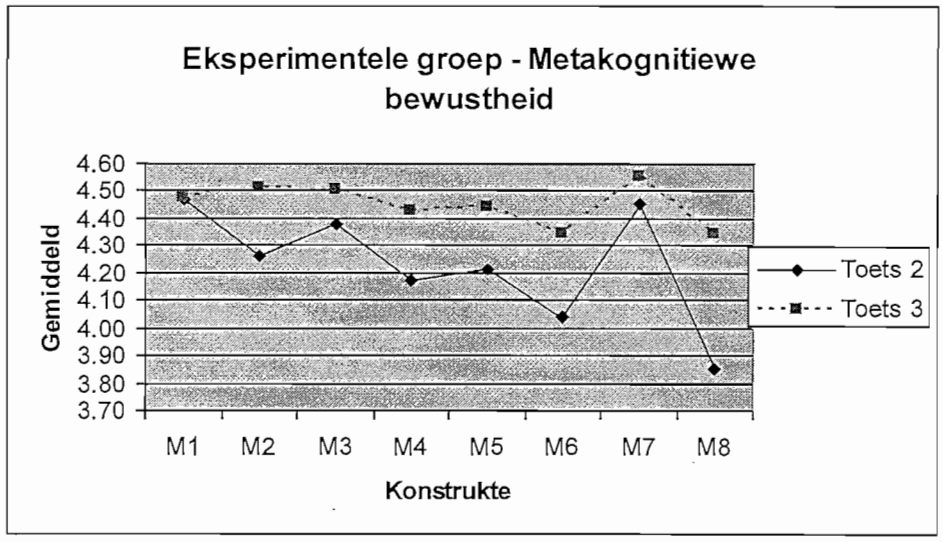
Figure 5.3 en 5.4 (sien 5.2.2.1.1) het getoon dat vir beide metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit die gemiddelde waardes van die konstrukte vir die eksperimentele groep laer is as dié vir die kontrolegroep. Daarteenoor toon figure 5.5 en 5.6 tydens toets 3 (met ander woorde ná die eksperimentele intervensie) dat –

- die gemiddelde waardes van die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit vir die eksperimentele groep almal nou hoër is as die gemiddelde waardes vir die kontrolegroep; en
- die gemiddelde waardes van konstrukte M4, M5, M6 en M8 rakende metakognitiewe bewustheid nou hoër is as die ooreenstemmende gemiddelde waardes vir die kontrolegroep. In hierdie geval is dit belangrik om daarop te let dat die betrokke konstrukte almal konstrukte is wat verband hou met die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae tydens paarprogrammering, m.a.w. die intervensie wat plaasgevind het.

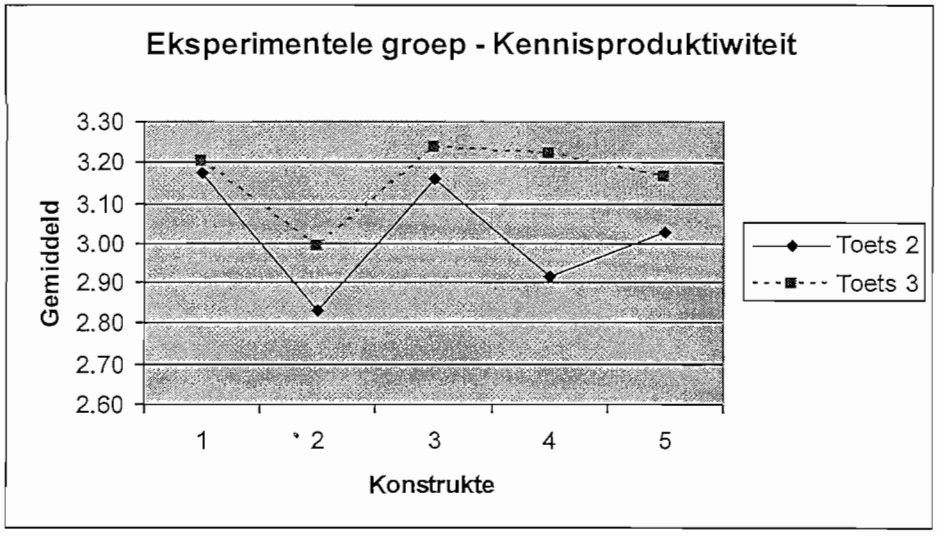
Alhoewel die d-waardes (tabel 5.25) nie 'n groot effekgrootte, en dus nie 'n prakties betekenisvolle verskil ten opsigte van die kennisproduktiwiteit van die eksperimentele groep en die kontrolegroep gelewer het nie, blyk dit uit figure 5.5 en 5.6 dat die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae tydens paarprogrammering vir die eksperimentele groep bygedra het tot die verhoging van die gemiddelde waardes van die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit.

Die bydrae van die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae tydens paarprogrammering tot die verhoging van die gemiddelde waardes van die konstrukte rakende beide kennisproduktiwiteit en metakognitiewe bewustheid, word verder gesteun deur die grafieke in figuur 5.7 tot 5.10.

In figuur 5.7 word die eksperimentele groep se gemiddelde waardes vir die konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 2 (met ander woorde vóór die intervensie) en toets 3 (ná die intervensie) voorgestel, terwyl figuur 5.8 die eksperimentele groep se gemiddelde waardes vir die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 2 en toets 3 voorstel. In die geval van die eksperimentele groep toon beide figure 'n toename in die gemiddeldes van die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit en metakognitiewe bewustheid tussen toets 2 en toets 3.

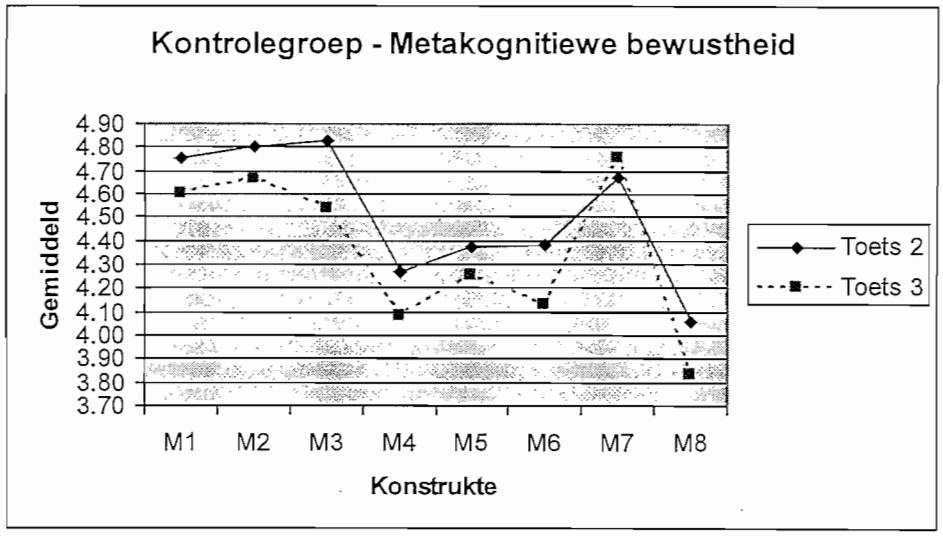


Figuur 5.7 Eksperimentele groep: metakognitiewe bewustheid in toets 2 en toets 3

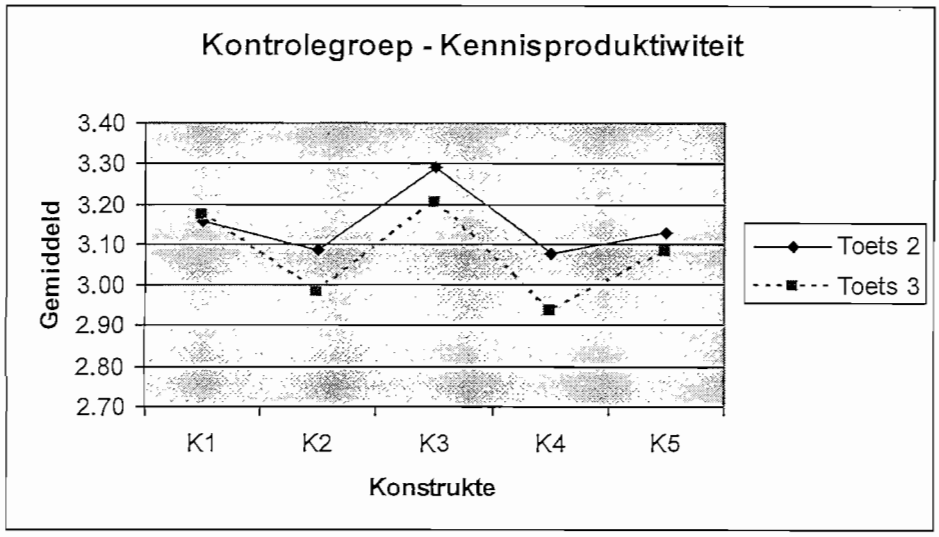


Figuur 5.8 Eksperimentele groep: kennisproduktiwiteit in toets 2 en toets 3

In figuur 5.9 word die kontrolegroep se gemiddelde waardes vir die konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid in toets 2 en toets 3 (met ander woorde sonder enige intervensie) voorgestel, terwyl figuur 5.10 die kontrolegroep se gemiddelde waardes vir die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit in toets 2 en toets 3 voorstel. In beide figure kan 'n afname in die gemiddeldes van die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit en metakognitiewe bewustheid by die kontrolegroep waargeneem word.



Figuur 5.9 Kontrolegroep: metakognitiewe bewustheid in toets 2 en toets 3



Figuur 5.10 Kontrolegroep: kennisproduktiwiteit in toets 2 en toets 3

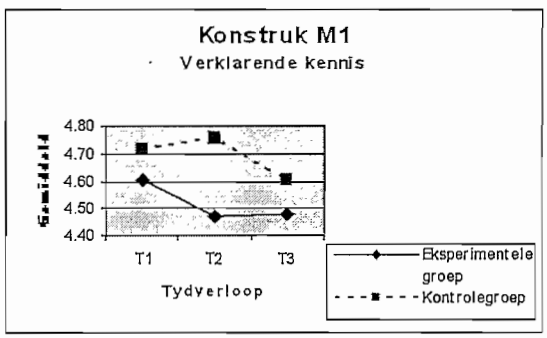
In teenstelling met die waarnemings wat in figure 5.7 en 5.8 ten opsigte van die eksperimentele groep se gemiddelde waardes vir die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit en metakognitiewe bewustheid in toets 2 en toets 3 gemaak is, naamlik dat 'n toename in die gemiddeldes van die konstrukte rakende beide kennisproduktiwiteit en metakognitiewe bewustheid, toon figure 5.9 en 5.10 vir die kontrolegroep nie 'n toename in die gemiddeldes van die konstrukte rakende beide kennisproduktiwiteit en metakognitiewe bewustheid nie, maar in beide gevalle eerder 'n geringe afname.

- Konstrukgemiddeldes per groep met tydsverloop

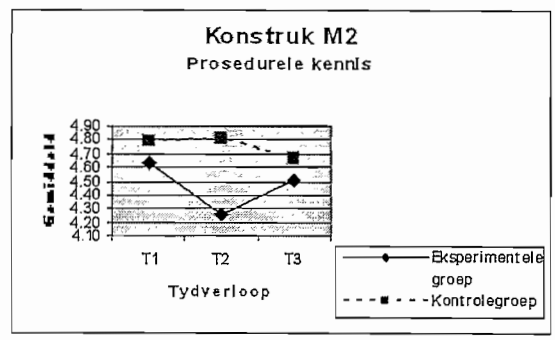
Die invloed van die intervensie op die metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit van die eksperimentele groep in vergelyking met die kontrolegroep word in hierdie gedeelte geanaliseer deur vir elke konstruk van die twee vraelyste die gemiddeldes op tydstippe 1, 2 en 3 grafies voor te stel. Figure 5.11 tot en met 5.18 toon die gemiddeldes van die konstrukte M1 tot M8, terwyl figure 5.19 tot en met figuur 5.23 voorstellings is van die gemiddeldes van konstrukte K1 tot K5 op die onderskeie tydstippe.

(a) Verandering in konstrukgemiddeldes vir metakognitiewe bewustheid

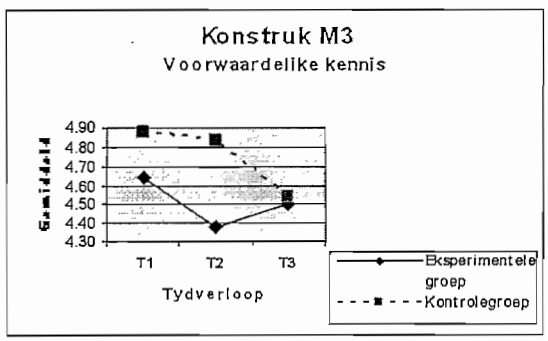
Ter aanvang word die konstrukgemiddeldes vir die metakognitiewe bewustheid van die eksperimentele groep en die kontrolegroep op tydstip 1, tydstip 2 en tydstip 3 in oënskou geneem.



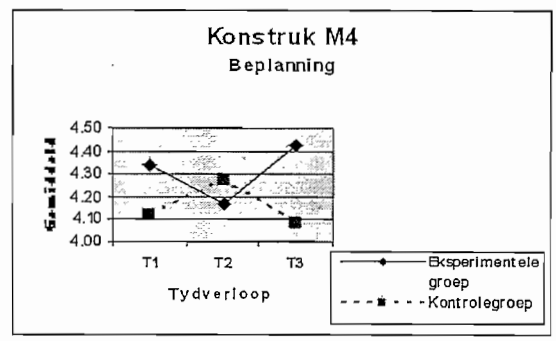
Figuur 5.11 Verandering van konstruk M1 met tydsverloop



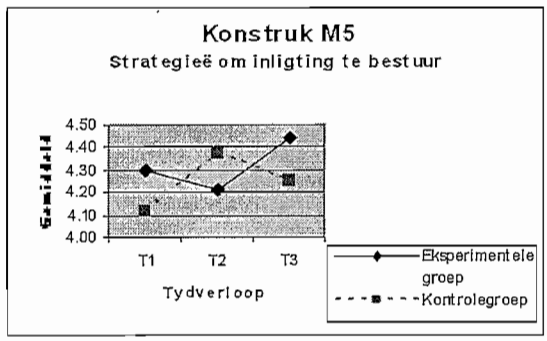
Figuur 5.12 Verandering van konstruk M2 met tydsverloop



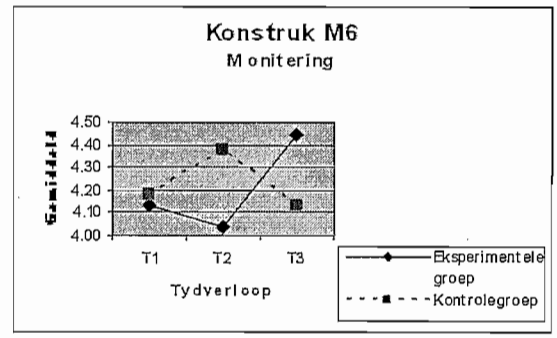
Figuur 5.13 Verandering van konstruk M3 met tydsverloop



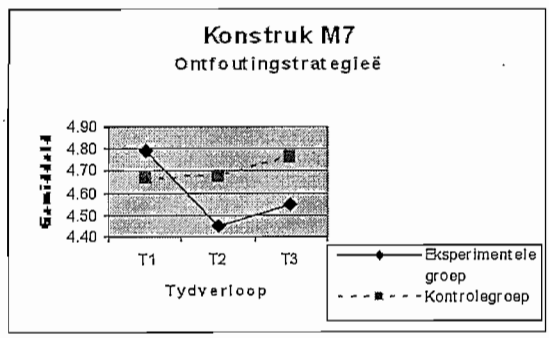
Figuur 5.14 Verandering van konstruk M4 met tydsverloop



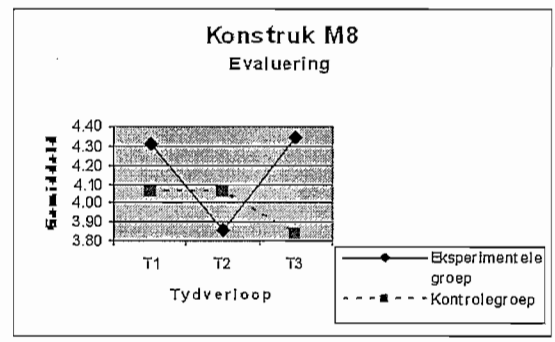
Figuur 5.15 Verandering van konstruk M5 met tydsverloop



Figuur 5.16 Verandering van konstruk M6 met tydsverloop



Figuur 5.17 Verandering van konstruk M7 met tydsverloop



Figuur 5.18 Verandering van konstruk M8 met tydsverloop

By beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep moet in gedagte gehou word dat die moeilikheidsgraad van die programmering wat hulle in gr. 11 doen progressief van tydstip 1 na tydstip 3 toegeneem het. Uit figure 5.11 tot en met 5.18 is dit duidelik dat die kontrolegroep se bewustheid oor hul metakognitiewe kennis op tydstip 1 meer is (konstrukte M1 tot M3) en dat hul bewustheid oor hul metakognitiewe bestuur minder is (konstrukte M4 tot M8) in vergelyking met die eksperimentele groep. Die eksperimentele groep toon vir al agt die konstrukte M1 tot M8 'n afname vanaf tydstip 1 na tydstip 2.

Daarteenoor toon figure 5.11 tot en met 5.18 dat daar by die kontrolegroep nie beduidende veranderings in die konstrukte rakende metakognitiewe kennis (konstrukte M1 tot M3) is nie, maar dat dié konstrukte wat tussen tydstip 1 en tydstip 2 met metakognitiewe bestuur verband hou, 'n toename toon (konstrukte M4 tot M7) of konstant bly (konstruk M8), ondanks die feit dat die programmering ook vir die kontrolegroep tussen tydstip 1 en tydstip 2 moeiliker geword het. Die kontrolegroep toon op tydstip 2 gemiddeld hoër waardes in die konstrukte rakende metakognitiewe bestuur (konstrukte M4 tot M8) as die eksperimentele groep. Hierdie tendens is ook reeds in 5.2.2.1.1 in figuur 5.3 uitgewys. Die feit dat daar by die kontrolegroep 'n toename

in hul bewustheid van hul metakognitiewe bestuur is teenoor die afname by die eksperimentele groep, is moeilik verklaarbaar.

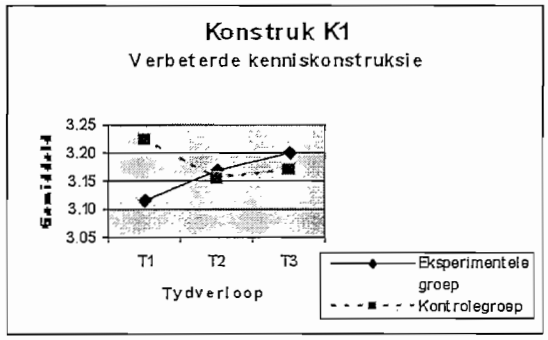
Die feit dat die intervensie eers tussen tydstip 2 en tydstip 3 plaasgevind het, maak dit moontlik om die vlakke van metakognitiewe bewustheid van die eksperimentele groep en die kontrolegroep op tydstip 2 as vertrekpunt te gebruik om die invloed van die intervensie op die eksperimentele groep te analiseer.

Uit figure 5.11 tot en met 5.18 is dit opmerklik dat daar in die geval van die eksperimentele groep tussen tydstip 2 en tydstip 3 (**met ander woorde die tydperk waartydens die intervensie plaasgevind het**) beduidend groot toenames is in hul bewustheid van hul metakognitiewe bestuur, veral ten opsigte van beplanning, strategieë om inligting te bestuur, monitering en evaluering (konstrukte M4, M5, M6 en M8). Hierdie aspekte is juis die metakognitiewe vaardighede wat deur die intervensie aangespreek is. Die navorser spekuleer dat die kleiner toename in die bewustheid van ontfoutingstrategieë (konstruk M7) daarmee te make kan hê dat die groter toename in die ander metakognitiewe bestuursvaardighede die aanwending van ontfoutingstrategieë minder nodig gemaak het. Verder toon die eksperimentele groep se bewustheid van hul metakognitiewe kennis (konstrukte M1, M2 en M3) ook 'n toename tussen tydstip 2 en tydstip 3 (sien ook figuur 5.7).

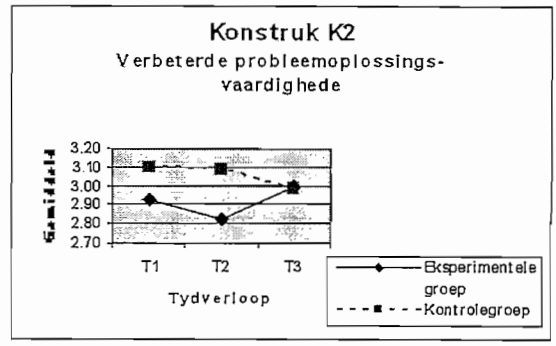
In teenstelling met die eksperimentele groep toon die kontrolegroep op tydstip 3 afnames in al die konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid, behalwe in konstruk M7 (sien figuur 5.17) wat verband hou met die aanwending van ontfoutingstrategieë, wat moontlik weer te doen kan hê daarmee dat die progressiewe toename in die graad van die programmering daartoe gelei het dat die deelnemers meer bewus was daarvan dat hul ontfoutingstrategieë moes aanwend.

(b) Verandering in konstrukgemiddeldes vir kennisproduktiwiteit

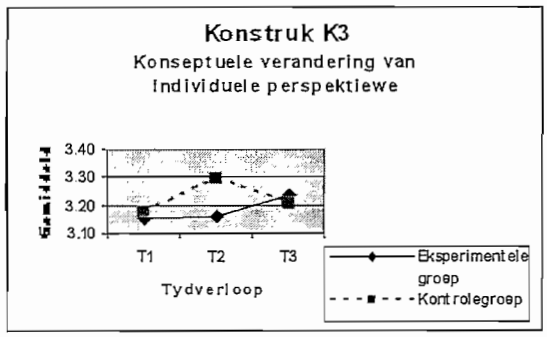
Die doelwit van hierdie studie was om te bepaal of die implementering van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie kan bydra tot die verhoging van die kennisproduktiwiteit van leerders wat in pare programmeer (sien 1.1.1 en 1.3). Die verandering in die gemiddeldes vir die konstrukte van die vraelys rakende kennisproduktiwiteit vir die eksperimentele groep en die kontrolegroep op tydstip 1, tydstip 2 en tydstip 3 word dus vervolgens geanaliseer.



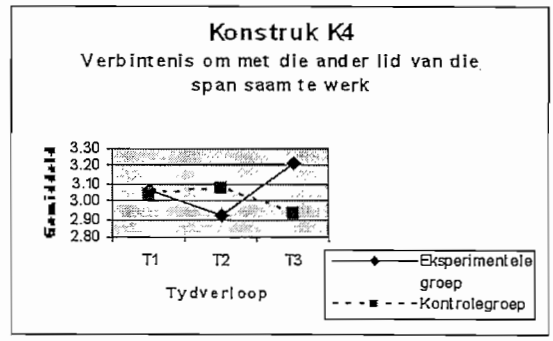
Figuur 5.19 Verandering van konstruk K1 met tydsverloop



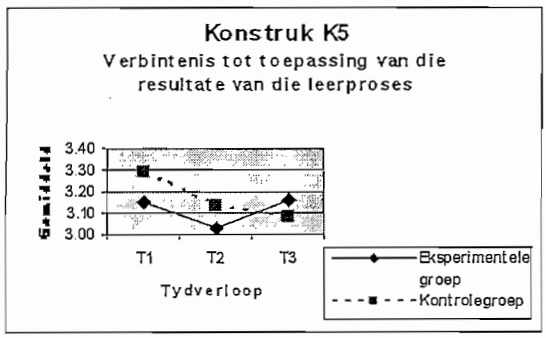
Figuur 5.20 Verandering van konstruk K2 met tydsverloop



Figuur 5.21 Verandering van konstruk K3 met tydsverloop



Figuur 5.22 Verandering van konstruk K4 met tydsverloop



Figuur 5.23 Verandering van konstruk K5 met tydsverloop

Die verandering in die gemiddeldes vir die konstrukte rakende kennisproduktiwiteit (konstrukte K1 tot K5) toon tussen tydstip 1 en tydstip 2 vir nóg die eksperimentele groep nóg die kontrolegroep 'n duidelike tendens. By die eksperimentele groep is daar twee konstrukte wat 'n onbeduidende tot klein toename toon (sien konstrukte K1 en K3) en drie konstrukte wat afnames toon (sien konstrukte K2, K4 en K5). By die kontrolegroep is daar twee konstrukte wat toenames toon (sien konstrukte K3 en K4) en drie konstrukte wat afnames toon (sien konstrukte K1, K2 en K5). By geeneen van die groepe is daar dus tussen tydstip 1 en tydstip 2 'n duidelike patroon van verandering in kennisproduktiwiteit nie.

Uit figure 5.19 tot en met 5.23 is daar egter tussen tydstip 2 en tydstip 3 (**met ander woorde die tydperk waartydens die intervensie plaasgevind het**) by die eksperimentele groep 'n duidelike patroon van toename in die konstrukte van kennisproduktiwiteit. Al die konstrukte van kennisproduktiwiteit toon 'n duidelike toename van tydstip 2 na tydstip 3, tot so 'n mate dat die konstrukgemiddeldes op tydstip 3 deurgaans hoër is as enige van die konstrukgemiddeldes op enige van tydstip 1 of tydstip 2. Dit blyk dus dat die implementering van die metakognitiewe onderrigsstrategie in die geval van die eksperimentele groep van hierdie studie wél bygedra het tot die verbetering van hul kennisproduktiwiteit (sien ook figuur 5.8).

5.2.3.1.2 Meerveranderlike statistiek

Wilks se lambda-toets is weer gedoen en die effekgroottes bereken (sien 4.3.4.1.3) om te bepaal of daar ná die intervensie (op tydstip 3) verskille was tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep. Die resultate van die toets op tydstip 3 word in tabel 5.26 gegee.

Tabel 5.26 Wilks se lambda-waarde op tydstip 3

	Λ-waarde	Effek-grootte	F	Vryheids-grade	Vryheidsgrade van fout	p
Eksperimentele/Kontrolegroep	0.66	0.34	2.15	13	53	0.02

Omdat die p-waarde op tydstip 3 kleiner is as 0.05, is die effekgrootte van die verskil tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep bereken. Hierdie waarde van 0.34 dui op 'n prakties betekenisvolle verskil tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep op tydstip 3.

5.2.3.2 Kwalitatiewe data-analise: Individuele onderhoude

In hierdie gedeelte word die resultate van die ontleding van die individuele onderhoude wat op tydstip 3 gevoer is, soos in 4.3.4.2.1 beskryf, gerapporteer en bespreek. Gedurende die bespreking sal besondere aandag gegee word aan verskille wat moontlik tussen die eksperimentele groep en die kontrole groep kon voorkom, om sodoende die invloed van die selfgerigte metakognitiewe vrae wat die eksperimentele groep gedurende die tydperk tussen tydstip 2 en tydstip 3 gebruik het, te ondersoek en te probeer verklaar.

5.2.3.2.1 Metakognitiewe bewustheid

Die individuele onderhoude op tydstip 3 het getoon dat al die deelnemers uit beide die groepe aangedui het dat hul wel *beplanning* van die oplossing van 'n rekenaarprobleem in die pre-

koderingsfase doen. By die kontrolegroep het dit voorgekom asof die mate en gehalte van *beplanning* van die oplossing in ooreenstemming was met wat hulle op tydstip 1 en tydstip 2 gedoen het. Die onderstaande twee voorbeelde word gegee om dit te illustreer. Een van die deelnemers uit die kontrolegroep het hul beplanningsproses op tydstip 2 soos volg beskryf:

- "Ons het maar net gaan sit en eers gekyk wat vra hulle van ons, dis nou voor ons begin het. Mens ontleed eers jou vraag en kyk dan wat jy moet doen, en toe het ons maar begin, en toe kies ons die beste opsie."

Hierdie selfde deelnemer beskryf hul beplanning op tydstip 3 op 'n soortgelyke wyse, naamlik:

- "Ons het maar eerste net weer gekyk na die probleem, presies wat dit is en wat ons gaan moet doen om dit op te los."

In 'n tweede voorbeeld van 'n deelnemer uit die kontrolegroep wie se beskrywing van hul *beplanning* op tydstip 3 ongeveer ooreenstem met dit wat hulle op tydstip 2 gedoen het, sê die deelnemer op tydstip 3:

- "Ons het eers die program deurgelees. Toe lees ons dit weer deur om te kyk presies wat soek hulle."

Op tydstip 2 het hierdie deelnemer se beskrywing van hul beplanningsproses gelui:

- "Toe lees ons deur die inligting om te kyk presies wat soek hulle."

In teenstelling met bostaande twee deelnemers uit die kontrolegroep was daar by die deelnemers uit die eksperimentele groep 'n waarneembare verskil ten opsigte van die beplanning wat hulle op tydstip 3 gedoen het teenoor dié van tydstip 2. 'n Deelnemer uit die eksperimentele groep sê op tydstip 3:

- "Ons het die ding (probleem) deurgelees en gekyk wat die probleem is. Ons het die probleem deurgegaan, en toe het ons besluit wat ons gaan gebruik en hoe ons dit gaan toepas."

Dieselfde deelnemer se reaksie op tydstip 2 was:

- "Ons het die probleem bespreek en hoe ons dit gaan oplos."

Uit die beskrywing op tydstip 3 blyk dit dat hulle verskillende strategieë en die toepassing daarvan oorweeg het, terwyl dieselfde nie uit die opmerking op tydstip 2 duidelik is nie. 'n Tweede voorbeeld van die verandering ten opsigte van beplanning deur 'n deelnemer uit die eksperimentele groep kan uit die onderstaande twee aanhalings waargeneem word. Op tydstip 3 beskryf die deelnemer hul beplanning soos volg:

- "Toe kyk ons wat sê die opdrag, toe doen ons dit, toe begin ons met die opdrag. Ons het verskillende oplossings gehad en toe die beste een gevat."

Hierdie benadering verskil opsigtelik van sy/haar beskrywing op tydstip 2:

- "Toe ons die vraag gekry het, het ons dit gelees en toe begin."

Die voorbeelde hierbo toon 'n positiewe verandering in die manier waarop die deelnemers uit die eksperimentele groep die *beplanning* van die oplossing benader het, moontlik as gevolg van die selfgerigte metakognitiewe vrae (sien bylaag M) wat hulle in hierdie tydperk gebruik het en waarin hulle gelei is om gedurende die pre-koderingsfase die belangrikste inligting te identifiseer, oor die uitkomste wat hulle met die oplossing van die probleem moet bereik, te besin, en toepaslike strategieë te identifiseer. Hierteenoor het die kontrolegroep nie ten opsigte van hierdie aspekte 'n waarneembare verandering tussen tydstip 2 en tydstip 3 getoon nie. Dieselfde tendens ten opsigte van 'n positiewe verandering by die eksperimentele groep teenoor die kontrolegroep is waargeneem in die kwantitatiewe ondersoek na die aspek van *beplanning* (konstruk M4) (sien tabel 5.25 en figuur 5.5). Die verskil in verandering wat in die eksperimentele groep en die kontrolegroep plaasgevind het, stem ooreen met dit wat onderskeidelik in figure 5.7 en 5.9 sowel as in figuur 5.14 gesien word.

'n Aspek van metakognitiewe bestuur waar daar by die individuele onderhoude met die deelnemers uit die eksperimentele groep 'n beduidende verandering tussen tydstip 2 en tydstip 3 opgemerk word, is dié van *strategieë om inligting te bestuur*. In 5.2.2.2.1 is reeds genoem dat nie een van die vyf deelnemers uit die eksperimentele groep in die onderhoude op tydstip 2 enige verwysing na hierdie aspek gemaak het nie. Op tydstip 3 verwys al vyf deelnemers uit die eksperimentele groep egter na die aanwending van *strategieë om inligting te bestuur* en wel op 'n redelik omvattende wyse, byvoorbeeld:

- "Dan het ons moontlikhede uit die handboek uitgehaal. Ons het eers weer teruggeblaai en seker gemaak jy kan daardie doen. Toe begin ons hom stap vir stap, dan lees ons vraag een, dan doen ons die vraag een, stap vir stap."
- "Ons het teruggegaan na die handboek toe, om te kyk hoe al die 'procedures' en goeters werk, en wat se 'variables' daarin moet kom, en so. Ek het gedink, as ons vashaak, hoe om die probleem op 'n ander manier op te los."

In teenstelling met die reaksie van die deelnemers uit die eksperimentele groep het weer net een van die deelnemers uit die kontrolegroep in sy/haar onderhoud na *strategieë om inligting te bestuur* verwys. Dit is dus duidelik dat daar tussen tydstip 2 en tydstip 3 by die deelnemers uit die eksperimentele groep 'n groter bewustheid rakende *strategieë om inligting te bestuur* ontwikkel het, wat moontlik toegeskryf kan word aan die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vraelys (sien bylaag M) wat hulle gedurende die intervensietydperk tydens die uitvoering van paarprogrammeringsprojekte moes voltooi. Die positiewe verandering by die eksperimentele groep teenoor die kontrolegroep stem ooreen met die resultate van die kwantitatiewe ondersoek ten opsigte van *strategieë om inligting te bestuur* (konstruk M5) (sien tabel 5.25 en figure 5.5, 5.7 en 5.9). Die positiewe toename by die eksperimentele groep bevestig ook die toename van die eksperimentele groep soos in figuur 5.15.

Soos wat die geval op tydstip 1 en tydstip 2 was, het die individuele onderhoude met die deelnemers uit die kontrolegroep op tydstip 3 weereens getuig van 'n mate van *monitering* tydens die koderingsproses, maar op hierdie stadium was daar slegs een van hierdie deelnemers wat na die aanwending van *ontfoutingstrategieë* verwys het. Hierdie deelnemer uit die kontrolegroep beskryf hul *monitering* en *ontfoutingstrategie* op tydstip 3 soos volg:

- "Toe het ons maar net deurentyd as ons agterkom daar is fout, dan praat ons net daaroor, en dan kyk ons of ons 'n nuwe oplossing kan kry, en dan het ons dit maar verander."

Die deelnemers uit die eksperimentele groep het in hul individuele onderhoude op tydstip 3 meer na die aspekte van monitering verwys as wat die geval was op tydstip 2 toe slegs een leerder uit die eksperimentele groep 'n aanduiding gegee dat *monitering* tydens die koderingsfase van die programmering plaasgevind het (sien 5.2.2.2.1). Voorbeelde van hul verwysings na monitering sluit in:

- "Dan (as ons vashaak) het ons dit saam bedink. Ons het weer opgelees, en die handboek het ons gehelp om die program reg te maak."
- "En terwyl die ou (my maat) aangaan om te tik, en daar is 'n probleem op die ding (program), het ek probeer dink en verder aan dink aan die kodes en 'procedures' en wat moet nog gebeur."

Die deelnemers uit die eksperimentele groep was steeds baie vaag ten opsigte van ontfoutingstrategieë en dit het steeds geblyk beperk te wees tot die gebruik van die handboek en hulp by die onderwyser en/of maats te vra.

- "Ons het weer opgelees, en die handboek het ons gehelp om die program reg te maak."
- "Toe het ons vir die vriende langs ons gevra om net bietjie te help, want ons het nie geweet watter ander manier kan ons gebruik nie."

Oor die algemeen kom dit voor asof daar by die deelnemers uit die eksperimentele groep 'n groter bewustheid was betreffende *monitering* van hul werk gedurende die probleemoplossing ná die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae (sien bylaag M), maar dat daar nog leemtes was in hul aanwending van *ontfoutingstrategieë*. Die moontlikheid bestaan ook dat goeie *monitering* die noodsaaklikheid van die gebruik van *ontfoutingstrategieë* verminder. Hierdie tendense wat uit die individuele onderhoude met die deelnemers uit die eksperimentele groep na vore gekom het, kan moontlik 'n verklaring wees vir die groter toename in die gemiddeld van die eksperimentele groep ten opsigte van *monitering* (konstruk M6) as wat die toename in die gemiddeld ten opsigte van *ontfoutingstrategieë* (konstruk M7) tussen tydstip 2 en tydstip 3 is (sien figuur 5.7). Dieselfde tendense word ook in figure 5.16 en 5.17 voorgestel. Daarteenoor is die resultate van die onderhoude met die deelnemers uit die kontrolegroep

onvoldoende om te verklaar waarom daar by hulle 'n afname in die gemiddeld vir *monitering* tussen tydstip 2 en tydstip 3 was, terwyl daar terselfdertyd 'n toename in die gemiddeld ten opsigte van *ontfoutingstrategieë* voorgekom het (sien figuur 5.9).

Ten opsigte van die laaste konstruk van metakognitiewe bewustheid, naamlik *evaluering* (konstruk M8) was die resultate van die individuele onderhoude op tydstip 3 van só 'n aard dat daar nie tussen tydstip 1 en tydstip 3 'n duidelik waarneembare verskil by die eksperimentele groep of die kontrolegroep was nie. Deelnemers uit beide groepe het op tydstip 3 feitlik dieselfde reaksie ten opsigte van *evaluering* getoon as voorheen. 'n Deelnemer uit die kontrolegroep het byvoorbeeld op tydstip 1 soos volg gereageer:

- "[Toe julle klaar was, was julle tevrede met die produk?] Ja. [Julle het nie gekyk of daar 'n beter manier is om dit te doen nie?] Nee, ons het maar ons foute reggemaak. Ons het dit 'n paar keer getoets en elke keer die foute reggemaak."

Dieselfde deelnemer se reaksie op tydstip 3 getuig daarvan dat hulle steeds nie evaluering doen van die geskiktheid van die strategie wat gebruik is nie. Hulle evalueer steeds ook nie die moontlikheid van verskillende opsies nie, asook nie wat hulle uit die programmeringstaak geleer het nie. Sy/haar reaksie op tydstip 3 is:

- "Toe het ons hom eers gaan toets en gekyk of hy reg werk, en gekyk of die afvoer, die resultate reg is."

Die deelnemers uit die eksperimentele groep het oor die algemeen ook dieselfde soort reaksie getoon ten opsigte van *evaluering* as wat op die ander tydstippe na vore gekom het. Daar was egter een deelnemer uit die eksperimentele groep wat op tydstip 3 duidelik 'n ander benadering tot *evaluering* openbaar het as in die vorige twee onderhoude. Sy/haar reaksie op tydstip 1 met betrekking tot *evaluering* was:

- "Daar was hier en daar 'n paar 'hiccups' gewees wat ons moes verander. [Wat het julle laat besluit om te verander?] Die program het gehang, toe moes ons goed verander."

Op tydstip 2 sê hierdie deelnemer:

- "Na die tyd, dit was basies vir ons die beste oplossing wat ons kon kry tussen ons twee."

Op tydstip 3 volg hierdie deelnemer 'n totaal nuwe benadering tot *evaluering*:

- "Toe gaan ek terug in die program en kyk alles wat ons gedoen het. Toe kyk ons die deel wat ek gesê het ons moet verander, toe vat ek hom stap vir stap om te wys wat het hy daar, dat ek net seker maak hy verstaan. Toe het ons nog 'n oplossing gesoek om die toepaslikheid van die oplossing te verbeter."

Alhoewel hierdie spesifieke deelnemer 'n duidelike ontwikkeling ten opsigte van *evaluering* in die post-koderingsfase van 'n programmeringstaak toon, is die inligting wat vir beide groepe uit

die individuele onderhoude verkry is, onvoldoende om 'n sinvolle vergelyking met die resultate van die kwantitatiewe ondersoek ten opsigte van *evaluering* (konstruk M8) te maak. Figure 5.7 en 5.18 toon 'n beduidende toename tussen tydstip 2 en tydstip 3 in die gemiddeld wat deur die eksperimentele groep ten opsigte van *evaluering* behaal is, terwyl die ooreenstemmende gemiddeldes by die kontrolegroep steeds laag is (sien figuur 5.9), maar die resultate van die individuele onderhoude leen hulle nie tot onderskrywing of verklaring van hierdie tendense nie.

5.2.3.2.2 Kennisproduktiwiteit

Die resultate van die individuele onderhoude op tydstip 3 toon dat al die deelnemers uit die eksperimentele groep en die kontrolegroep op daardie stadium positief gereageer het ten opsigte van *verbeterde kenniskonstruksie*. Deelnemers uit beide groepe was van mening dat hulle die probleem beter verstaan het nadat dit in die paar bespreek is, dat hulle die bespreking sinvol gevind het, dat die bespreking tot nuwe insigte gelei het en dat hulle produktief tot die bespreking kon bydra, byvoorbeeld:

- "Ek dink so, want ek is ook een van daardie mense wat as ek 'n probleem nie verstaan nie, en ek praat hom uit, dan verstaan mens hom beter."
- "Ja, ek dink tog so. Sy het goed gesê wat sin gemaak het, wat my meer laat dink het oor die vraag."

Wat opval, is die feit dat al die deelnemers wat op tydstip 2 negatief was oor die bespreking van die probleem en die waarde daarvan, op tydstip 3 anders daaroor gevoel het. Die deelnemer uit die kontrolegroep wat op tydstip 2 gesê het "Nee, nie eintlik nie." (sien 5.2.2.2.2), verander van mening en sê op tydstip 3 "Ja, dit was sinvol", maar dit is veral by die deelnemers uit die eksperimentele groep waar 'n redelik opmerklike verskil in hul belewenis van die aspekte rakende *verbeterde kenniskonstruksie* duidelik word. Die deelnemer wat op tydstip 2 gesê het "No, not really." (sien 5.2.2.2.2), huldig op tydstip 3 die standpunt

- "Yes, it does, because you get his opinion and like you put them both (the different ideas) together and figure something out."

Tydens die individuele onderhoude op tydstip 3 was daar nie 'n opmerklike verskil ten opsigte van *verbeterde kenniskonstruksie* tussen die deelnemers uit die twee groepe nie, wat ooreenstem met die resultate van die kwantitatiewe ondersoek ten opsigte van hierdie aspek (sien konstruk K2 in tabel 5.25+ en figuur 5.6). Die positiewe verandering wat by die deelnemers uit die eksperimentele groep waargeneem is, stem ooreen met die toename in konstruk K1 soos in figuur 5.19 vir die eksperimentele groep. Dit is egter moeilik om te bepaal of die toename in hierdie konstruk by die eksperimentele groep aan die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vraelys (sien bylaag M) toegeskryf kan word, aangesien die kontrolegroep ook tussen tydstip 2 en tydstip 3 'n effense toename toon.

Probleemoplossingsvaardighede blyk op tydstip 3 steeds 'n probleem te wees. Deelnemers uit die kontrolegroep het steeds aangedui dat die probleemoplossing 'n gesamentlike poging van die lede van die paar was en hulle was steeds vaag oor hulle spesifieke bydrae, byvoorbeeld:

- "Ons al twee se oplossing eintlik. Hy ken iets anders wat ek nie ken nie, dan help ons mekaar. [Was dit die beste moontlike oplossing?] Nee, nie eintlik nie."
- "Ons het maar saam gewerk. Elkeen het 'n deel gedoen en probeer. So saam uitgewerk."

By twee van die deelnemers uit die eksperimentele groep kon 'n verandering in hul benadering tot die oplossing van die probleem bespeur word. Een van dié deelnemers het op tydstip 1 gesê:

- "[Wie het daardie oplossings voorsien?] Ons altwee. Dit het van al twee kante af gekom. [Was dit die beste oplossing?] Ek weet nie."

Dieselfde deelnemer het op tydstip 2 niks gesê wat met probleemoplossingsvaardighede verband hou nie, maar toon op tydstip 3 aan dat hulle in die paar minstens daaroor besin het of die oplossing wat hulle gekry het die beste oplossing was:

- "Ja, ek dink dit was maar die beste (oplossing). Ons het gekyk en ek dink ons kon niks beter kry nie."

'n Verdere deelnemer uit die eksperimentele groep wat 'n veranderde benadering tot die probleemoplossing openbaar, het op tydstip 1 met betrekking tot sy/haar bydrae en of hy/sy besin het of die beste moontlike oplossing verkry is, gereageer met:

- "Nee nie eintlik regtig nie, ek het net eintlik probeer uitdink hoe moet die program eers werk."

Op tydstip 3 word dit egter duidelik dat hierdie deelnemer die moontlikheid van alternatiewe oplossings oorweeg het:

- "Vir my is hierdie beste moontlike oplossing, maar daar is nog steeds ander oplossings ook."

Uit die individuele onderhoude op tydstip 3 kom daar nie 'n verskil tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep na vore nie, maar dit blyk dat daar tog 'n tendens is dat die deelnemers uit die eksperimentele groep meer bewus is daarvan om verskillende oplossings vir 'n probleem te oorweeg en die een te gebruik wat na hul mening die beste is. Hierdie positiewe verandering by die eksperimentele groep kan moontlik verband hou met die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vraelys (sien bylaag M) tydens die uitvoering van die paarprogrammeringstake tussen tydstip 2 en tydstip 3. Vergelyking van die resultate van die individuele onderhoude stem grootliks ooreen met dit wat in tabel 5.25 en figuur 5.6 ten opsigte van *verbeterde probleemoplossingsvaardighede* (konstruk K2) vir die twee groepe aangedui is. Die tendens van 'n effense verbetering by die eksperimentele groep wat tydens die individuele

onderhoude by die eksperimentele groep opgemerk is, onderskryf die toename in konstruk K2 in die geval van hierdie groep soos uit figuur 5.20 blyk.

Ten opsigte van *konseptuele verandering van individuele perspektiewe,* wat nou verwant is aan die probleemoplossingsproses, kon daar nie uit die individuele onderhoude afgelei word dat in enigeen van die eksperimentele groep of die kontrolegroep 'n opsigtelike verandering plaasgevind het of dat daar 'n uitstaande verskil tussen die groepe is nie. Deelnemers uit beide groepe het ten opsigte van hierdie aspek gereageer op 'n wyse wat soortgelyk aan hul reaksie op tydstip 2 was. Dit het oor die algemeen geblyk dat die deelnemers, uit beide die groepe, met hul maats se idees gekonfronteer is en dat hulle dan in sommige gevalle nodig het om hul eie idees te verander, byvoorbeeld:

- "Ek het party goed vir haar gesê wat ons kon probeer. En dan het sy weer ander voorstelle gemaak, dan het ek maar vir haar geluister en gesê ons kan dit probeer."
- "Ja, daar was nogal baie sulke plekke gewees (waar ons verskillende idees gehad het). Hy wou ... (beskrywing van programmeringstrategie) ... en toe het ek my opinie van daar af verander."

Die individuele onderhoude het dus nie lig gewerp op 'n verskil tussen die groepe of dat een van die groepe tussen tydstip 2 en tydstip 3 verander het nie. Die feit dat die groepe hier op tydstip 3 nie blyk van mekaar te verskil betreffende *konseptuele verandering van individuele perspektiewe* nie, onderskryf die waarneming van die kwantitatiewe ondersoek na konstruk K3 soos in tabel 5.25 en figuur 5.6 weergegee. Figuur 5.21 toon tussen tydstip 2 en tydstip 3 'n toename vir die eksperimentele groep vir konstruk K3 en terselfdertyd 'n afname vir die kontrolegroep, maar die resultate van die individuele onderhoude is onvoldoende om dit te onderskryf of te verklaar. Dit is dus uit die individuele onderhoude nie duidelik of die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae 'n bydrae gelewer het tot die toename in konstruk K3 vir die eksperimentele groep nie.

Tydens die individuele onderhoude wat op tydstip 3 gevoer is, het dit duidelik geword dat die deelnemers uit die kontrolegroep se *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* dieselfde gebly het. 'n Deelnemer uit die kontrolegroep, van wie dit reg van die begin duidelik was dat hy/sy oor goeie metakognitiewe vaardighede en 'n hoë mate van kennisproduktiwiteit beskik, se reaksie op tydstip 2 was:

- "Ja, ons maak heeltyd seker dat ons op dieselfde vlak is, as die een nie verstaan nie, dan verduidelik die ander een eers."

Op tydstip 3 was hierdie selfde deelnemer se reaksie:

- "Ja, want ons werk nog steeds in 'n span, en as een nie verstaan nie, kan dit nie klaar kom nie."

Twee ander deelnemers uit die kontrolegroep het op tydstip 1 onderskeidelik gesê:

- "Maar ek voel meer verantwoordelik vir myself as vir hom."
- "Ons sal dit nie ewe goed verstaan nie, maar dit sal goed wees vir die ander een dat sy dit ook goed verstaan. [Dink jy die mate waarin jou maat presteer is jou verantwoordelikheid?] Nee."

Op tydstip 3 is dieselfde twee deelnemers se reaksie onderskeidelik:

- "Wel, vir die spesifieke taak voel ek verantwoordelik daarvoor dat sy ook moet verstaan. Maar in die lang duur dink ek nie dis my verantwoordelikheid nie."
- "Nee, ek dink tog dis jou maat se verantwoordelikheid dat sy kyk dat sy dit verstaan. Maar dit sal goed wees. [Maar dis nie jou verantwoordelikheid nie?] Nee."

Uit hierdie voorbeelde kan afgelei word dat dit blyk dat die deelnemers uit die kontrolegroep se *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* dieselfde gebly het. Uit die individuele onderhoud met een van die deelnemers uit die eksperimentele groep het dit geblyk dat die *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* op tydstip 3 vir hom/haar belangriker was as wat dit op tydstip 2 voorgekom het. Hierdie deelnemer uit die eksperimentele groep het op tydstip 2 ten opsigte van hierdie aspek redelik min te sê gehad oor hierdie aspek, naamlik

- "Ja, ek dink ons albei het gelyke kans gekry. [En dink jy dat julle uiteindelik die program ewe goed verstaan het toe julle klaar is?] Ja."

In dieselfde deelnemer se onderhoud op tydstip 3 is sy/haar antwoord meer beskrywend en word sy/haar antwoord ook gemotiveer.

- "Ek dink dit is baie belangrik dat ons al twee weet waaroor ons werk, want as ons nou moet saam programmeer en so, moet ons al twee weet waaroor dit gaan. Ons moet goed kommunikeer en verantwoordelikheid vir mekaar aanvaar."

Die individuele onderhoude met die ander deelnemers uit die eksperimentele groep het nie veel verskil van hul vorige reaksies ten opsigte van hul *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* nie. Die resultate van die onderhoude kan dus nie verklaar waaraan die redelik groot toename met betrekking tot *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* (konstruk K4), soos in die kwantitatiewe ondersoek verkry (sien tabel 5.25, asook figure 5.6 en 5.22), toegeskryf kan word nie. Die navorser is van mening dat hierdie toename te make het met die feit dat die programmeringspaar die selfgerigte metakognitiewe vraelys (sien bylaag M) saam moes voltooi, wat hulle meer bewus gemaak het van die belangrikheid daarvan dat beide lede van die paar die probleem en die oplossingsproses ewe goed moet verstaan, dat duidelike,

interaktiewe kommunikasie noodsaaklik is om dit te bewerkstellig en dat hulle sodoende 'n groter verantwoordelikheid vir mekaar se prestasie ontwikkel het.

Betreffende die aspek van *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses* het die individuele onderhoude op tydstip 3 nie 'n verskil tussen die deelnemers uit die eksperimentele groep en die kontrolegroep uitgewys nie. Die individuele onderhoude met die deelnemers uit die eksperimentele groep het ook nie op tydstip 3 'n waarneembare verskil met hul vorige onderhoude ten opsigte van hierdie aspek getoon nie. In beide groepe was die meerderheid van die deelnemers steeds van mening dat hulle gedurende interaksie die meeste aangaande kommunikasie en spesifieke strategieë om die probleem op te los geleer het en dat hulle dit in die toekoms sou kon toepas, byvoorbeeld:

- "Ja, ek het soos 'n nuwe tegniek geleer. Om vinniger die goed te tik en vinniger die oplossing te kry."
- "Die saamwerk het my geleer om in 'n groepie dalk saam te werk eendag. En om ander se idees te deel, en te luister daarna."

Net soos op tydstip 1 en tydstip 2 is dit dus nie moontlik om ten opsigte van hierdie aspek (konstruk K5) die resultate van die kwantitatiewe ondersoek (sien tabel 5.27, figuur 5.6 en figuur 5.23) op grond van die resultate van die individuele onderhoude te verklaar of te bevestig nie.

Uit bostaande bespreking van die resultate van die individuele onderhoude op tydstip 3 is dit duidelik dat die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae deur die deelnemers uit die eksperimentele groep in 'n mindere of 'n meerdere mate hul metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit verhoog het. Alhoewel dit in sommige gevalle nie moontlik was om die resultate van die kwantitatiewe ondersoek te verklaar of te onderskryf nie, het die individuele onderhoude lig gewerp op die spesifieke aspekte van elke konstruk wat deur die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae verhoog is.

5.2.3.2.3 Addisionele vraag i.v.m. gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae

Op tydstip 3 is 'n addisionele vraag (sien vraag 9 in bylaag K) aan die deelnemers uit die eksperimentele groep gerig om hul mening te kry rakende die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae (bylaag M) tydens die uitvoering van 'n paarprogrammeringstaak en die geleentheid om hul denke en werkswyse in die individuele joernale te formuleer. Hierdie vrae is geanaliseer met betrekking tot hul menings oor

- die *werkswyse* wat gevolg is met die beantwoording van die selfgerigte metakognitiewe vrae en die joernale;

- die *waarde* van die metakognitiewe benadering tot die uitvoering van die programmeringstaak; en
- die *aanleer* van 'n metakognitiewe benadering tot leer.

Al vyf die deelnemers was dit eens dat die *werkswyse* wat gevolg is met die beantwoording van die selfgerigte metakognitiewe vrae en die voltooiing van die joernale baie van hul tyd in beslag geneem het en hul werk aan hul rekenaarprogramme onderbreek het. Dit was veral waar omdat die vrae beantwoord moes word in dieselfde tyd wat hul tot hul beskikking gehad het om 'n programmeringstaak in die klas te voltooi. Een van die deelnemers het die mening uitgespreek dat dit mettertyd vinniger sou gaan, namate die werkswyse meer ingeoefen word. Die onderstaande is voorbeelde van hul reaksies:

- "Terwyl jy gedink het, moes jy eers weer gedink het wat het jy nou weer vergeet. Dan vat jy die lys. Dan wys jy jy het gedink aan iets. Want jy hoop alles op tot voor die oplossing. Dan moet jy weer daardie ding gaan invul. Dan moet jy eers weer gaan doen wat jy gedoen het tydens die oplossing, en dit is 'n onderbreking."
- "Dit was vir my nogal baie snaaks om te lees, en dan met die program weer te werk, en om seker te maak, en op spoor te bly. Ja, dit het nogals baie van my tyd gevat."

Ten opsigte van die *waarde* van dié metakognitiewe benadering tot die uitvoering van die programmeringstaak was vier van die vyf deelnemers baie positief en selfs opgewonde, soos blyk uit hulle antwoorde:

- "Een wat hulle gevra het, wat ek nie gedoen het nie, is om seker te maak ek is nog steeds op die regte pad. Maar naderhand het ek dit begin regkry om outomaties te sien ek moet eers hersiening doen voor ek voort kan gaan. Ek het dit al hoeveel keer beleef dat ek net aangaan en aangaan, dan kom ek by die verkeerde plek uit, en dan moet ek in elk geval weer begin."
- "Ja, dit het ons gehelp om te sien of ons stap vir stap alles reg gedoen het. Miskien as ek groter is, kan ek dit stap vir stap reg doen. [Is dit die moeite werd om dit aan te leer?] Ja, want jy doen dit dan alles stap vir stap reg."
- "It did (help) a lot, 'cause we strategised what we had and compared to what they basically asked for. So it helped a lot. [Do you think this is a method that one can use in all your programming exercises?] Yes, it is a very good method."
- "Ja, want ek het dit gebruik gedurende die eksamen, toe ons die 'practical' geskryf het, toe vra ek vir myself die vrae wat hier gevra is. Ek weet nie hoe ek dit onthou het nie, maar toe onthou ek dit op daardie tydstip. En dit het my gehelp."

Hierteenoor het die vyfde deelnemer nie die waarde of nut van die metakognitiewe benadering ervaar nie, moontlik omdat hy/sy dalk nie die metode reg toegepas het nie of dit reeds genoegsaam toepas. Sy/haar reaksie was bloot:

- "Ek het nie die verskil gesien nie."

Laastens is die deelnemers se antwoorde ontleed met betrekking tot hul mening oor die *aanleer* van só 'n metakognitiewe benadering tot rekenaarprobleemoplossing. Die vier deelnemers wat positief was oor die waarde daarvan, was ook almal van mening dat die benadering met verloop van tyd aangeleer en ontwikkel kan word, byvoorbeeld:

- "Ja, want jy leer dit aan na 'n rukkie."
- "Ja, een van hulle het klaar 'n gewoonte geword, soos die hersiening na die program. Ek gaan kyk, en maak seker wat ek geleer het en alles."

Dit was weer net die een deelnemer wat nie positief was oor die metakognitiewe benadering nie, wat ook van mening was dat dit moeilik sal wees om dit aan te leer. Sy/haar reaksie was:

- "Jy gaan sukkel om iemand te kry tot daar. Ons het so gesukkel. Die eerste vraag kan ek nou nog nie onthou nie."

Interessant genoeg gee dieselfde deelnemers in dieselfde asem 'n aanduiding dat hy/sy tog van metakognitiewe tegnieke gebruik maak wat reeds onbewustelik ontwikkel het, want hy/sy sê die onderstaande direk ná bostaande sin:

- "Baie goed is ook maar vanself wat jy doen, jy kom nie agter jy doen dit nie, dit kom net vanself af."

Uit die onderhoude met hierdie vyf deelnemers uit die eksperimentele groep is dit duidelik dat die meeste van hulle van mening is dat die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae 'n belangrike positiewe rol kan speel in hul benadering tot die oplossing van 'n probleem tydens paarprogrammering. Die aanvanklike implementering van die metakognitiewe benadering sal van hulle verg om van die tyd wat hulle tot hul beskikking het om 'n paarprogrammeringstaak uit te voer aan die voltooiing van die selfgerigte metakognitiewe vraelys af te staan. Namate hulle die benadering gebruik, kan dit uiteindelik gewoonte en deel van hul leermondering te word.

5.2.4 Individuele joernale

Die individuele joernale wat deur lede van die eksperimentele groep bygehou is, is ontleed en die resultate daarvan word vervolgens gerapporteer:

5.2.4.1 Gebruik van selfgerigte metakognitiewe vrae tydens paarprogrammering

Gedurende die intervensietydperk het die deelnemers in die eksperimentele groep elkeen vyf paarprogrammeringstake uitgevoer. Die take is op 'n weeklikse basis uitgevoer en het van tydstip 2 na tydstip 3 progressief in moeilikheidsgraad toegeneem. Tydens die uitvoering van elk van die vyf take het die deelnemers die kontrolelys met selfgerigte metakognitiewe vrae (PIP-vrae) van bylaag M gebruik om hulle aktiwiteite en denke te rig. Onderaan die bladsy moes hulle die nommers van die metakognitiewe aktiwiteite waaraan hulle in elke betrokke taak nie aandag gegee het nie en wat, na hulle mening, in toekomstige take meer aandag moes geniet, neerskryf. In tabel 5.27 word 'n opsomming gegee van die persentasie deelnemers wat by elk van die vyf paarprogrammeringstake die aktiwiteite waaraan hulle tydens die betrokke taak nie aandag gegee het nie, maar wat hulle tog as belangrik beskou vir toekomstige paarpogrammeringstake, aangetoon het.

Tabel 5.27 Selfgerigte metakognitiewe vrae wat tydens take nie aandag geniet het nie

Nr.	Vraag	Taak 1	Taak 2	Taak 3	Taak 4	Taak 5
Pre-koderingsfase						
1	Het ons die belangrikste inligting wat gegee is geïdentifiseer?	11.1	0	0	0	0
2	Verstaan ons presies watter uitkomste ons moet bereik in die oplossing van hierdie probleem?	22.2	5.6	0	0	0
3	Het ons gedink oor aspekte van die probleem wat reeds vir ons bekend is?	27.8	0	0	0	5.9
4	Het ons besin oor bronne waaruit ons hulp kan kry met die oplos van die probleem?	27.8	22.2	0	6.6	5.9
5	Ken ons strategieë/prosedures wat toepaslik is om die probleem op te los?	16.7	5.6	0	0	0
6	Het ons besluit oor die volgorde waarin die strategieë/prosedures aangewend moet word?	61.1	22.2	0	6.6	5.9
Intra-koderingsfase						
7	Maak ons deurlopend seker dat ons verstaan waarmee ons besig is?	0	0	0	20	0
8	Maak ons deurlopend seker dat ons nog op die regte spoor is?	0	0	6.3	0	0
9	Dink ons oor waar elke stap inpas by dit wat reeds gedoen is en wat volgende gedoen moet word?	16.7	5.6	0	6.7	5.9
10	Identifiseer en maak ons foute reg soos wat die kodering vorder?	0	5.6	0	6.7	5.9
11	Verander ons die beplanning van die oplossing as dit nodig is?	16.7	0	0	0	0
12	Moniteer ons die vordering wat met die kodering gemaak word?	22.2	11.1	0	13.3	5.9
13	Raadpleeg ons die beskikbare bronne as ons hulp nodig het?	16.7	5.6	6.3	6.7	11.8

Tabel 5.27 Selfgerigte metakognitiewe vrae wat tydens take nie aandag geniet het nie (vervolg)

Nr.	Vraag	Taak 1	Taak 2	Taak 3	Taak 4	Taak 5
Post-koderingsfase						
14	Het ons gekontroleer of die verwagte uitkomste bereik is?	11.1	11.1	12.5	6.7	11.8
15	Het ons gedink oor of die beste moontlike strategieë/ prosedures gebruik is om die probleem op te los?	22.2	22.2	12.5	20	17.6
16	Het ons besin oor wat moontlik anders gedoen kon word?	55.6	33.3	18.8	20	11.8
17	Sal ons dieselfde denkrigting in die toekoms in soortgelyke probleme kan toepas?	5.6	0	6.3	0	0
18	Het ons gedink oor wat ons uit die oplos van hierdie spesifieke probleem geleer het?	5.6	5.6	0	6.7	5.9

Uit bostaande tabel word waargeneem dat die meerderheid van die vrae tydens die eerste voltooiing van die joernaal deur een of meer deelnemers aangetoon is as dat hulle met die uitvoer van taak 1 nie daaraan aandag gegee het nie, maar dat dit in toekomstige take meer aandag moet geniet. Vrae 7 ("Maak ons deurlopend seker dat ons verstaan waarmee ons besig is?"), 8 ("Maak ons deurlopend seker dat ons nog op die regte spoor is?") en 10 ("Identifiseer en maak ons foute reg soos wat die kodering vorder?") is deur geen deelnemer aangedui nie, moontlik omdat leerders in graad 11 reeds daarvan bewus is dat hierdie aspekte noodsaaklik is vir die voltooiing van 'n programmeringstaak. Daarteenoor het groot persentasies van die deelnemers vrae 6 en 16 aangedui. Van die deelnemers het 61.1% aangedui dat hulle met die uitvoer van die taak nie aan die aspek wat deur vraag 6 ("Het ons besluit oor die volgorde waarin die strategieë/prosedures aangewend moet word?") betrek word, aandag gegee het nie, en 55.6% het aangedui dat hulle nie aan die aspek wat deur vraag 16 ("Het ons besin oor wat moontlik anders gedoen kon word?") betrek word, aandag gegee het nie.

Die persentasies wat in die pre-koderingsfase in tabel 5.27 aangedui word, toon oor die algemeen 'n afname van taak 1 na taak 5. Dit is veral by vraag 6 waar 'n drastiese afname waargeneem kan word. Hierdie afname dui moontlik daarop dat die deelnemers oor die algemeen van taak 1 na taak 5 al hoe meer die metakognitiewe aktiwiteite in die pre-koderingsfase uitgevoer het en veral aandag gegee het aan die hul besluitneming oor die volgorde waarin hulle die strategieë/prosedures tydens die oplossingsproses gaan aanwend.

In die intra-koderingsfase in tabel 5.27 is die verandering in die persentasies nie so patroonmatig as wat dit in die pre-koderingsfase is nie. Dit wil tog voorkom asof daar meer deelnemers was wat tussen taak 1 en taak 5 meer aandag gegee het daaraan om te dink oor waar elke stap inpas by dit wat reeds gedoen is en wat volgende gedoen moet word (vraag 9), om die beplanning van die oplossing te verander as dit nodig is (vraag 11), om die vordering

wat met die kodering gemaak word te monitor (vraag 12) en om toepaslike bronne te raadpleeg as hulle hulp nodig het (vraag 13). Die 20% wat in taak 4 ten opsigte van vraag 7 ("Maak ons deurlopend seker dat ons verstaan waarmee ons besig is?") aangeteken is, verskil van die algemene tendense in die intra-koderingsfase.

Met die uitsondering van vraag 16 toon die persentasies in die post-koderingsfase min verandering tussen taak 1 en taak 5. Dit blyk dat die deelnemers tot 'n groter mate aandag gegee het aan die aspek wat deur vraag 16 ("Het ons besin oor wat moontlik anders gedoen kon word?") betrek word en gevolglik die redelike groot afname in die persentasie wat aandui dat hulle nie in 'n betrokke taak aandag aan hierdie aspek gegee het nie. As die persentasies by taak 5 in die post-koderingsfase met die ander twee fases vergelyk word, wil dit voorkom asof deelnemers minder aandag gegee het aan die metakognitiewe aktiwiteite van die post-koderingsfase as wat in die ander twee fases die geval was.

5.2.4.2 Invloed van selfgerigte metakognitiewe vrae op deelnemers se denke en aksies

Met voltooiing van die drie vrae van bylaag N moes die deelnemers in die eksperimentele groep tydens die intervensietydperk elkeen kortliks beskryf hoe die selfgerigte metakognitiewe vrae sy/haar denke gerig het en hom/haar gehelp het om elk van die paarprogrammeringstake uit te voer. Hierdie drie vrae hou verband met die pre-koderingsfase, die intra-koderingsfase en die post-koderingsfase tydens die uitvoering van 'n programmeringstaak.

Analise van die deelnemers se joernaalinskrywings met betrekking tot die invloed van die selfgerigte metakognitiewe vrae (PIP-vrae, sien 3.6) op hul denke en aktiwiteite in elk van hierdie fases (bylaag N), het 'n aantal kernaspekte (temas) opgelewer wat vervolgens gelys word. Elke kernaspek word geïllustreer deur een of meer aanhalings uit die individuele joernale van die deelnemers. Dieselfde aanhaling kan meer as een keer gebruik word as dit meer as een kernaspek betrek. Dieselfde konvensie wat gebruik is vir die rapportering van die individuele onderhoude word ook vir die joernale aangewend: aanhalings word in aanhalingstekens gedruk en, waar nodig, het die navorser 'n woord/woorde in die aanhalings ingevoeg om die verstaanbaarheid te verhoog, deur dit in ronde hakies te tik.

5.2.4.2.1 Pre-koderingsfase

- Deelnemers dui aan dat die gebruik van die PIP-vrae hul aandag op aktiwiteite wat andersins nie uitgevoer sou word nie, gevestig het.
  - ➢ "Ons het op areas gekonsentreer wat ons normaalweg nie aandag aan sou gee."

- "Die vrae was goeie riglyne om te kan sien oor watter aspekte van die probleem ek nog moet dink en meer aandag aan gee."

- Deelnemers se aandag word deur die PIP-vrae op die belangrikheid van probleemanalise gefokus.
  - "Ons beplanning en analise van die probleem (het) verbeter".
  - "Ons het bespreek wat dit (die probleem) behels en 'n TVA-tabel gebruik (om die probleem te ontleed)."

- Deelnemers word deur die PIP-vrae gelei om deeglike beplanning van 'n oplossing te doen voordat hulle met kodering begin.
  - "Ek het gekyk na wat ons wil bereik en die stappe het my gehelp om tot 'n mate beter te beplan oor wat ons wil bereik."
  - "Om beter beplanning te doen voor ons die taak begin (kodeer)."
  - "Na die eerste program het ons die vrae weer deur gelees en het baie beter beplan voor ons die program begin het, wat baie gehelp het."

- Inskrywings in die individuele joernale laat dit duidelik blyk dat die PIP-vrae die deelnemers tot 'n groter mate laat dink het oor die keuse van toepaslike strategieë of prosedures om die probleem op te los.
  - "Dat jy alles wat moontlik nodig is om te programmeer moet ken en verstaan om die beste moontlike manier te kry om dit te laat werk."
  - "Ons het saam na die probleem gekyk en het saam na die moontlike oplossings gekyk en met mekaar uitredeneer tot die beste een gevind was."
  - "(Ons het) meer besluit oor watter prosedures, ens. ons gaan gebruik in die program."
  - "Alle moontlike opsies is geïdentifiseer en 'n algoritme is uitgewerk van hoe ons die probleem gaan oplos."

- Die PIP-vrae lei die deelnemers tot die gebruik van toepaslike bronne.
  - "Dat wanneer jy vashaak jy bronne kan raadpleeg en nie in sak en as moet verval nie."

  Een van die deelnemers laat blyk dat die PIP-vrae hom/haar gelei het om te besef waar sy/haar moontlike probleem met die oplossing lê deur die onderstaande inskrywing in die joernaal:
  - "Ons het nie al die strategieë geken nie en ook nie die nodige bronne gebruik nie."

- Die PIP-vrae beïnvloed die wyse waarop die deelnemers oor die probleem in die pre-koderingsfase dink.

- ➢ "Dit het my laat besef belangrike inligting kan jou denkwyse 'n hupstoot in 'n ander rigting gee."
- ➢ "Ek het die belangrikste inligting geïdentifiseer, ons het saam gekyk na hoe ons die program gaan laat werk, wat hy moet doen en ook hoe ons dit gaan regkry. Met ander woorde my denke het heeltemal verander as tevore en die vrae was goeie riglyne."
- ➢ "Dit het my denkwyse verander toe ek gedink het oor hoe ek aanvanklik oor die probleem gedink het."
- ➢ "Mens dink meer oor die taak as mens beplan in plaas van net weg te spring en te programmeer."

- Die deelnemers word deur die PIP-vrae gelei om hul doelwit met die oplos van 'n probleem en die verwagte uitkomste daarvan vir hulself te duidelik te maak.
  - ➢ "Dit is baie belangrik dat die doel van die program geïdentifiseer word."
  - ➢ "Ons moes heeltyd fokus op wat gedoen moet word."
  - ➢ "Ons het voor ons begin het seker gemaak dat ons weet wat om te doen en hoe ons dit kan doen."
  - ➢ "Het alles geïdentifiseer wat gedoen moet word."

- Die PIP-vrae laat die deelnemers opnuut die noodsaaklikheid besef daarvan om belangrike inligting wat in die probleem gegee word te identifiseer en te interpreteer.
  - ➢ "Dit het my laat besef daar is belangrike inligting wat jy moet kry of opspoor en moet interpreteer voordat jy kan begin met programmering."
  - ➢ "(Die vrae) help om inligting te identifiseer, om die probleem te verstaan, om 'n strategie te kry."

- Enkele deelnemers het aangetoon dat hulle reflekteer oor aspekte van die probleem wat vir hulle bekend is, maar min inskrywings is hieroor in die joernale gemaak.
  - ➢ "Ek dink oor vorige programme wat ek gedoen het."

- Die PIP-vrae laat die deelnemers besef hoe belangrik dit is om 'n probleem eers te verstaan voordat dit opgelos kan word.
  - ➢ "Ons het voldoende beplanning gemaak en die probleem eers verstaan."
  - ➢ "(Die vrae) help om inligting te identifiseer, om die probleem te verstaan, om 'n strategie te kry."

Bogenoemde kernaspekte tydens die pre-koderingsfase wat uit die deelnemers se joernale na vore gekom het, toon 'n ooreenstemming met die elemente van metakognitiewe beplanning wat uit die literatuurstudie geïdentifiseer is, soos in figuur 3.4 weergegee. Die een belangrike

element van beplanning wat in figuur 3.4 aangedui is, maar wat nie deur die deelnemers in hul joernaalinskrywings aangeraak is nie, is die kwessie van tydsbesteding. Die beplanning van tydsbesteding as metakognitiewe aktiwiteit is wel in bylaag L (wat voor in die deelnemers se individuele joernale ingebind was) aangedui, maar nie deur 'n enkele deelnemer genoem nie.

Voorts het enkele deelnemers tydens hul joernaalinskrywings algemene opmerkings gemaak oor die gebruik van die PIP-vrae in die pre-koderingsfase, bv.

- "Die vrae het onsettend gehelp, sonder dit sou ons méér gesukkel het."
- "Ons het geweet, nadat ons na die vrae gekyk het, wat ons moet doen en a.g.v. dit het ons dit makliker reggekry."

5.2.4.2.2 Intra-koderingsfase

- Deelnemers se aandag word deur die PIP-vrae daarop gevestig om deurlopend seker te maak dat hulle nog op die regte spoor is met betrekking tot die beplanning wat hulle gedoen het.
  - "Ons het seker gemaak dat dit wat ons probeer is wat die opdrag van ons vra."
  - "Ons het gereeld na die probleem gekyk en seker gemaak dat dit wat ons doen is wat die probleem wil hê ons moet doen."
  - "Die vrae het ons gehelp om op die regte pad te bly en om seker te maak ons verstaan wat ons doen."

- Indien die deelnemers hulp nodig gehad het, is bronne geraadpleeg. Enkele deelnemers het ook verwys na die gebruik van vorige soortgelyke programme as hulpbron.
  - "(Ons) gebruik ons bronne om seker te maak dat ons op die regte spoor is."
  - "Ons het ook weer teruggegaan handboek toe om seker te maak van stellings."
  - "Nagaan van werk, opsoek van vorige soortgelyke programme"

- Die PIP-vrae lei die deelnemers om foute te identifiseer en reg te stel soos wat die kodering van die probleem vorder.
  - "Maak foute reg soos kodering vorder."
  - "Ek het gereeld gekyk of die program 'run' en as dit nie 'run' nie sal ek dadelik eers probeer om die fout reg te stel."

- Deelnemers dui aan dat hulle die koderingsproses stap vir stap uitvoer, maar dit is nie duidelik of hulle gedurende die proses regtig besin oor waar elke stap inpas by wat reeds gedoen is en wat volgende gedoen moet word nie.

- "(Ons het) gekyk na die beplanning en alles wat saam volg stap vir stap gedoen. Elke punt het gevolg, stap vir stap."
- "Die algoritme is stap vir stap gevolg en geprogrammeer en elke sintaksfout is reggemaak wat voorgekom het."

- Indien nodig, is die beplanning van die oplossing wat aanvanklik deur deelnemers gedoen is, verander.
  - "Ons het ons beplanning verander met die verloop van die program as ons moes."
  - "Dit het ons gehelp om ons beplanning gedurende die program so bietjie te verander soos wat die foute plaasvind."
  - "Ek het vasgehaak en punt nr. 11 het my gehelp deur die beplanning bo te verander."
    (PIP-vraag 11 is "Verander ons die beplanning van die oplossing as dit nodig is?").

- As uitvloeisel van die besluit om gedurende die kodering van 'n rekenaarprogram die beplanning te verander, is dit dikwels nodig om die oplossingstrategie(ë) te verander.
  - "Ons het nie gewoonlik alternatiewe strategieë oorweeg nie, terwyl vir die program, was die soek na ander strategieë nodig."
  - "Ek het geweet wat ek moet doen, maar soos ons voortgegaan het, het ek oor ander maniere gedink oor hoe ons dit kan doen."

- Die PIP-vrae het die deelnemers gelei om deurgaans seker te maak dat hulle verstaan waarmee hulle besig was terwyl hulle 'n paarprogrammeringstaak uitgevoer het.
- "Ons het seker gemaak dat ons verstaan wat ons doen en op die regte spoor is."
- "Ons het heeltyd, terwyl ons programmeer, ons vordering gereeld nagegaan asook heeltyd gesorg dat ons die probleem verstaan."
- "Die vrae het ons gehelp om op die regte pad te bly en om seker te maak ons verstaan wat ons doen."

- Deelnemers se aandag is deur die PIP-vrae daarop gevestig om deurlopend te monitor of vordering met die kodering gemaak word.
  - "Ons het heeltyd, terwyl ons programmeer, ons vordering gereeld nagegaan asook heeltyd gesorg dat ons die probleem verstaan."
  - "(Ek/ons) verstaan (die) probleem deurlopend en analiseer (my/ons) vordering."

- Slegs een deelnemer het gedurende die intra-koderingsfase aangedui dat hy/sy sy/haar tydsbesteding kontroleer.
  - "Ons hou by met die tyd en verstaan deurlopend die probleem."

Die kernaspekte wat in bostaande bespreking van die deelnemers se joernaalinskrywings tydens die intra-koderingsfase uitgelig is, stem ooreen met die elemente van metakognitiewe monitering wat uit die literatuur verkry is (soos in figuur 3.4 weergegee). Dit kom voor asof die PIP-vrae die deelnemers in 'n groot mate gelei het om die toepaslike metakognitiewe aktiwiteite gedurende hierdie fase uit te voer.

Algemene opmerkings wat deelnemers in hul individuele joernale gemaak het in verband met die gebruik van die PIP-vrae gedurende die intra-koderings dui daarop dat die gebruik van die PIP-vrae vir hulle waardevol was.

- "Die vrae het my laat agterkom wat ek uitlos in die probleem en die dinge waarmee ons gesukkel het, was die vrae waaroor ons nie gedink het nie. Die vrae het ons aanleiding gegee tot die oplos van die probleem omdat ons meer oor sekere aspekte gedink het nadat ons deur die vrae gelees het."
- Weereens het ons op aspekte gefokus waarop ons nie normaal sou aandag aan gee nie."
- "Ons kon gefokus bly deur die stappe te volg."
- "Daar was belangrike punte wat ons gemis het soos nr. 11 ("Verander ons die beplanning van die oplossing as dit nodig is?") en toe ons vashaak kon die vrae ons help, veral punt nr. 7 ("Maak ons deurlopend seker dat ons weet waarmee ons besig is?")."

Daar was egter ook 'n geval waar 'n deelnemer laat blyk het dat hy/sy reeds oor die nodige metakognitiewe moniteringsvaardighede beskik.

- "Dit het my nie veel gehelp om beter te kodeer nie, omdat ek gewoonlik amper sulke strategieë probeer as ek kodeer."

5.2.4.2.3 Post-koderingsfase

- Deelnemers dui aan dat hulle deur die PIP-vrae gelei is om hul programme te evalueer om te bepaal of die verwagte uitkomste bereik is.
  - "(Ons het) gekontroleer of ons die regte uitkomste bereik het."
  - "Ons het alles getoets en het gesien dat die program werk en presies doen wat ons wil hê dit moet doen."
  - "Dit het ons laat vra of wat ons reggekry het reg is en of ons program alles doen wat ons wou hê dit moet kan doen."

- Die PIP-vrae lei deelnemers om hul oplossingsprosesse te evalueer om te bepaal of die beste moontlike oplossing verkry is.

- "Aan die einde van die program het ons alles getoets en gekyk of dit die beste manier was om die program te skryf."
- "Alles het reg gewerk, maar die beste moontlike oplossing was nie gebruik nie."

- Die effektiwiteit van die strategieë of prosedures wat gebruik is, is geëvalueer.
  - "Jy kan sien of jy reg gewerk het en of jy die beste prosedures gebruik het."
  - "Ons het gekyk of die program reg werk en die beste manier gebruik het om die program op te los."

- Op grond van die PIP-vrae besin die deelnemers oor wat hulle moontlik anders kon gedoen het in die uitvoering van die programmeringstaak.
  - "Ons het gekyk wat kan ons anders gedoen het en goed wat ons kan by sit."
  - "Ons het gekyk na beter oplossings en die program daarvolgens verander en die beste moontlike manier gevind."
  - "Punt nr. 16 ("Het ons besin oor wat moontlik anders gedoen kon word?") het ons nie gedoen nie en toe ons dit later toepas kon ons die program verbeter."

- Deelnemers is deur die PIP-vrae gelei om te besin oor die moontlikheid om in die toekoms dieselfde denkrigting in soortgelyke probleme toe te pas.
  - "Ons sal die kennis weer vorentoe in 'n ander taak kan gebruik."
  - "Om te besef dat ek die probleemoplossing in ander programme ook kan gebruik."
  - "Die fase laat jou dink 'wat jy' en 'waar jy' dieselfde kennis kan gebruik en toepas."

- Die PIP-vrae het deelnemers laat dink oor wat hulle tydens die uitvoering van die spesifieke taak geleer het.
  - "Ons het gedink oor wat ons nuut geleer het. Ekself het niks nuut geleer nie, maar die drywer het nuwe insig verkry deur oor die kode te dink."
  - "Dit (die PIP-vrae) het ons gefokus gehou en het ons laat fokus op wat ons nuut geleer het."
  - "Met hierdie program het ons nuwe maniere geleer om goed saam te gebruik."

- Enkele deelnemers dui aan dat die PIP-vrae in hierdie fase hulle laat besin het oor of hulle die spesifieke oplossing verstaan.
  - "Laat my dink of alles werk soos dit moet en dat ek dit verstaan."
  - "Ons het seker gemaak dat ons al twee weet en verstaan wat daar aangaan."

Die waarde van die wyse waarop deelnemers se denke deur die gebruik van die PIP-vrae in die post-koderingsfase gerig is, word deur die onderstaande joernaalinskrywing beklemtoon:

- "Hierdie vrae het my laat dink oor die probleem en of ons alle aspekte van die probleem aangespreek het. Dit het my laat dink of ons die probleem reg benader

het en of ons die verwagte uitkomste bereik het. Dit het ook vir my 'n manier gegee hoe om die probleem te benader om dit moontlik beter op te kan los. Dit was vir my waardevol."

Die kernaspekte met betrekking tot die post-koderingsfase, soos hierbo aangedui, is soos wat dit uit die individuele joernale na vore gekom het. As hierdie kernaspekte wat deur die deelnemers uitgelig is, vergelyk word met die elemente van metakognitiewe evaluering soos uit die literatuurstudie verkry (sien figuur 3.4), blyk dit dat die deelnemers wel deur die PIP-vrae gelei is tot die uitvoering van die toepaslike metakognitiewe aktiwiteite tydens hierdie fase. Die een ekstra aspek waaraan deelnemers deur inskrywings in die individuele joernale aandag gegee het en wat nie in figuur 3.4 aangedui is nie, is die kwessie van *verstaan van die oplossing*. Hierdie inskrywings kan moontlik daaraan toegeskryf word dat die betrokke deelnemers nie tydens die pre-koderingsfase en/of intra-koderingsfase reeds die oplossing goed verstaan het nie en hier aan die einde van die oplossingsproses wou verseker dat hulle dit wel verstaan.

5.3 SAMEVATTING

Die doel van hierdie hoofstuk was om die data wat met die vraelyste, die individuele onderhoude en die individuele joernale verkry is, asook die toepaslike ontledings daarvan, volledig weer te gee. Die belangrikste aspekte wat uit die ontleding van die data duidelik geword het, is dat –

- die faktoranalise die konstrukverdeling van die items van die vraelyste, wat op grond van die literatuurstudie gedoen is, bevestig het vir die populasie waarvoor dit gebruik is; en
- die trianguleerende gebruik van die kwantitatiewe en kwalitatiewe data wat ingesamel is daarop dui dat die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae tydens paarprogrammering 'n invloed gehad het op die leerders in die eksperimentele groep se metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit.

In die volgende hoofstuk sal die bevindinge wat uit die resultate van die data-analises gemaak is volledig bespreek word en gevolgtrekkings uit die resultate van die navorsing gemaak word. Op grond van die bevindings en gevolgtrekkings sal daar gepoog word om aanbevelings te maak ten opsigte van die gebruik van die model van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammeerders, soos in 3.6 voorgestel en in die empiriese ondersoek geïmplementeer.

HOOFSTUK 6
GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

6.1 INLEIDING

In hierdie hoofstuk word eerstens gefokus op die gevolgtrekkings wat op grond van die literatuurstudie (hoofstukke 2 en 3) en die empiriese studie (hoofstukke 4 en 5) gemaak is. Vervolgens val die klem op die metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammeerders soos wat dit in hierdie studie voorgestel en geïmplementeer is. Hierdie metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammeerders het ten doel gehad om die leerders se kennisproduktiwiteit te verbeter. Aanbevelings, wat op die resultate van die empiriese studie gebaseer is, word met betrekking tot die ontwerp en implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie gemaak. Die hoofstuk word afgesluit met enkele slotopmerkings.

6.2 GEVOLGTREKKINGS MET BETREKKING TOT DIE LITERATUURSTUDIE

6.2.1 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 1: Om deur middel van 'n literatuurondersoek paarprogrammering en kennisproduktiwiteit binne die opvoedkundige omgewing te ondersoek.

Ten opsigte van die eerste navorsingsdoelwit, soos in 1.3 gestel, het daar uit die literatuurstudie 'n aantal aspekte rakende paarprogrammering en kennisproduktiwiteit binne die opvoedkundige omgewing duidelik geword. Die bevindinge op grond van die literatuurstudie, word in hierdie gedeelte bespreek. In die bespreking word daar op die verwantskappe en gemeenskaplikhede tussen paarprogrammering en kennisproduktiwiteit binne die opvoedkundige omgewing gefokus. Ter wille van die duidelikheid van die bespreking word die twee betrokke begrippe net weer kortliks omskryf. *Paarprogrammering* is 'n onderrigleerstrategie waarin twee leerders gesamentlik by dieselfde rekenaar aan dieselfde oplossing vir 'n probleem werk, die programkode voortdurend hersien en beoordeel, die ontwerp deurlopend bespreek, gesamentlike toetsing en ontfouting van die programkode doen en voortdurend oor die proses reflekteer. *Kennisproduktiwiteit* het dit te make met die samewerking in 'n groep/paar met

betrekking tot verbeterde kenniskonstruksie, verbeterde probleemoplossingsvaardighede, konseptuele verandering van individuele perspektiewe, 'n verbintenis om met die ander lid van die paar saam te werk en verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses.

Uit die literatuur het die onderstaande verwantskappe en gemeenskaplikhede tussen paarprogrammering en kennisproduktiwiteit binne die opvoedkundige omgewing geblyk:

- *Samewerkende leeromgewing*
  Die samewerkende leeromgewing wat vir kennisproduktiwiteit in leer vereis word, is ook een van die kernaspekte van paarprogrammering (vgl. 2.2.1 en 2.2.2). Die samewerkende leeromgewing tydens paarprogrammering het te make met die voortdurende interaksie tussen die leerders tydens die uitvoering van die leertaak. Die interaksie moet van so 'n aard wees dat die leerders wat saamwerk gesamentlik verantwoordelik is vir elke aspek van die proses en die produk van die leertaak. Met paarprogrammering is die fokus op 'n verbintenis om die taak wat gestel is suksesvol te voltooi (vgl. 2.3.1). Hierdie interaksie, samewerking en verbintenis tot suksesvolle voltooiing van 'n taak maak die boustene van kennisproduktiwiteit uit (vgl. 2.4.6).

- *Generering van nuwe kennis en die ontwikkeling van nuwe bevoegdhede*
  Beide kennisproduktiwiteit en paarprogrammering het die *generering van nuwe kennis en die ontwikkeling van nuwe bevoegdhede* ten doel (vgl. 2.3.3 en 2.4.1). Met paarprogrammering word die generering van nuwe kennis en die ontwikkeling van nuwe bevoegdhede vergestalt deur die generering van 'n oplossing vir 'n bepaalde programmeringsprobleem. Die oplossing vir die probleem is die produk van doelbewuste denke wat nuwe kennis en nuwe bevoegdhede meebring. Die nuwe kennis en bevoegdhede lei op hul beurt tot innovering en/of verbetering van prosesse en produkte. Hierdie innoverende denke en verbetering van prosesse en produkte lei tot kennisproduktiwiteit.

- *Kennisdeling*
  Paarprogrammering sowel as kennisproduktiwiteit word gekenmerk deur *kennisdeling* (vgl. 2.3.5.1 en 2.4.3). Twee leerders wat as 'n paar saamwerk aan 'n programmeringstaak beskik elk oor sekere domeinspesifieke kundigheid. As elke leerder die kennis waaroor hy/sy beskik met die ander lid van die paar deel, kan dit tot voordeel van die paar as geheel strek en hul kennisproduktiwiteit verhoog. Gedeelde kennis word vanuit verskillende perspektiewe beredeneer, geëvalueer en geïnterpreteer met die oog op ontwikkeling en toepassing van nuwe kennis en vaardighede wat tot die oplossing van die probleem kan lei.

- *Verbeterde kenniskonstruksie*

  Een van die kriteria vir kennisproduktiwiteit is die *verbeterde kenniskonstruksie* (vgl. 2.3.8 en 2.4.5) wat in die proses plaasvind. Verbeterde kenniskonstruksie tydens paarprogrammering het te make met die mate waartoe leerders die probleem verstaan, aansluiting by hul eie voorkennis kan vind en die besprekings met hul programmeringsmaats as betekenisvol en relevant vir die huidige beskou, sodat nuwe idees of insigte daaruit kan ontwikkel. Hierdie genoemde aktiwiteite maak almal deel uit van die aktiwiteite wat leerders wat in pare programmeer tydens die pre-koderingsfase van die programmeringstaak behoort uit te voer.

- *Persoonlike verbintenis ('commitment')*

  Effektiewe paarprogrammering en kennisproduktiwiteit is beide afhanklik van die leerder se bereidheid tot *persoonlike verbintenis* ('commitment'), met ander woorde 'n bereidheid om saam te werk (vgl. 2.3.7.1 en 2.4.6). Die mate waartoe leerders hulself verbind tot samewerking met ander leerders is verwant aan hul bewustheid van gelyke verantwoordelikheid en positiewe interafhanklikheid. Positiewe interafhanklikheid hou verband met leerders se bewustheid daarvan dat die sukses van die groep afhanklik is van die bydrae van elke lid van die groep tot die uitvoering van die taak en dat hulle nie net afhanklik is van mekaar om te leer nie, maar dat hulle ook verantwoordelik is vir mekaar se leer. Hierdie beginsel vind neerslag in paarprogrammering deurdat die twee leerders wat as 'n paar saamwerk gedurende die voltooiing van 'n programmeringstaak afhanklik is van mekaar se persoonlike verbintenis tot volle samewerking om die taak suksesvol te kan afhandel en daaruit te kan leer. As groeplede besef dat hulle onderling afhanklik is van mekaar om te leer, word beide die paarprogrammeringsproses en hul kennisproduktiwiteit bevorder.

- *Wedersydse vertroue*

  'n Bereidwilligheid tot persoonlike verbintenis, wat essensieel is vir beide paarprogrammering en kennisproduktiwiteit, word bevorder deur *wedersydse vertroue* (vgl. 2.3.7.1 en 2.4.6). Die leerders wat saamwerk aan 'n taak moenie twyfel hê oor mekaar se oordeel en lojaliteit nie. Elke leerder moet weet dat die leerder met wie hy/sy saamwerk bereid sal wees om sy/haar kennis en vaardighede te deel, om sy/haar eie foute te erken, om ontvanklik te wees vir ander idees en voorstelle, en om sy/haar medeleerders se sterkpunte te erken.

- *Aard van die taak*

  Beide paarprogrammering en kennisproduktiwiteit word bevoordeel as die *aard van die taak* wat uitgevoer moet word sodanig is dat dit die gesamentlike pogings van die paar vereis

wat betref probleemoplossing, hoërvlak-beredenering en kritiese en kreatiewe denke (vgl. 2.3.5.2 en 2.4.6). Oop vrae of take is verkieslik, maar dit moet so geformuleer word dat dit die leerders motiveer om kennis uit te ruil, moontlike oplossings met mekaar te bespreek, krities en kreatief te dink, en gesamentlik by 'n oplossing uit te kom.

- *Probleemoplossing*

  Probleemoplossing staan sentraal in beide paarprogrammering en kennisproduktiwiteit (vgl. 2.3.5.2 en 2.4.4). Leerders moet in staat wees om die probleme waarmee hulle te doen kry, te analiseer, belangrike inligting te identifiseer, verskillende opsies te oorweeg en besluite te neem oor die beste moontlike oplossingstrategie. Leerders se probleemoplossingsvaardighede in paarprogrammering het te make met hul samewerking met ander leerders om die oplossing van die probleem te beplan, die oplossingstrategie waarop hulle besluit het toe te pas, hul vordering te monitor en uiteindelik die proses en produk te evalueer. Hoe beter hierdie vaardighede ontwikkel word, hoe meer kennisproduktief is die leerders.

- *Sosiale en kommunikasievaardighede*

  Leerders se *sosiale en kommunikasievaardighede* speel 'n belangrike rol in beide paarprogramming en kennisproduktiwiteit (vgl. 2.3.7.1 en 2.4.6). Gesprekvoering en beredenering maak die uitruil van kennis moontlik en lei tot konstruksie van nuwe kennis en die toepassing daarvan. Die manier waarop leerders met hul programmeringsmaats omgaan, na hulle luister en op hul menings en vrae reageer, sowel as die manier waarop hulle hul eie vrae vra, hul eie menings uitdruk en bereid is om hul eie tekortkominge te erken, beïnvloed die mate van samewerkende leer wat plaasvind en aldus die mate van kennisproduktiwiteit.

- *Konseptuele verandering van eie perspektiewe*

  Leerders se bereidheid tot *konseptuele verandering van hul eie perspektiewe* gaan hand aan hand met hul sosiale en kommunikasievaardighede (vgl. 2.3.7.2.1 en 2.4.4). Leerders moet nie net objektief en aktief na hulle maats luister nie, maar moet ook ontvanklik wees vir ander standpunte en menings met betrekking tot die probleem wat opgelos moet word. Leerders moet bereid wees om hul eie perspektiewe te verander of te kompromitteer as dit blyk nodig te wees ten einde die beste moontlike oplossing vir 'n probleem te kry.

- *Vermoë om oor 'n optrede en ervaring te reflekteer*

  Paarprogrammering vereis die *vermoë om oor 'n optrede en ervaring te reflekteer*, wat ook 'n sentrale element vir kennisproduktiwiteit is (vgl. 2.3.6 en 2.4.4). Leerders wat in staat is om oor vorige ervarings te reflekteer en relevante inligting daaruit te identifiseer, is beter in

staat om by hul voorkennis aansluiting te vind en dan moontlike aanpassings ten opsigte van vorige aksies en strategieë te maak. Hierdeur word leerders se besluitneming met betrekking tot die seleksie van toepaslike strategieë in huidige situasies bevoordeel.

- *Aktiewe betrokkenheid by eie leer*
  Paarprogrammering skep 'n onderrigleersituasie waarin leerders *aktief betrokke is by hulle eie leer* (vgl. 2.3.6 en 2.4.5). Dié benadering verg van leerders om as drywer of navigator aktief by die probleemoplossingsproses betrokke te wees, waardeur hulle hul eie leer bestuur en beheer om hul doelwitte te bereik. Leerders neem dus self verantwoordelikheid vir verbetering van hul kennis en bevoegdhede, wat bydra tot hul kennisproduktiwiteit.

- *Verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses*
  Beide paarprogrammering en kennisproduktiwiteit word gekenmerk deur leerders se *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses* in toekomstige aktiwiteite (vgl. 2.3.9.2 en 2.4.6). Die uitvoering en voltooiing van 'n paarprogrammeringstaak het as uitkomste die konstruksie van nuwe kennis en die ontwikkeling van nuwe bevoegdhede by leerders. Hierdie nuwe kennis en bevoegdhede het slegs betekenis as dit produktief in toekomstige situasies toegepas word. Kennisproduktiwiteit word bewerkstellig deur die generering en toepassing van nuwe kennis en bevoegdhede.

- *Die onderwyser*
  Die *onderwyser* het 'n bepaalde rol te speel in die implementering van paarprogrammering om kennisproduktiwiteit te bewerkstellig. Die onderwyser se primêre doelwit is die bevordering van leer in rekenaarprogrammering, wat te make het met die motivering van studente ten opsigte van paarprogrammering, die skep van 'n geskikte fisiese omgewing, die keuse van toepaslike programmeertake, indeling en ruil van pare, kontrole en deurlopende assessering (vgl. 2.3.7.4). Hieruit vloei voort die aspekte van kenniskonstruksie, probleemoplossingsvaardighede, konseptuele verandering van individuele perspektiewe, verbintenis tot samewerking en verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses. Hierdie kwessies hou nie net verband met die leer wat gedurende paarprogrammering plaasvind nie, maar bepaal ook die leerders se kennisproduktiwiteit in leer (vgl. 2.4.8). Deur die effektiewe implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie vir die aanleer van programmeringsvaardighede verseker die onderwyser terselfdertyd dat die leerders as kennisproduktiewe individue ontwikkel.

6.2.2 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 2:

Om deur middel van 'n literatuurondersoek die rol en toepassing van metakognisie in paarprogrammering te ondersoek.

Ten opsigte van die tweede navorsingsdoelwit, soos in 1.3 gestel, het die onderstaande uit die literatuurstudie duidelik geword:

- Paarprogrammering is 'n leeromgewing waarin leerders *aktief betrokke* is by hulle eie leerproses (vgl. 3.4.1). Aktiewe betrokkenheid by eie leer vereis dat leerders die manier waarop hulle kennis en vaardighede verwerf, goed moet verstaan, die bemeestering van leermateriaal moet kan monitor en hul eie leerprosesse moet kan evalueer. Om aktief by hul eie leer betrokke te kan wees, vereis dus dat leerders oor die tipiese metakognitiewe vaardighede moet beskik. Alhoewel die rolle van die drywer en die navigator tydens paarprogrammering verskil, is beide deurgaans aktief betrokke by die programmeringsproses en word daar van beide metakognitiewe vaardighede geverg ten einde die programmeringstaak suksesvol te kan voltooi en betekenisvol te kan leer.

- Paarprogrammering is 'n leeromgewing waarin leerders *in beheer* van hul eie leerproses is (vgl. 3.4.1). Dit verg dat leerders oor metakognitiewe vaardighede beskik. Die mate waartoe leerders oor metakognitiewe vaardighede beskik bepaal die mate waartoe hulle hul eie leerprosesse kan bestuur en beheer. Leerders wat 'n metakognitiewe benadering tot leer aanneem, is in staat om beheer van hul eie leer te neem deurdat hulle vir hulself realistiese doelwitte kan stel en hul vordering in die bereiking van hierdie doelwitte kan monitor en evalueer.

- Paarprogrammering word altyd teen die agtergrond van *samewerkende leer* geïmplementeer (vgl. 2.3.5 en 3.4.1). Die twee leerders wat in 'n paar saamwerk beskik elk oor 'n mate van metakognitiewe kennis. Gesamentlik beskik hulle oor meer kennis van hulself as kognitiewe verwerkers, van leertake en die eise daarvan, en van toepaslike leerstrategieë. Die paar kan ook gesamentlik oor 'n groter mate van metakognitiewe bestuursvaardighede beskik wat gedurende die drie fases van die paarprogrammeringsproses aangewend kan word.

- Paarprogrammering is 'n onderrigleerstrategie wat *probleemoplossing* behels (vgl. 3.3.1.2 en 3.3.1.3). 'n Belangrike aspek van goeie probleemoplossing is die vermoë om die probleemoplossingsproses aan die hand van metakognitiewe vaardighede uit te voer. 'n Metakognitiewe benadering tot probleemoplossing hou verband daarmee dat daar in die pre-koderingsfase op die leerders se kennis van die taakverwante prosesse om die

oplossing te beplan, gefokus word, dat die probleemoplossingsproses in die intra-koderingsfase deurgaans gemonitor word en dat evaluering van die proses en die produk deurlopend in die post-koderingsfase plaasvind.

- Die *onderwyser* vervul 'n belangrike rol ten opsigte van die ontwikkeling van leerders se metakognisie tydens paarprogrammering (vgl. 3.4.2 en 3.4.3). Die onderwyser het die taak om leerders se reflektiewe en metakognitiewe denke te ontwikkel. Dit kan gedoen word deur, byvoorbeeld, die leerders bewus te maak van die bestaan van metakognisie en die bydrae daarvan tot akademiese sukses, en die daarstelling van 'n leeromgewing wat geleenthede skep vir bespreking en refleksie. Die onderwyser kan voorts in die onderrigleersituasie geleenthede skep vir eksplisiete onderrig van metakognitiewe strategieë en vaardighede, asook die inoefening en toepassing van hierdie onderrigte strategieë en vaardighede in die pre-koderings-, intra-koderings- en postkoderingsfases van die paarprogrammeringsaktiwiteit.

6.2.3 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 3:

Om op grond van die literatuurondersoek 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir IT-leerders in graad 11 te ontwikkel wat tydens die aanleer van programmeringsvaardighede in pare gebruik kan word ter verhoging van kennisproduktiwiteit.

Gebaseer op die literatuurstudie wat in hoofstukke 2 en 3 gedoen is, is in 3.6 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir graad 11-leerders voorgestel om tydens die aanleer van programmeringsvaardighede in pare gebruik te word. In hierdie onderrigleerstrategie is aktiwiteite vir die ontwikkeling en bevordering van metakognisie in die klaskamersituasie van toepassing gemaak op paarprogrammering met die doel om kennisproduktiwiteit te bevorder.

Die voorgestelde metakognitiewe onderrigstrategie word in vier stappe ingedeel. Gedurende die eerste stap word die leerders bewus gemaak van die begrip *metakognisie* en die rol daarvan in die leerproses. In die tweede stap vind modellering van die metakognitiewe aktiwiteite plaas aan die hand van 'n toepaslike probleem en beantwoording van die selfgerigte metakognitiewe vrae. Hierdie eerste twee stappe word eenmalig uitgevoer. Gedurende die derde stap kry die leerders geleentheid om deur middel van paarprogrammering 'n rekenaarprobleem op te los aan die hand van die selfgerigte metakognitiewe vrae en deur voltooiing van die individuele joernale oor hul eie denke te reflekteer. In die laaste stap vind 'n bespreking plaas oor die proses wat gevolg is. Die laaste twee stappe word herhaal totdat die

leerders in staat is om die metakognitiewe aktiwiteite selfstandig en as geïntegreerde deel van hul leerproses te implementeer.

Die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie is gedurende die empiriese ondersoek deur die navorser geïmplementeer. Op grond van waarnemings en bevindings wat gedurende die empiriese ondersoek gemaak is, word daar in 6.4 'n aantal aanpassings ten opsigte van die ontwerp en die implementering van die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie aanbeveel. Figuur 6.1 gee 'n diagrammatiese voorstelling van die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie nadat wysigings aangebring is.

6.3 GEVOLGTREKKINGS MET BETREKKING TOT DIE EMPIRIESE ONDERSOEK

6.3.1 Gevolgtrekkings met betrekking tot navorsingsdoelwit 4:

Om deur 'n empiriese ondersoek te bepaal of die implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie bydra tot 'n verhoging van die kennisproduktiwiteit van beide lede van die paar wanneer leerders in pare programmeer.

Soos reeds vroeër uiteengesit (vgl. 4.3.3), is daar van vraelyste rakende metakognitiewe bewustheid en rakende kennisproduktiwiteit, sowel as van individuele onderhoude en individuele joernale gebruik gemaak om data in te samel om die vierde navorsingsdoelwit te bereik. Na aanleiding van die resultate van die analise van die ingesamelde data is 'n aantal gevolgtrekkings gemaak. Vervolgens word aandag gegee aan die gevolgtrekkings wat met betrekking tot spesifieke konstrukte gemaak is.

- Min van die aktiwiteite wat op die metakognitiewe konstruk *evaluering* betrekking het, is op tydstippe 1 en 2 deur beide die eksperimentele groep en die kontrolegroep uitgevoer (vgl. 5.2.1.1.4, 5.2.1.2.1, 5.2.2.1.1 en 5.2.2.2.1). Hierdie aktiwiteite sluit in dat leerders na voltooiing van 'n taak daaroor moes besin of daar 'n makliker manier was om die taak te doen en of hulle al die opsies oorweeg het, weer moes dink oor wat hulle uit die taak geleer het, hulself moes afvra hoe goed hulle hul doelwitte bereik het en of hulle soveel moontlik uit die voltooiing van die taak geleer het. Op tydstip 3 (met ander woorde die tydstip waarop die na-eksperimentele evaluering gedoen is) was hierdie aktiwiteite steeds min wat die kontrolegroep betref (vgl. 5.2.3.1.1 en 5.2.3.2.1), maar ten opsigte van die eksperimentele groep baie hoër as wat dit aanvanklik was (vgl. 5.2.3.1.1). Hierdie waarneming kan 'n

gevolg wees van die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae tydens die intervensietydperk.

- Beide die kontrolegroep en die eksperimentele groep evalueer hul eie *verklarende kennis*, *prosedurele kennis* en *voorwaardelike kennis*, asook van hul aanwending van *ontfoutingstrategieë*, op tydstip 1 en tydstip 2 baie hoër as wat hul die ander metakognitiewe konstrukte (met ander woorde *beplanning, strategieë om inligting te bestuur, monitering* en *evaluering*) evalueer (vgl. 5.2.1.1.4 en 5.2.2.1.1). Die leerders ontbreek dus grootliks aan die vaardighede wat met metakogitiewe bestuur verband hou. Op tydstip 3 word dieselfde tendens steeds by die kontrolegroep waargeneem (vgl. 5.2.3.1.1). Daarteenoor het hierdie tendens by die eksperimentele groep op tydstip 3 verander (vgl. 5.2.3.1.1). Die eksperimentele groep toon op tydstip 3 beduidende toenames in die implementering van aktiwiteite rakende *beplanning, strategieë om inligting te bestuur, monitering* en *evaluering* (vgl. figure 5.1 en 5.5, asook 5.2.3.2.1). Hierdie toenames kan waarskynlik toegeskryf word aan die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae gedurende die intervensietydperk.

- In aansluiting by die vorige punt kan gesien word dat daar op tydstip 2 twee konstrukte rakende metakognitiewe bewustheid en een konstruk rakende kennisproduktiwiteit was waarin die verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep 'n medium effekgrootte getoon het, naamlik *prosedurele kennis*, *voorwaardelike kennis* en *verbeterde probleemoplossingsvaardighede* (vgl. tabel 5.22). By hierdie konstrukte waarin die verskille van medium effekgrootte was, het die kontrolegroep telkens 'n hoër gemiddeld as die eksperimentele groep behaal. Daar is reeds vroeër vermeld dat die kontrolegroep se evaluering van hul metakognitiewe bewustheid en kenniskonstruksie op tydstip 1 en tydstip 2 hoër as dié van die eksperimentele groep was. Op tydstip 3 het die effekgroottes van hierdie spesifieke drie konstrukte (*prosedurele kennis*, *voorwaardelike kennis* en *verbeterde probleemoplossingsvaardighede*) klein of onbeduidend geword, terwyl die konstrukte *beplanning, strategieë om inligting te bestuur, monitering, evaluering* en *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* op daardie stadium klein of medium effekgroottes toon, met die gemiddeldes van die eksperimentele groep toe hoër as die gemiddeldes van die kontrolegroep (vgl. tabel 5.25 in 5.2.3.1.1). Hierdie waarneming, naamlik dat die gemiddeldes van die eksperimentele groep tussen tydstip 2 en tydstip 3 beduidende toenames toon, kan spruit uit die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae gedurende paarprogrammering, wat juis ten doel gehad het om die elemente van metakognitiewe bestuur (met ander woorde *beplanning, strategieë om inligting te bestuur, monitering, ontfoutingstrategieë* en *evaluering*) tydens die fases van 'n paarprogrammeringstaak (pre-kodering, intra-kodering en post-kodering) te versterk.

- Ten opsigte van kennisproduktiwiteit blyk dit op al drie tydstippe dat die konstrukte wat verband hou met *verbeterde kenniskonstruksie, konseptuele verandering van individuele perspektiewe* en *verbintenis tot toepassing van die resultate van die leerproses* gemiddeld hoër is as die ander twee konstrukte, naamlik *verbeterde probleemoplossingsvaardighede* en *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* (vgl. 5.2.1.1.4, 5.2.2.1.1 en 5.2.3.1.1). Hierdie waarneming het moontlik daarmee te make dat eersgenoemde drie konstrukte ook met kenmerke van paarprogrammering verband hou. Laasgenoemde twee konstrukte, naamlik *verbeterde probleemoplossingsvaardighede* en *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk*, blyk minder aandag van die leerders te geniet. *Verbeterde probleemoplossingsvaardighede* behels ook evalueringsaktiwiteite, wat soos vroeër aangedui, nie veel aandag van die leerders gekry het nie. Ten opsigte van die konstruk rakende *verbintenis om met die ander lid van die span saam te werk* blyk die grootste struikelblokke te wees dat leerders geneig was om hulself nie daarvan te weerhou nie om hul eie idees te sterk uit te spreek en ook om nie verantwoordelikheid vir hul maats se prestasie te wou aanvaar nie (vgl. 5.2.1.2.2). Die eksperimentele groep toon egter ten opsigte van dié konstruk op tydstip 3 'n groot toename in vergelyking met die kontrolegroep. Deelnemers van die eksperimentele groep was dus op tydstip 3 meer bereid om hulself daarvan te weerhou om hul eie idees te sterk uit te spreek, hulself te beywer vir interaktiewe kommunikasie en verantwoordelikheid vir hul maats se prestasie te aanvaar (vgl. 5.2.3.1.1 en 5.2.3.2.2).

Vervolgens word aandag gegee aan die gevolgtrekkings wat gemaak is met betrekking tot die groepe se metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit in geheel.

- Oor die algemeen het die deelnemergroep in geheel met die aanvang van die ondersoek reeds oor 'n mate van beide metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit beskik (vgl. 5.2.1.1.1, 5.2.1.2.1 en 5.2.1.2.2). Hierdie waarneming kan moontlik daaraan toegeskryf word dat die betrokke deelnemers almal in graad 11 was en gedurende hulle skoolopleiding reeds bewustelik of onbewustelik sekere metakognitiewe kennis, vaardighede en bevoegdhede ontwikkel het. Dit blyk egter dat daar twee aspekte betreffende metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit onderskeidelik was waarin daar gedurende hierdie ondersoek tekortkominge geïdentifiseer is: leerders in die deelnemergroep het min gebruik gemaak van sketse en/of diagramme gedurende die beplanning, uitvoering en/of ontfouting van programme (vgl. 5.2.1.1.1) en die meerderheid van die leerders in die deelnemergroep het aangetoon dat hulle hul nie daarvan weerhou om hul idees te sterk uit te spreek nie (vgl 5.2.1.1.1).

- Op tydstip 1 (die tydstip waarop die voor-eksperimentele evaluering gedoen is) was daar nie prakties betekenisvolle verskille tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep ten opsigte van die konstrukte van hul metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit nie (vgl. 5.2.1.1.4, 5.2.1.1.5, 5.2.1.2.1 en 5.2.1.2.2). Net so was daar op tydstip 2 (die tydstip waar daar ná drie maande sonder enige eksperimentele intervensie weer 'n evaluering gedoen is) nie prakties betekenisvolle verskille ten opsigte van die konstrukte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit tussen die eksperimentele groep en die kontrolegroep nie (vgl. 5.2.2.1.1, 5.2.2.1.3, 5.2.2.2.1 en 5.2.2.2.2). Op beide hierdie twee tydstippe (tydstip 1 en tydstip 2) was die kontrolegroep se evaluering van hul kennis, vaardighede en bevoegdhede rakende die konstrukte van beide hul metakognitiewe bewustheid en kennisprodukproduktiwiteit vir die meerderheid van die konstrukte hoër as dié van die eksperimentele groep (vgl. 5.2.1.1.4 en 5.2.2.1). Daarteenoor toon die eksperimentele groep se evaluering van hul kennis, vaardighede en bevoegdhede rakende die konstrukte van beide hul metakognitiewe bewustheid en kennisprodukproduktiwiteit op tydstip 3 (die tydstip waar daar na afloop van die eksperimentele intervensie weer 'n evaluering gedoen is) opsigtelike toenames sedert tydstip 2 (vgl. figure 5.7 en 5.8 in 5.2.3.1.1, asook 5.2.3.2.1 en 5.2.3.2.2). Op hierdie tydstip (tydstip 3) was die eksperimentele groep se evaluering van hul kennis, vaardighede en bevoegdhede rakende die konstrukte van beide hul metakognitiewe bewustheid en kennisprodukproduktiwiteit vir die meerderheid van die konstrukte hoër as dié van die kontrolegroep (vgl. figure 5.11 tot 5.23 in 5.2.3.1.1, asook 5.2.3.2.1 en 5.2.3.2.2). Die effekgrootte wat op tydstip 3 uit Wilks se lambda-waarde bereken is (vgl. tabel 5.26 in 5.2.3.1.2), bevestig 'n prakties betekenisvolle verskil tussen die twee groepe in geheel op tydstip 3, m.a.w. ná die intervensie.

  Die gevolgtrekking word dus gemaak dat die toename in die metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit van die eksperimentele groep toegeskryf kan word aan die gebruik van die metakognitiewe onderrigleerstrategie wat gedurende die intervensietydperk deur die eksperimentele groep geïmplementeer is.

6.3.2 Gevolgtrekkings met betrekking tot die deelnemers se ervaring van die selfgerigte metakognitiewe vrae

Die deelnemers in die eksperimentele groep se ervaring van die selfgerigte metakognitiewe vrae is tydens die individuele onderhoude op tydstip 3 bepaal deur middel van die addisionele vraag (vgl. 5.2.3.2.3) en ook deur middel van die individuele joernale wat hierdie deelnemers tydens die intervensietydperk bygehou het.

Uit die betrokke deelnemers se reaksie op die addisionele vraag (vgl. 5.2.3.2.3) tydens die individuele onderhoude op tydstip 3 kan die onderstaande gevolgtrekkings gemaak word:

- Die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae en die byhou van die individuele joernale neem aanvanklik 'n groot gedeelte van die tyd wat die leerders het om die paarprogrammeringstaak te voltooi, in beslag (vgl. 5.2.3.2.3). Die leerders moet die paarprogrammeringstaak gedurende klastyd afhandel en terselfdertyd die selfgerigte vrae beantwoord en die individuele joernale byhou. Namate die metakognitiewe werkswyse meer ingeoefen word, verg dit minder van hulle beskikbare tyd.

- Die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae kan 'n belangrike rol speel in die ontwikkeling van die leerders se metakognitiewe bewustheid en metakognitiewe vaardighede betreffende hul benadering tot die oplossing van 'n probleem tydens die uitvoering van 'n programmeringstaak (vgl. 5.2.3.2.3).

- Die metakognitiewe benadering tot probleemoplossing tydens paarprogrammering kan met verloop van tyd aangeleer en ontwikkel word, sodat leerders dit later nie meer nodig sal vind om bewustelik die vrae te lees en toe te pas nie (vgl. 5.2.3.2.3). Die metakognitiewe benadering kan uiteindelik 'n integrale deel van hul gewoontes en leermondering word sodat dit deurentyd onbewustelik toegepas word.

Uit die resultate van die analise van die individuele joernale word die onderstaande gevolgtrekkings gemaak:

- Die leerders het met die uitvoering van die opeenvolgende paarprogrammeringstake tydens die intervensietydperk al hoe meer van die metakognitiewe aktiwiteite tydens die uitvoering van take outomaties aangewend. Hierdie gevolgtrekking word gemaak op grond daarvan dat hulle met die opeenvolgende paarprogrammeringstake al hoe minder aktiwiteite aangedui het waaraan hulle in 'n betrokke taak nie aandag gegee het nie en waaraan hulle in die toekoms meer aandag moet gee (vgl. 5.2.4.1).

- Die leerders het baie meer aandag gegee aan die metakognitiewe aktiwiteite van die pre-koderingsfase van 'n paarprogrammeringstaak as wat in die ander twee fases die geval was. Die post-koderingsfase was die fase waarin metakognitiewe aktiwiteite die minste aandag geniet het (vgl. 5.2.4.1 en 6.6.1).

- Die leerders het min aandag geskenk aan die beplanning en kontrole van tydsbesteding tydens die beplanning en uitvoering van 'n paarprogrammeringstaak (vgl. 5.2.4.2.1).

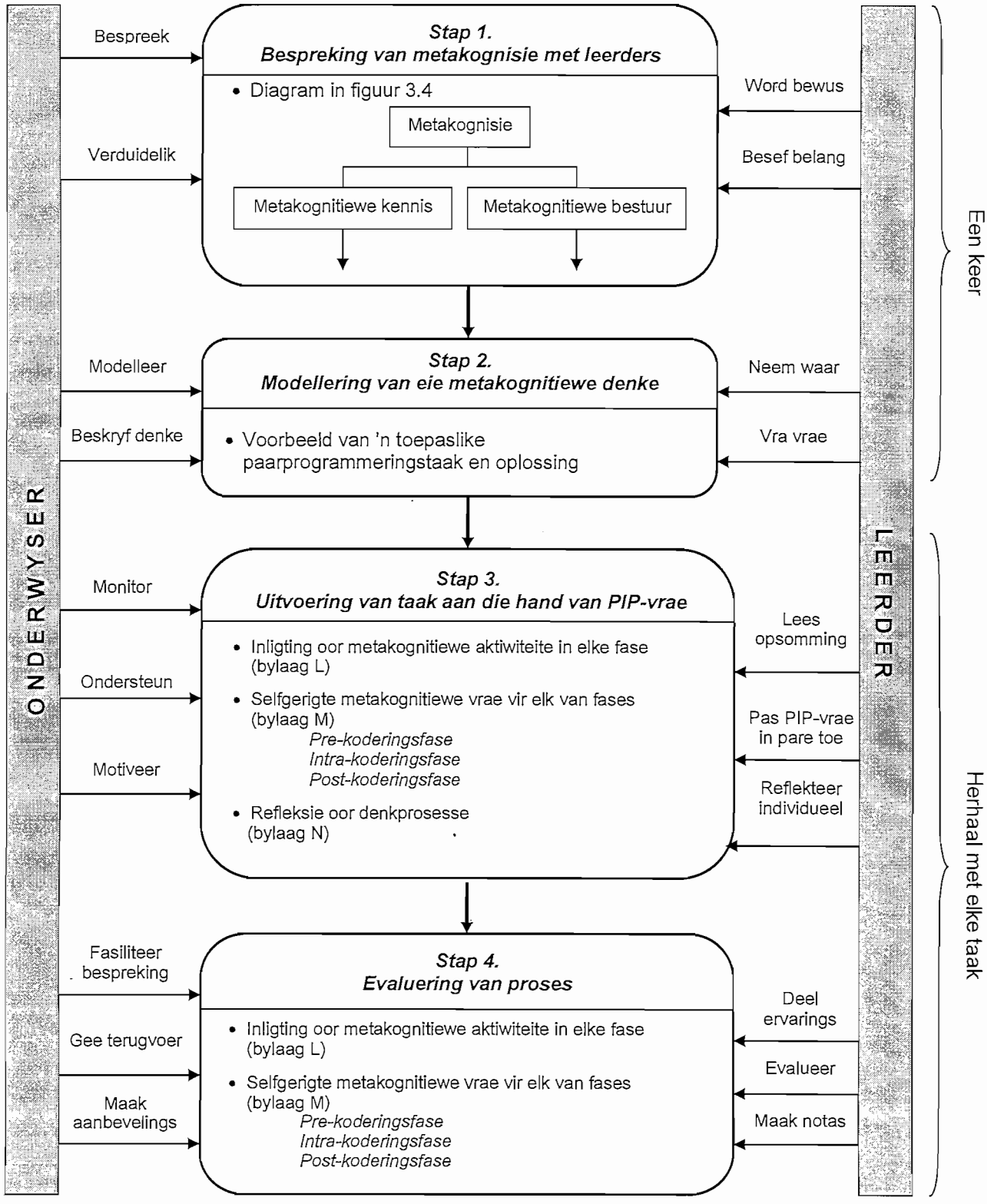
- Die leerders is in 'n groot mate deur die selfgerigte metakognitiewe vrae gelei om die toepaslike metakognitiewe aktiwiteite gedurende die verskillende fases van die paarprogrammeringstake uit te voer (vgl. 5.2.4.2).

6.4 AANBEVELINGS VIR 'N METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIE VIR PAARPROGRAMMEERDERS TER VERBETERING VAN KENNISPRODUKTIWITEIT

Op grond van die bevindinge wat uit die resultate van die empiriese ondersoek van hierdie studie verkry is, word die oorspronklike voorgestelde metakognitiewe onderigleerstrategie vervolgens aangepas ten einde dit geskik en toepaslik te maak vir gebruik deur onderwysers en leerders tydens paarprogrammering.

6.4.1 Die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie

In figuur 6.1 word 'n skematiese voorstelling gegee van die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie nadat die aanpassings gemaak is. Direk ná die skematiese voorstelling volg 'n verduidelikende bespreking van die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie.



Figuur 6.1 *Skematiese voorstelling van die metakognitiewe onderrigleerstrategie vir gebruik deur onderwysers en leerders tydens paarprogrammering*

Stap 1: *Bespreking van metakognisie met leerders*

- Ter aanvang **bespreek** die onderwyser die begrip *metakognisie* met die leerders in sy/haar klas. Die verskil tussen kognisie en metakognisie word omskryf en die fundamentele aspekte van metakognisie word **verduidelik** aan die hand van die diagrammatiese voorstelling soos in figuur 3.4. Die bespreking moet nie ten doel hê dat die leerders die teoretiese onderbou van metakognisie moet bemeester nie, maar om hulle **bewus te maak** van die **belangrikheid** en voordele van metakognitiewe aktiwiteite wat 'n geïntegreerde, natuurlike deel van die leerproses vorm.
- Gedurende die bespreking moet besondere aandag gegee word aan die elemente van metakognitiewe bestuur (beplanning, monitering en evaluering) om begrip van die verband daarvan met die fases van 'n paarprogrammeringstaak (pre-kodering, intra-kodering en post-kodering) duidelik te maak.

Stap 2: *Illustrasie van eie metakognitiewe denke*

- Die onderwyser **modelleer** die gebruik van metakognitiewe aktiwiteite aan die hand van 'n toepaslike probleem wat opgelos moet word en beantwoording van die selfgerigte metakognitiewe vrae wat voorsien word.
- Tydens die modellering word daar **hardop beskryf** hoe metakognitiewe vaardighede in elk van die fases van die paarprogrammeringstaak toegepas word, met besondere fokus op die rol van refleksie in elk van die fases.
- Die spesifieke metakognitiewe aktiwiteite van die drywer en die navigator in elk van die fases word uitgelig. Die feit dat almal geleentheid sal kry om al die vaardighede in te oefen, aangesien die rolle gereeld omgeruil word, moet beklemtoon word.
- Die leerders klaar onduidelikhede uit deur **vrae te vra**.

Stap 3: *Uitvoering van take deur leerders aan die hand van PIP-vrae*

- Die leerders word voorsien van 'n **opsomming** van die metakognitiewe aktiwiteite wat in elk van die fase (pre-kodering, intra-kodering en post-kodering) uitgevoer behoort te word (bylaag L). Die leerders kan telkens tydens die oplosproses daarna terugverwys.
- Die leerders kry dan in 'n aantal sessies geleentheid om deur middel van paarprogrammering rekenaarprobleme op te los aan die hand van die **selfgerigte metakognitiewe vrae** wat as sigkopie aan hulle verskaf word (bylaag M). Die twee leerders wat in 'n paar saamwerk, voltooi die selfgerigte metakognitiewe vrae gesamentlik.
- Ná die voltooiing van elke probleem reageer die leerders individueel skriftelik op die vrae van bylaag N om hulle die geleentheid te gee om oor hul eie denke te **reflekteer** deur hul eie denke te organiseer en te formuleer.

- Die onderwyser **monitor** die leerders se aktiwiteite deurgaans, **ondersteun** hulle waar nodig en **motiveer** hulle om die metakognitiewe aktiwiteite uit te voer sodat hulle dit uiteindelik outomaties en deurlopend in al die fases van probleemoplossing sal kan toepas en refleksie deel van al hul leeraktiwiteite kan wees.

Stap 4: Evaluering van proses

- Ná voltooiing van elkeen van die probleme wat deur middel van paarprogrammering aan die hand van die selfgerigte metakognitiewe vrae voltooi is, **fasiliteer** die onderwyser 'n bespreking oor die proses wat gevolg is.
- Leerders kry die geleentheid om hul ervarings met die beantwoording van die selfgerigte metakognitiewe vrae met mekaar te **deel** en die proses te **evalueer**.
- Die onderwyser **gee terugvoer**, waar nodig, en **maak aanbevelings** oor meer effektiewe gebruik van die metakognitiewe vrae met die oog op toekomstige toepassings.
- Die onderwyser verwys die leerders weer na die opsomming van die metakognitiewe aktiwiteite wat in elk van die fases (pre-kodering, intra-kodering en post-kodering) uitgevoer behoort te word (bylaag L).
- Leerders **maak aantekeninge** met die oog op toekomstige toepassings.

6.4.2 Aanbevelings ten opsigte van aanpassings aan die ontwerp van die metakognitiewe onderrigleerstrategie

Op grond van die resultate van die empiriese ondersoek word die onderstaande aanbevelings gemaak met betrekking tot die selfgerigte metakognitiewe vrae van bylaag M:

- By die pre-koderingsfase moet 'n vraag bygevoeg word wat die leerders lei om aandag te gee aan beplanning van die tyd wat hulle tot hul beskikking het om die paarprogrammeringstaak in die geheel te voltooi. Uit die resultate van die ondersoek het dit geblyk dat leerders nie tydens die pre-koderingsfase aan tydsbeplanning aandag gee nie. 'n Voorbeeld van 'n vraag wat die leerders in hierdie opsig kan lei, is:

  "Hoe gaan ons die tyd wat ons tot ons beskikking het, vir die oplos van hierdie probleem benut om dit betyds te voltooi?"

- By die intra-koderingsfase moet 'n vraag bygevoeg word wat die leerders lei om deurgaans te kontroleer of hulle nog binne hul oorspronklike tydsbeplanning is, sodat hulle 'n aanpassing kan maak as dit nodig blyk te wees. Leerders gee nie aandag aan

tydsbeplanning tydens die intra-koderingsfase nie en vind dit dan moeilik of onmoontlik om 'n taak betyds af te handel. 'n Vraag wat gebruik kan word, is byvoorbeeld:

"Is ons nog binne die tydraamwerk wat ons vir onsself gestel het vir die oplos van hierdie probleem?"

- Die opdrag om die nommers neer te skryf van die aktiwiteite waaraan die leerders nie aanvanklik in die uitvoering van 'n spesifieke taak aandag gegee het nie en waaraan hulle in toekomstige paarprogrammeringstake meer aandag moet gee, kan vir die leerders van meer waarde en minder verwarrend wees as dit soos volg in twee opdragte verdeel word:

  "Skryf die nommers neer van die aktiwiteite wat julle nie vanself in hierdie taak uitgevoer het nie, maar eers uitgevoer het nadat julle die bostaande vrae beantwoord het." en

  "Skryf die nommers neer van die aktiwiteite waaraan julle na julle mening in toekomstige take meer aandag moet gee."

6.4.3 Aanbevelings ten opsigte van die implementering van die metakognitiewe onderrigleerstrategie

Om die sukses van die implementering van die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie te verhoog, word die onderstaande aanbevelings gemaak:

- Die onderwyser moet self deeglike kennis van metakognisie hê en onderlê wees in die uitvoering van metakognitiewe aktiwiteite, sodat behoorlike leiding in hierdie verband aan die leerders gegee kan word.

- Die leerders moet reeds deeglik onderlê wees in die aspekte van paarprogrammering, sodat die eise wat met die implementering van paarprogrammering aan hulle gestel word, nie met die aanleer en ontwikkeling van metakognitiewe kennis en vaardighede verwar word nie.

- Die onderwyser moet voor die aanvang van elke paarprogrammeringstaak waartydens die selfgerigte metakognitiewe vrae gebruik gaan word, saam met die leerders die opsomming van die metakognitiewe aktiwiteite wat in elk van die pre-koderings-, intra-koderings- en post-koderingfases uitgevoer behoort te word (bylaag L) deurgaan om hul aandag opnuut op die aktiwiteite te vestig. Hoe meer die leerders met die implementering van die metakognitiewe aktiwiteite gekonfronteer word, hoe groter is die kans dat dit deel van hul leermondering kan word.

- Alhoewel dit ekstra tyd in beslag neem, moet leerders na afloop van elke paarprogrammeringstaak waartydens die selfgerigte metakognitiewe vrae gebruik is, geleentheid kry om die drie vrae van bylaag N te voltooi, sodat elkeen individueel kan reflekteer oor hoe sy/haar denke gedurende die drie fases van die uitvoering van die paarprogrammeringstaak deur die selfgerigte vrae gerig is. Sodoende kom hulle ook agter watter aktiwiteite hulle nog nie outomaties uitvoer nie.

- Stap 4 van die voorgestelde metakognitiewe onderrigstrategie (sien 6.4.1) mag nie in die proses nagelaat word nie. Leerders leer meer oor die proses as hulle ná die gebruik daarvan geleentheid kry om daaroor te reflekteer (soos in die vorige aanbeveling aangedui) en dan hul ervarings met mekaar deel, om sodoende ook uit mekaar se ervarings te leer.

- Die waarde van die metakognitiewe onderrigleerstrategie kan verhoog word deur dit oor 'n langer tydperk toe te pas, sodat leerders genoeg geleenthede kry om die metakognitiewe aktiwiteite as deel van hul leervaardighede in te oefen en te ontwikkel.

6.5 TEKORTKOMINGE IN DIE STUDIE

Die tekortkominge wat in die studie geïdentifiseer is, behels die onderstaande:

- Die grootte van die studiepopulasie wat gebruik is, was baie klein en daarom kon die deelnemers nie ewekansig geselekteer word nie. Die bevindinge wat in hierdie studie gemaak is, kan gevolglik nie na alle graad 11-leerders in Inligtingstegnologie veralgemeen word nie.
- Die tydperk waaroor die selfgerigte metakognitiewe vrae deur die eksperimentele groep geïmplementeer is, was relatief kort. Leerders behoort meer geleentheid te kry om die metakognitiewe onderrigleerstrategie toe te pas en die metakognitiewe vaardighede te ontwikkel.
- Dit was nie moontlik om al die deelnemers se individuele ontwikkeling ten opsigte van metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit te bepaal nie, omdat die kwantitatiewe data-insameling anoniem geskied het. Individuele ontwikkeling kon slegs waargeneem word by die deelnemers met wie onderhoude gevoer is.

6.6 AANBEVELINGS VIR VERDERE NAVORSING

Na aanleiding van die bevindings van hierdie navorsing en die leemtes wat geïdentifiseer is, word die onderstaande aanbevelings ten opsigte van verdere navorsing aan die hand gedoen:

- Daar word aanbeveel dat die voorgestelde metakognitiewe onderrigleerstrategie wat in hierdie studie gebruik is in toekomstige navorsing met ander populasies getoets word, en dat die gebruik van die selfgerigte metakognitiewe vrae tydens paarprogrammering oor 'n langer tydperk en met die uitvoering van 'n groter aantal paarprogrammeringstake geïmplementeer word.

- Daar word ook aanbeveel dat ondersoek ingestel word na die moontlikheid om 'n groter populasie te betrek as wat in hierdie studie gebruik is. Die deelnemers moet egter reeds vaardig wees in die implementering van paarprogrammering.

- As gevolg van die vereiste anonimiteit met die voltooiing van die twee stelle vraelyste was dit in hierdie studie nie moontlik om die data van die deelnemers tydens die data-analise af te paar nie. Indien dit in toekomstige navorsing moontlik sou wees om elke deelnemers se toets1, toets2 en toets3 af te paar, kan daar tydens die data-analise van die vraelyste ook gepaarde t-toetse gedoen word, wat moontlik meer lig kan werp op individuele deelnemers se ontwikkeling van metakognitiewe vaardighede en kennisproduktiwiteit in leer.

- Daar word aanbeveel dat die moontlikheid van gespreksontleding van die interaksie tussen die drywer en die navigator tydens paarprogrammering in verdere navorsing ondersoek word, aangesien sodanige gespreksontleding die interaksie-dinamika en die gebruik van metakognitiewe aktiwiteite tydens paarprogrammering beter kan belig.

- Verdere navorsing rakende kennisproduktiwiteit in leer kan lig werp op ander faktore wat kennisproduktiwiteit in leer beïnvloed en op toepaslike onderrigleerstrategieë om kennisproduktiwiteit in leer verder te ontwikkel.

6.7 TEN SLOTTE

In hierdie studie is 'n grondige literatuurstudie gedoen van paarprogrammering, metakognisie en kennisproduktiwiteit in leer. Die literatuurstudie het die belangrikheid van 'n metakognitiewe benadering tot effektiewe probleemoplossing in paarprogrammering, met die oog op verbetering van die leerders se kennisproduktiwiteit in leer, beklemtoon. Op grond van die literatuurstudie

is 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammeerders voorgestel wat ook in die empiriese ondersoek van hierdie studie geïmplementeer is. Die resultate van die empiriese ondersoek het die bevindinge van die literatuurstudie bevestig en is 'n aanduiding dat die kennisproduktiwiteit van leerders wat in pare programmeer, verbeter kan word deur die implementering van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie.

Die bevindinge van hierdie studie moet egter gesien word teen die agtergrond van die komplekse aard van metakognisie. Vir die doel van hierdie studie is metakognisie op grond van die literatuur in 'n aantal konstrukte verdeel. Die afsonderlike meting en bespreking van die konstrukte het 'n redelik analitiese beskouing van metakognisie meegebring. Dit is egter belangrik om deurgaans in gedagte te hou dat metakognisie 'n stel ingewikkelde, geïntegreerde vermoëns is waaroor die individu beskik. Die konstrukte, soos wat dit in hierdie studie gebruik is, kan dus nie as diskrete entiteite beskou word nie, maar moet eerder gesien word as dat hulle gesamentlik tot die individu se metakognitiewe vermoëns bydra. Individue oefen hierdie vermoëns in die praktyk op verskillende wyses en in verskillende mates uit. Die implementering van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie kan dus by verskillende individue die ontwikkeling van verskillende metakognitiewe vermoëns meebring.

Die bevindinge van hierdie studie en verdere navorsing wat moontlik daaruit kan voortspruit, kan bydra tot die ontwikkeling van leerders in rekenaarprogrammering en wel tot so 'n mate dat hulle in staat is om in hul samewerking met ander leerders metakognitiewe strategieë betekenisvol en doelmatig aan te wend, en daardeur tot effektiewe rekenaarprobleemoplossers met 'n hoë mate van kennisproduktiwiteit te kan groei. Die belangrikheid van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie wanneer leerders in pare programmeer, is deur hierdie studie aan die lig gebring.

Die bevindinge van hierdie navorsing behoort binne die groter navorsingsprojek oor effektiewe toepassing van groepwerk in Rekenaarwetenskaponderwys by te dra tot die verbetering van effektiewe onderrigleer.

Hierdie navorsing is gebaseer op werk wat finansieel deur die National Research Foundation (NRF) in Suid-Afrika gesteun word. Enige mening, bevindings en gevolgtrekkings wat in hierdie materiaal uitgespreek word, is dié van die skrywer en gevolglik aanvaar die NRF geen verantwoordelikheid daarvoor nie.

ABRAMI, P.C., CHAMBERS, B., POULSEN, C., DE SIMONE, C., D'APOLONIA, S. & HOWDEN, J. 1995. Classroom connections: understanding cooperative learning. Toronto: Hartcourt Brace. 221 p.

ACKERMANN, E. 2001. Piaget's constructivism, Papert's constructionism: what's the difference? http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf Date of access: 29 Oct. 2008.

ALIC, M. 2009. Flavell, John Hurley (1928-). http://findarticles.com/p/articles/mi_g2699/is_0004/ai_2699000470/pg_1 Date of access: 1 May 2009.

ALLY, M., DARROCH, F. & TOLEMAN, M. 2005. A framework for understanding the factors influencing pair programming success. http://eprints.usq.edu.ac/224/1/xp2005_Final.pdf Date of access: 6 Aug. 2008.

ALRED, G. & GARVEY, B. 2000. Learning to produce knowledge – the contribution of mentoring. *Mentoring & tutoring,* 8(3):261-272.

ANASTASI, A. 1988. Psychological testing. 6th ed. New York: Macmillan. 817 p.

ANDERSON, D. & NASHON, S. 2007. Predators of knowledge construction: interpreting students' metacognition in an amusement park physics program. *Science education,* 91(2):298-320, Mar.

ANTONIETTI, A., IGNAZI, S. & PEREGO, P. 2000. Metacognitive kowledge about problem-solving methods. *British journal of educational psychology,* 70(1):1-16, Mar.

ARTZT, A.F. & ARMOUR-THOMAS, E. 2001. Mathematics teaching as problem solving: a framework for studying teacher metacognition underlying instructional practice in mathematics. (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 127-148.)

ASHMAN, A.F. & CONWAY, R.N.F. 1997. An introduction to cognitive education: theory and applications. London: Routledge. 268 p.

ATLI, G. 2006. Critical personality traits in successful pair programming. Bowling Green, OH: BGSU. (Thesis - M.Sc.) 53 p.

BABBIE, E.R. 2007. The practice of social research. 11th ed. Belmont, CA: Thomson Wadsworth. 511 p.

BADLEY, G. 2003. The crisis in educational research: a pragmatic approach. *European educational research journal,* 2(2):296-308.

BAER, J. 2003. Grouping and achievement in cooperative learning. *College teaching,* 51(4):169-174, Fall.

BAHETI, P., GEHRINGER, E.F. & STOTTS, D. 2002a. Exploring the efficacy of distributed pair programming. (*In* Proceedings of the 2nd XP Universe and 1st Agile Universe Conference on Extreme Programming and Agile Methods - XP/Agile Universe 2002 held in Chicago, IL on 4-7 August 2002. p. 208-220.)

BAHETI, P., WILLIAMS, L., GEHRINGER, E. & STOTTS, D. 2002b. Exploring pair programming in distributed object-oriented team projects. http://rockfish.cs.unc.edu/pubs/OOPSLA2002EdSymp.pdf Date of access: 12 Sep. 2008.

BANNERT, M., HILDEBRAND, M. & MENGELKAMP, C. 2008. Effects of a metacognitive support device in learning environments. *Computers in human behavior,* doi:10.1016/j.chb.2008.07.002:1-7.

BARKLEY, E.F., CROSS, K.P. & MAJOR, C.H. 2005. Collaborative learning techniques: a handbook for college faculty. San Francisco: Jossey-Bass. 303 p.

BAZELEY, P. 2003. Computerized data analysis for mixed method research. (*In* Tashakkori, A. & Teddlie, C., *eds.* Handbook of mixed methods in social & behavioral research. Thousand Oaks, CA: Sage. p. 385-422.)

BEGEL, A. & NAGAPPAN, N. 2008. Pair programming: what's in it for me? (*In* Proceedings of the 2nd ACM-IEEE International Symposium held in Kaiserslautern, Germany on 9-10 October 2008. p. 120-128.)

BEREITER, C. 2002. Education and mind in the knowledge age. Mahwah, NJ: Erlbaum. 526 p.

BERENSON, S., SLATEN, K.M., WILLIAMS, L. & HO, C. 2004. Voices of women in a software engineering course: reflections on collaboration. *ACM Journal of educational resources in computing,* 4(1):1-18, Mar.

BEVAN, J., WERNER, L. & MCDOWELL, C. 2002. Guidelines for the use of pair programming in a freshman programming class. (*In* Proceedings of the 15th Conference on Software Engineering Education and Training held in Covington, KY on 25-27 February 2002. p. 100-107.)

BIELACZYC, K. & COLLINS, A. 2006. Fostering knowledge-creating communities. (*In* O'Donnell, A.M., Hmelo-Silver, C.E. & Erkens, G., *eds.* Collaborative learning, reasoning, and technology. Mahwah, NJ: Erlbaum. p. 37-60.)

BIPP, T., LEPPER, A. & SCHMEDDING, D. 2008. Pair programming in software development teams - an empirical study of it's benefits. *Information and software technology,* 50(3):231-240, Feb.

BISHOP-CLARK, C., COURTE, J. & HOWARD, E.V. 2006. Programming in pairs with Alice to improve confidence, enjoyment, and achievement. *Journal of educational computing research,* 34(2):213-228.

BITTER-RIJPKEMA, M., SLOEP, P.B. & JANSEN, D. 2003. Learning to change: the Virtual Business Learning approach to professional workplace learning. *Educational technology & society,* 6(1):18-25.

BLOOM, B.S. *ed.* 1956. Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook 1: cognitive domain. New York: McKay. 205 p.

BLOOR, M. & WOOD, F. 2006. Keywords in qualitative research: a vocabulary of research concepts. London, UK: Sage. 195 p.

BRANDON, D.P. & HOLLINGSHEAD, A.B. 1999. Collaborative learning and computer supported groups. *Communications education,* 48:109-126, Apr.

BRANSFORD, J.D., BROWN, A.L. & COCKING, R.R. *eds.* 2000. How people learn: brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academy Press. 374 p.

BRAUGHT, G., MARLIN EBY, L. & WAHLS, T. 2008. The effects of pair-programming on individual programming skill. (*In* Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education held in Portland, OR on 12-15 March 2005. p. 200-204.)

BRUFFEE, K.A. 1995. Sharing our toys: cooperative learning versus collaborative learning. *Change,* 27(1):12-18, Jan/Feb.

BRUSH, T. 1998. Embedding cooperative learning into the design of integrated learning systems: rationale and guidelines. *Educational technology research and development,* 46(3):5-18.

BRYANT, S. 2005. Rating expertise in collaborative software development. (*In* Romero, P., Good, J., Acosta Chaparro, E. & Bryant, S., *eds.* 17th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group held at Sussex University, Sussex, UK in June 2005. p. 10-29.)

BRYANT, S., ROMERO, P. & DU BOULAY, B. 2005. Pair programming and the re-appropriation of individual tools for collaborative programming. (*In* Proceedings of the International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work held in Sanibel Island, FL, USA on 6-9 November 2005. p. 332-333.)

CANFORA, G., CIMITILE, A., GARCIA, F., PIATTINI, M. & VISAGGIO, C.A. 2007. Evaluating performances of pair designing in industry. *The journal of systems and software,* 80(8):1317-1327, Aug.

CANTWELL, R.H. & ANDREWS, B. 2002. Cognitive and psychological factors underlying secondary school students' feelings toward group work. *Educational psychology,* 22(1):75-91.

CARBONE, A., MITCHELL, I., GUNSTONE, D. & HURST, J. 2002. Designing programming tasks to elicit self-management metacognitive behaviour. (*In* Proceedings of the International Conference on Computers in Education (ICCE'02) held in Auckland, New Zealand on 3-6 December 2002. p. 533-534.)

CARDELLE-ELAWAR, M. 1995. Effects of metacognitive instruction on low achievers in mathematics problems. *Teaching and teacher education,* 11(1):81-95.

CARRELL, P.L., GAJDUSEK, L. & WISE, T. 2001. Metacognition and EFL/ESL reading. (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 229-243.)

CHALMERS, C. & NASON, R.A. 2003. Developing primary students' group metacognitive processes in a computer supported collaborative learning environment. (*In* Proceedings of the Joint AARE and NZARE Conference held in Auckland, New Zealand (CD-ROM)). http://www.aare.edu.au/03pap/nas03501.pdf Date of access: 3 Dec. 2006.

CHAPARRO, E.A., YUKSEL, A., ROMERO, P. & BRYANT, S. 2005. Factors affecting the percieved effectiveness of pair programming in higher education. (*In* Romero, P., Good, J., Acosta Chaparro, E. & Bryant, S., *eds.* Proceedings of the 17th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group held at Sussex University, Sussex, UK in June 2005. p. 5-18.)

CHENG, W. & WARREN, M. 2000. Making a difference: using peers to assess individual students' contributions to a group project. *Teaching in higher education,* 5(2):243-255.

CHOI, K.S., DEEK, F.P. & IM, I. 2008. Exploring the underlying aspects of pair programming: the impact of personality. *Information and software technology,* 50(11):1114-1126, Oct.

CHONG, J. & HURLBUTT, T. 2007. The social dynamics of pair programming. (*In* Proceedings of the 29th International Conference of Software Engineering held in Minneapolis, MN on 20 - 27 May 2007. p. 354-363.)

CHONG, J., PLUMMER, R., LEIFER, L., KLEMMER, S.R., ERIS, O. & TOYE, G. 2005. Pair programming: when and why it works. (*In* Romero, P., Good, J., Acosta Chaparro, E. & Bryant, S., *eds.* Proceedings of the 17th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group held at Sussex University, Sussex, UK in June 2005. p. 43-48.)

CHRISTOPH, L.H. 2006. The role of metacognitive skills in learning to solve problems. Amsterdam: University of Amsterdam. (Dissertation - Ph.D.) 185 p.

CHRISTOPH, N., SANDBERG, J. & WIELINGA, B. 2003. Added value of task models and use of metacognitive skills on learning. http://www.cs.ubc.ac/~conati/aied-games/christophetal.pdf Date of access: 2 Mar. 2009.

CLIBURN, D.C. 2003. Experiences with pair programming at a small college. *Journal of computing sciences in colleges,* 19(1):20-29, Oct.

COCKBURN, A. 2002. Agile software development. Boston, MA: Addison-Wesley. 278 p.

COCKBURN, A. & WILLIAMS, L. 2003. The costs and benefits of pair programming. (*In* Proceedings of the 9th International Symposium on Software Metrics held in Sydney, Australia on 3-5 September 2003. p. 166-175.)

COHEN, J. 1988. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 567 p.

CRESWELL, J.W. 2003. Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches. Thousand Oaks, USA: Sage. 245 p.

CRESWELL, J.W. 2005. Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill. 623 p.

CRESWELL, J.W. & PLANO CLARK, V.L. 2007. Designing and conducting mixed methods research. Thousand Oaks, USA: Sage. 273 p.

CROWE, C. & PEMBERTON, A. 2008. 'But that's your job!': peer assessment in collaborative learning projects. http://www.tedi.uq.edu.au/conferences/teach_conference00/papers/crowe-pemberton-1.html Date of access: 9 Jun. 2008.

CUSUMANO, M.A. 2007. Extreme programming compared with Microsoft-style iterative development. *Communications of the ACM,* 50(10):15-18, Oct.

DALEY, B.J. 2002. Facilitating learning with adult students through concept mapping. *The journal of continuing higher education,* 50(1):21-31, Winter.

DATTA, L. 1997. A pragmatic basis for mixed-method designs. (*In* Greene, J.C. & Caracelli, V.J., *eds*. Advances in mixed-method evaluation: the challenges and benefits of integrating diverse paradigms. San Francisco, CA: Jossey-Bass. p. 33-46.)

DAVIDSON, N. 2002. Cooperative and collaborative learning: an integrative perspective. (*In* Thousand, J.S., Villa, R.A. & Nevin, A.I., *eds*. Creativity and collaborative learning: the practical guide to empowering students, teachers and families. 2nd ed. Baltimore, MD: Brookes. p. 181-195.)

DAVIES, R. 2006. Pair programming explained. *Overload,* 73:4-6, June.

DAWE, S. 2008. The changing training practices in large Australian firms. National Centre for Vocational Education Research Ltd. http://www.avetra.org.au/abstracts_and_papers_2003/Dawe.pdf Date of access: 20 Aug. 2008.

DE JONG, F., KOLLÖFFEL, B., VAN DER MEIJDEN, H., STAARMAN, J.K. & JANSSEN, J. 2005. Regulative processes in individual, 3D and computer supported cooperative learning contexts. *Computers in human behavior,* 21(4):645 – 670.

DE LISI, R. 2006. A developmental perspective on virtual scaffolding for learning in home and school contexts. (*In* O'Donnell, A.M., Hmelo-Silver, C.E. & Erkens, G., *eds.* Collaborative learning, reasoning, and technology. Mahwah, NJ: Erlbaum. p. 15-34.)

DECLUE, T.H. 2003. Pair programming and pair trading: effects on learning and motivation in a CS2 course. *Journal of computing sciences in colleges,* 18(5):49-56, May.

DELUCCHI, M. 2006. The efficacy of collaborative learning groups in an undergraduate statistics course. *College teaching,* 54(2):244-248.

DEMETRIOU, A. 2005. Organization and development of self-understanding and self-regulation. (*In* Boekaerts, M., Pintrich, P.R. & Zeidner, M., *eds.* Handbook of self-regulation. San Diego, CA: Academic Press. p. 209-251.)

DEPARTMENT OF EDUCATION (South Africa). 2003. National curriculum statement grades 10 – 12 (General) INFORMATION TECHNOLOGY. Pretoria: Government Printer. 63 p.

DICK, A.J. & ZARNETT, B. 2007. Paired programming & personality traits. http://www.agilealliance.org/system/article/file/916/file.pdf Date of access: 13 Aug. 2007.

DOBROVOLNY, J. 2003. Learning Strategies. http://www.learningcircuits.org/2003/oct2003/dobrovolny.htm Date of access: 31 Jul. 2006.

DOMINOWSKI, R.L. 1998. Verbalization and problem solving. (*In* Hacker, D.J., Dunlosky, J. & Graesser, A.C., *eds.* Metacognition in educational theory and practice. Mahwah, NJ: Erlbaum. p. 25-45.)

EDVANTIA. 2005. Research digest: effective instructional strategies. http://www.edvantia.org/pdta/pdf/Effective_Instructional_Strategies.pdf Date of access: 6 Feb. 2009.

ERKENS, G., PRANGSMA, M. & JASPERS, J. 2006. Planning and coordinating acitvities in collaborative learning. (*In* O'Donnell, A.M., Hmelo-Silver, C.E. & Erkens, G., *eds.* Collaborative learning, reasoning, and technology. Mahwah, NJ: Erlbaum. p. 233-264.)

ERTMER, P.A. & NEWBY, T.J. 1996. The expert learner: strategic, self-regulated and reflective. *Instructional science,* 24:1-24.

EVERSON, H.T. & TOBIAS, S. 2001. The ability to estimate knowledge and performance in a college: a metacognitive analysis. (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 69-83.)

FEKETE, A., KAY, J., KINGSTON, J. & WIMALARATNE, K. 2000. Supporting reflection in introductory computer science. *ACM SIGCSE Bulletin,* 32(1):144-148, Mar.

FERZLI, M., WIEBE, E. & WILLIAMS, L. 2002. Paired programming project: focus groups with teaching assistants and students. Technical Report. Raleigh, NC: North Carolina State University. 22 p.

FIELD, A. 2005. Discovering statistics using SPSS. 2nd ed. London: Sage. 779 p.

FLAVELL, J.H. 1976. Metacognitive aspects of problem solving. (*In* Resnick, L.B., *ed.* The nature of intelligence. Hillsdale, NJ: Erlbaum. p. 231-235.)

FLAVELL, J.H. 1979. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American psychologist,* 34(10):906-911, Oct.

FLOR, N. 2006. Globally distributed software development and pair programming. *Communications of the ACM,* 49(10):57-58.

FORD, J.K., SMITH, E.M., WEISSBEIN, D.A., GULLY, S.M. & SALAS, E. 1998. Relationships of goal orientation, metacognitive activity, and practice strategies with learning outcomes and transfer. *Journal of applied psychology,* 83(2):218-233.

FORTUNATO, I., HECHT, D., TITTLE, C.K. & ALVAREZ, L. 1991. Metacognition and problem solving. *Arithmetic teacher,* 39(4):38-40, Dec.

FRANCESCATO, D., PORCELLI, R., MEBANE, M., CUDDETTA, M., KLOBAS, J. & RENZI, P. 2006. Evaluation of the efficacy of collaborative learning in face-to-face and compter-supported university contexts. *Computers in human behavior,* 22(2):163-176.

GAMA, C. 2004. Metacognition in interactive learning environments: the Reflection Assistant model. (*In* Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Tutoring Systems held in Maceió, Alagoas, Brazil on 30 August-3 September 2004. p. 668-679.)

GARSON, G.D. 2009a. Factor analysis. http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/factor.htm Date of access: 12 Dec. 2009.

GARSON, G.D. 2009b. Reliability analysis. http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/reliab.htm Date of access: 4 Dec. 2009.

GARVEY, B. & WILLIAMSON, B. 2002. Beyond knowledge management: dialogue, creativity and the corporate curriculum. Harlow: Prentice Hall. 213 p.

GEHRINGER, E.F. 2003. A pair-programming experiment in a non-programming course. (*In* Proceedings of the 18th Annual ACM SIGPLAN Conference on object-oriented programming, systems, languages, and applications held in Anaheim, CA on 26-30 October 2003. p. 187-190.)

GEORGHIADES, P. 2004. From the general to the situated: three decades of metacognition. *International journal of science education,* 26(3):365-383, Feb.

GIJLERS, H. & DE JONG, T. 2005. The relation between prior knowledge and students' collaborative discovery learning processes. *Journal of research in science teaching,* 42(3):264-282.

GOOS, M., GALBRAITH, P. & RENSHAW, P. 2002. Socially mediated metacognition: creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational studies in mathematics,* 49:193-223.

GOURGEY, A.F. 2001. Metacognition in basic skills instruction. (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 17-32.)

GUION, L.A. 2002. Triangulation: establishing the validity of qualitative studies. *Institute of food and agricultural sciences,* :1-3.

HACKER, D.J. 1998. Definitions and empirical foundations. (*In* Hacker, D.J., Dunlosky, J. & Graesser, A.C., *eds.* Metacognition in educational theory and practice. Mahwah, N.J: Erlbaum. p. 1-23.)

HAHN, J.H. 2008. Paarassessering teenoor individuele assessering in rekenaarprogrammering. Potchefstroom: Noordwes-Universiteit. (Verhandeling - M.Ed.) 137 p.

HAIR, J.R., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L. & BLACK, W.C. 1998. Multivariate data analysis. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc. 730 p.

HANKS, B., MCDOWELL, C., DRAPER, D. & KRNJAJIC, M. 2004. Program quality with pair programming in CS1. *ACM SIGCSE Bulletin,* 36(3):176-180.

HANSEN, E.J. & STEPHENS, J.A. 2000. The ethics of learner-centered education: dynamics that impede the process. *Change,* 33(5):40-47, Sep/Oct.

HANSEN, M. & HAAS, M. 2007. Different knowledge, different benefits: toward a knowledge productivity perspective on knowledge sharing in organizations. http://knowledge.wharton.upenn.edu/papers/1346.pdf Date of access: 3 Oct. 2008.

HANSON, W.E., CRESWELL, J.W., PLANO CLARK, V.L., PETSKA, K.S. & CRESWELL, J.D. 2005. Mixed methods research designs in counciling psychology. *Journal of counciling psychology,* 52(2):224-235.

HARRISON, R. 2000. Learning, knowledge productivity and strategic progress. *International journal of training and development,* 4(4):244-258, Dec.

HARRISON, R. & KESSELS, J. 2004. Human resource development in a knowledge economy: an organisational view. New York, NY: Palgrave Macmillan. 301 p.

HARTMAN, H.J. 2001. Developing students' metacognitive knowledge and skills. (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 33-68.)

HEDIN, G., BENDIX, L. & MAGNUSSON, B. 2006. Iterative reflection in teaching software development for teams. http://www.spop.dk/chapters-june2005/SPOP-Lund.pdf Date of access: 29 Nov. 2006.

HENT (Holistic Education Network of Tasmania). 2004. Metacognition - thinking about thinking - learning to learn. www.hent.org/world/rss/files/metacognition.htm Date of access: 1 May 2009.

HMELO-SILVER, C.E. 2003. Facilitating collaborative knowledge construction. (*In* Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Science held in Big Island, HI on 6-9 January 2003. p. 1-10.)

HO, C., RAHA, S., GEHRINGER, E. & WILLIAMS, L. 2004a. Sangam - a distributed pair programming plug-in for Eclipse. (*In* Proceedings of the 2004 OOPSLA Workshop on Eclipse Technology Exchange held in Vancouver, BC, Canada on 24-28 October 2004. p. 73-77.)

HO, C., SLATEN, K., WILLIAMS, L. & BERENSON, S. 2004b. Examining the impact of pair programming on female students. NCSU CSC technical report. ftp://ftp.ncsu.edu/pub/unity/lockers/ftp/csc_anon/tech/2004/TR-2004-20.pdf Date of access: 6 Feb. 2008.

HOFER, B.K., YU, S.L. & PINTRICH, P.R. 1998. Teaching college students to be self-regulated learners. (*In* Schunk, D.H. & Zimmerman, B.J., *eds.* Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice. New York: Guilford Press. p. 57-85.)

HORSTMANN, C. 2002. Big Java. New York: Wiley. 1202 p.

HOWARD, E.V. 2006. Attitudes on using pair-programming. *Journal of educational technology systems,* 35(1):89-103.

HULKKO, H. & ABRAHAMSSON, P. 2005. A multiple case study on the impact of pair programming on product quality. (*In* Proceedings of the 27th International Conference on Software Engineering held in St. Louis, MS on 15-21 May 2005. p. 495-504.)

HURME, T.-R. & JÄRVELÄ, S. 2009. Metacognitive processes in problem solving with CSCL in mathemetics. http://www.ll.unimaas.nl/euro-cscl//papers/70.doc Date of access: 1 May 2009.

HUTCHESON, G. & SOFRONIOU, N. 1999. The multivariate social scientist: introductory statistics using generalized linear models. London, UK: Sage. 288 p.

INABA, M. 2006. A CSCL environment that promotes metacognition among learners in the community of practice. http://www.cogsci.rpi.edu/CSJarchive/Proceedings/2006/iccs/p121.pdf Date of access: 3 Dec. 2006.

IRAK, M. & TOSUN, A. 2008. Exploring the role of metacognition in obsessive-compulsive and anxiety symptoms. *Journal of anxiety disorders,* 22(8):1316-1325, Dec.

ISAACSON, R.M. & FUJITA, F. 2006. Metacognitive knowledge monitoring and self-regulated learning: academic success and reflections on learning. *Journal of the scholarship of teaching and learning,* 6(1):39-55, Aug.

IVANKOVA, N.V., CRESWELL, J.W. & PLANO CLARK, V.L. 2007. Foundations and approaches to mixed methods research. (*In* Maree, K., *ed.* First steps in research. Pretoria: Van Schaik. p. 253-282.)

JACOBSON, N. & SCHAEFER, S.K. 2008. Pair programming in CS1: overcoming objections to its adoption. *Inroads — SIGCSE Bulletin,* 40(2):93-96, Jun.

JENSEN, R.W. 2005. A pair programming experience. *Overload,* 65:22-25, Feb.

JOHNSON, D.W., JOHNSON, R. & STANNE, M. 2000. Cooperative learning methods: a meta-analysis. http://www.co-operation.org/pages/cl-methods.html Date of access: 9 Jun. 2008.

JOHNSON, R. & JOHNSON, D. 1994. An overview of cooperative learning. (*In* Thousand, J., Villa, R. & Nevin, A., *eds.* Creativity and collaborative learning: a practical guide to empowering students and teachers. Baltimore: Brookes. p. 31-43.)

JOHNSON, R.B. & ONWUEGBUZIE, A.J. 2004. Mixed methods research: a research paradigm whose time has come. *Educational researcher,* 33(7):14-26.

KAASBØLL, J. 2006. The learners' environment in OO first: implications for sequence of teaching and tools. (Paper presented at the NIK-2006 conference). http://www.nik.no/2006/Kaasbøll.pdf Date of access: 2 Feb. 2008.

KATIRA, N., WILLIAMS, L., WIEBE, E., MILLER, C., BALIK, S. & GEHRINGER, E. 2004. On understanding compatibility of student pair programmers. (*In* Proceedings of the 35th SIGCSE Symposium on Computer Science Education held in Norfolk, Virginia, USA on 3-7 March 2004. p. 7-11.)

KATZENBACH, J.R. & SMITH, D.K. 1993. The wisdom of teams: creating the high-performance organization. Boston, MA: Harvard Business School. 291 p.

KATZENBACH, J.R. & SMITH, D.K. 1998. The discipline of teams. (*In* Katzenbach, J.R., *ed.* The work of teams. Boston, MA: Harvard Business School. p. 35-49.)

KESSELS, J. 1995. Opleiden en leren in arbeidsorganizaties. *Comenius,* 15(2):179-193.

KESSELS, J. 2004. Designing for learning in the workplace: the implications of an emerging knowledge economy for professional development. (Paper presented at the Earli SIG "Learning and professional development" held in Regensburg, Germany on 11-15 October 2004). http://www.kennisproductiviteit.net/Earli%20Regensburg%202004%20Kessels.pdf Date of access: 3 Sep. 2008.

KESSELS, J.W.M. 2001. Learning in organisations: a corporate curriculum for the knowledge economy. *Futures,* 33:497-506.

KEURSTEN, P., VERDONSCHOT, S., KESSELS, J. & KWAKMAN, K. 2006. Relating learning, knowledge creation and innovation: case studies into knowledge productivity. *International journal on learning and intellectual capital,* 3(4):405-420.

KLUWE, R.H. 1982. Cognitive knowledge and executive control: metacognition. (*In* Griffin, D.R., *ed.* Animal mind - human mind. New York: Springer. p. 201-224.)

KNESER, C. & PLOETZNER, R. 2001. Collaboration on the basis of complementary domain knowledge: observed dialogue structures and their relation to learning success. *Learning and instruction,* 11(1):53-83, Feb.

KNOWLTON, D.S. 2007. Promoting durable knowledge construction through online discussion. http://www.mtsu.edu/~itconf/proceed01/11.html Date of access: 18 Jul. 2007.

KOSKI, J.T. 2001. Reflections on information glut and other issues in knowledge productivity. *Futures,* 33(6):483-495, Aug.

KRAMARSKI, B. 2004. Making sense of graphs: does metacognitive instruction make a difference on students' mathematical conceptions and alternative conceptions? *Learning and instruction,* 14(6):593-619, Dec.

KRAMARSKI, B. 2008. Promoting teachers' algebraic reasoning and self-regulation with metacognitive guidance. *Metacognition and learning,* 3(2):83-99.

KRAMARSKI, B. & MEVARECH, Z.R. 2003. Enhancing mathematical reasoning in the classroom: the effects of cooperative learning and meta-cognitive training. *American educational research journal,* 40(1):281-310, Spring.

KRAMARSKI, B., MEVARECH, Z.R. & ARAMI, M. 2002. The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational studies in mathematics,* 49:225-250.

KRAMARSKI, B., MEVARECH, Z.R. & LIEBERMAN, A. 2001. Effects of multilevel versus unilevel metacognitive training on mathematical reasoning. *The journal of educational research,* 94(5):292-300, May/Jun.

KRAMARSKI, B. & MIZRACHI, N. 2004. Enhancing mathematical literacy with the use of metacognitive guidance in forum discussion. (*In* Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education held in Bergen, Norway on 14-18 July 2004. p. 169-176.)

KWON, K. & LIU, P. 2009. Effective metacognition in cooperative learning: a case study. (Paper presented at the 2009 AERA annual meeting held in San Diego, CA on 13-17 April 2009.)

LANGR, J. 2005. Pair programming observations. http://langrsoft.com/articles/pairing.shtml Date of access: 13 Aug. 2007.

LARKIN, S. 2006. Collaborative group work and individual development of metacognition in the early years. *Research in science education,* 36:7-27.

LAYMAN, L., WILLIAMS, L., OSBORNE, J., BERENSON, S., SLATEN, K. & VOUK, M. 2005. How and why collaborative software development impacts the software engineering course. (*In*

Proceedings of the 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference held in Indianapolis, IN, USA on 19-22 October 2005. p. T1A-1 - T1A-6.)

LEEDY, P.D. & ORMROD, J.E. 2005. Practical Research: planning and design. 8th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 319 p.

LEJEUNE, N. 2003. Critical components for successful collaborative learning in CS1. *Journal of computing sciences in colleges,* 19(1):275-285, Nov.

LESTER, F.K. 1994. Musing about mathematical problem solving research: 1970 - 1994. *Journal for research in mathematical education,* 25(6):660-675.

LIN, X. 2001. Designing metacognitive activities. *Educational technology research and development,* 49(2):23-40.

LIN, X. & LEHMAN, J. 1999. Supporting learning of variable control in a computer-based biology environment: effects of prompting college students to reflect on their own thinking. *Journal of research in science teaching,* 36(7):837-858.

LUI, K.M. & CHAN, K.C.C. 2003. When does a pair outperform individuals? http://www.comp.polyu.edu.hk/doc/cskcchan/xp2003.pdf Date of access: 15 Sep. 2008.

MACKENZIE, N. & KNIPE, S. 2006. Research dilemmas: paradigms, methods and methodology. *Issues in educational research*, 16(2):193-205. http://www.iier.org.au/iier16/mackenzie.html Date of access: 13 Oct. 2009.

MANION, V. & ALEXANDER, J.M. 1997. The benefits of peer collaboration on strategy use, metacognitive causal attribution, and recall. *Journal of experimental child psychology,* 67(2):268-289, Nov.

MAREE, K. & PIETERSEN, J. 2007a. The quantitive research process. (*In* Maree, K., *ed.* First steps in research. Pretoria: Van Schaik. p. 144-153.)

MAREE, K. & PIETERSEN, J. 2007b. Sampling. (*In* Maree, K., *ed.* First steps in research. Pretoria: Van Schaik. p. 171-181.)

MAREE, K. & VAN DER WESTHUIZEN, C. 2007. Planning a research proposal. (*In* Maree, K., *ed.* First steps in research. Pretoria: Van Schaik. p. 23-45.)

MARZANO, R.J. 2001. Designing a new taxonomy of educational objectives. Thousand Oaks, CA: Corwin Press. 149 p.

MATTHEWS, R.S., COOPER, R.L., DAVIDSON, N. & HAWKE, P. 1995. Building bridges between cooperative and collaborative learning. *Change,* 27(4):34-37,40, Jul/Aug.

MATZKO, S. & DAVIS, T. 2006. Pair design in undergraduate labs. *Journal of computing sciences in colleges,* 22(2):123-130.

MAXCY, S.J. 2003. Pragmatic threads in mixed methods research in social sciences: the search for multiple modes of inquiry and the end of the philosophy of formalism. (*In* Tashakkori, A. & Teddlie, C., *eds.* Handbook of mixed methods in social & behavioral research. Thousand Oaks, CA: Sage. p. 51-89.)

MAYER, R.E. 2001. Cognitive, metacognitive, and motivational aspects of problem solving. (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 87-101.)

MCDOWELL, C., HANKS, B. & WERNER, L. 2003a. Experimenting with pair programming in the classroom. *ACM SIGSCE Bulletin,* 35(3):60-64, Sep.

MCDOWELL, C., WERNER, L., BULLOCK, H.E. & FERNALD, J. 2002. The effects of pair programming on performance in an introductory programming course. *ACM SIGCSE Bulletin,* 34(1):38-42.

MCDOWELL, C., WERNER, L., BULLOCK, H.E. & FERNALD, J. 2003b. The impact of pair programming on student performance, perception and persistence. (*In* Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering held in Portland, OR on 3-10 May 2003. p. 602-607.)

MCDOWELL, C., WERNER, L., BULLOCK, H.E. & FERNALD, J. 2006. Pair programming improves student retention, confidence, and program quality. *Communications of the ACM,* 49(8):90-95, Aug.

MCKEACHIE, W.J. 2006. Teaching tips: strategies, research, and theory for college and university teachers. 12th ed. Boston, MA: Houghton Mifflin. 407 p.

MCWHAW, K., SCHNACKENBERG, H., SCLATER, J. & ABRAMI, P.C. 2003. From co-operation to collaboration: helping students become collaborative learners. (*In* Gillies, R.M. & Ashman, A.F., *eds.* Co-operative learning: the social and intellectual outcomes of learning in groups. London: Routledge Falmer. p. 69-86.)

MD.YUNUS, A.S. & ALI, W.Z.W. 2008. Metacognition and motivation in mathematical problem solving. *International journal of learning,* 15(3):121-132.

MELNIK, G. & MAURER, F. 2003. Introducing agile methods in learning environments: lessons learned. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.6.9134 Date of access: 19 Jan. 2009.

MENDES, E., AL-FAKHRI, L.B. & LUXTON-REILLY, A. 2005. Investigating pair-programming in a 2nd-year software development and design computer science course. (*In* Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education held in Monte de Caparica, Portugal on 27-29 June 2005. p. 296-300.)

MENDES, E., AL-FAKHRI, L.B. & LUXTON-REILLY, A. 2006. A replicated experiment of pair-programming in a 2nd-year software development and design computer science course. (*In* Proceedings of the 11th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education held in Bologna, Italy on 26-28 June 2006. p. 108-112.)

MENTZ, E., VAN DER WALT, J.L. & GOOSEN, L. 2008. The effect of incorporating cooperative learning principles in pair programming for student teachers. *Computer science education,* 18(4):247-260, Dec.

MERRIAM, S.B. 1998. Qualitative research and case study applications in education. San Francisco, CA: Jossey-Bass. 275 p.

MEVARECH, Z. & FRIDKIN, S. 2006. The effects of IMPROVE on mathematical knowledge, mathematical reasoning and meta-cognition. *Metacognition and learning,* 1(1):85-97, Apr.

MEVARECH, Z.R. 1999. Effects of metacognitive training embedded in cooperative settings on mathematical problem solving. *The journal of educational research,* 92(4):195-205, Mar/Apr.

MEVARECH, Z.R. & AMRANY, C. 2008. Immediate and delayed effects of metacognitive instruction on regulation of cognition and mathematics achievement. *Metacognition and learning,* 3(2):147-157, Aug.

MEVARECH, Z.R. & KRAMARSKI, B. 1997. A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American educational research journal,* 34(2):365-394, Summer.

MIDDLETON, J., GORARD, S., TAYLOR, C. & BANNAN-RITLAND, B. 2008. The "compleat" design experiment: from soup to nuts. (*In* Kelly, A.E., Lesh, R.A. & Baek, J.Y., *eds.* Handbook of design research methods in education: innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching. New York, NY: Routledge. p. 21-46.)

MILES, D., BLUM, T., STAATS, W. & DEAN, D. 2003. Experiences with the Metacognitive Skills Inventory. (Paper presented at the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in education conference). http:/fie-conference.org/fie2003/papers/1184.pdf Date of access: 10 Jul. 2009.

MILLIS, B.J. & COTTELL, P.G. 1998. Cooperative learning for higher education faculty. Phoenix, AZ: Oryx Press. 282 p.

MITCHELL, S.N., REILLY, R., BRAMWELL, G.B., SOLNOSKY, A. & LILLY, F. 2004. Friendship and choosing groupmates: preferences for teacher-selected vs. student-selected groupings in high school science classes. *Journal of instructional psychology,* 31(1):20-32, Mar.

MONTEITH, J.L.D.K. 2004. Learning-to-learn and teachers' responsibility to teach learning-to-learn skills. (Paper presented at the annual meeting of the Education Association of South Africa held in Johannesburg at the Johannesburg University on 11-14 January 2004.)

MOORE, D., ZABRUCKY, K. & COMMANDER, N.E. 1997. Metacomprehension and comprehension performance in younger and older adults. *Educational gerontology,* 23:467-475.

MOORES, T.T., CHANG, J.C. & SMITH, D.K. 2006. Clarifying the role of self-efficacy and metacognition as predictors of performance: construct development and test. *ACM SIGMIS Database,* 37(2&3):125-132, Spring-Summer.

MORGAN, D.L. 2007. Paradigms lost and pragmatism regained: methodological implications of combining qualitative and quantitative methods. *Journal of mixed methods research,* 1(1):48-76, Jan.

MOSELEY, D., BAUMFIELD, V., ELLIOTT, J., GREGSON, M., HIGGINS, S., MILLER, J. & NEWTON, D. 2005. Frameworks for thinking: a handbook for teaching and learning. Cambridge: Cambridge University Press. 358 p.

MUHR, T. 2004. User's manual for ATLAS.ti 5.0. http://www.atlasti.com/downloads/atlman.pdf Date of access: 28 Sep. 2009.

MÜLLER, M. 2005. Two controlled experiments concerning the comparison of pair programming to peer review. *The journal of systems and software,* 78(2):166-179, Nov.

NAGAPPAN, N., WILLIAMS, L., FERZLI, M., WIEBE, E., YANG, K., MILLER, C. & BALIK, S. 2003. Improving the CS1 experience with pair programming. (*In* Proceedings of the 34th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education held in Reno, NV, USA on 19-23 February 2003. p. 359–362.)

NAGAPPAN, N., WILLIAMS, L., WIEBE, E., MILLER, C., BALIK, S., FERZLI, M. & PETLICK, J. 2008. Pair learning: with an eye toward future success. http://collaboration.csc.ncsu.edu/laurie/Papers/XPAUPairLearning.pdf Date of access: 11 Sep. 2008.

NAVORAPHAN, K., GEHRINGER, E.F., CULP, J., GYLLSTROM, K. & STOTTS, D. 2006. Next-generation DPP with Sangam and Facetop. (*In* Proceedings of the 2006 OOPSLA Workshop on Eclipse Technology Exchange held in Portland, OR on 22-26 October 2006. p. 6-10.)

NICOL, A.A.M. & PEXMAN, P.M. 1999. Presenting your findings: a practical guide for creating tables. Washington, DC: American Psychological Association. 157 p.

NICOLESCU, R. & PLUMMER, R. 2003. A pair programming experiment in a large computing course. *Romanian journal of information science and technology,* 6(1-2):199-216.

NIEUWENHUIS, J. 2007a. Analysing qualitative data. (*In* Maree, K., *ed.* First steps in research. Pretoria: Van Schaik. p. 99-122.)

NIEUWENHUIS, J. 2007b. Qualitative research designs and data gathering techniques. (*In* Maree, K., *ed.* First steps in research. Pretoria: Van Schaik. p. 69-97.)

NONAKA, I. 1996. The knowledge-creating company. (*In* Starkey, K., *ed.* How organisations learn. London: International Thompson Business Press. p. 18-31.)

NOSEK, J.T. 1998. The case for collaborative programming. *Communications of the ACM,* 41(3):105-108, Mar.

NULDÉN, U. 2006. Designing environments for reflection and collaborative learning. http://www.viktoria.se/nulden/Publ/PDF/AaeE.pdf Date of access: 4 Dec. 2006.

NUSSBAUM, M., ALVAREZ, C., MCFARLANE, A., GOMEZ, F., CLARO, S. & RADOVIC, D. 2009. Technology as small group face-to-face collaborative scaffolding. *Computers & Education,* 52(1):147-153, Jan.

O'DONNELL, A.M. 2006. Introduction: learning with technology. (*In* O'Donnell, A.M., Hmelo-Silver, C.E. & Erkens, G., *eds.* Collaborative learning, reasoning, and technology. Mahwah, NJ: Erlbaum. p. 1-14.)

O'NEIL, H.F. 2002. Perspectives on computer-based assessment of problem solving. *Computers in human behavior,* 18(6):605-607, Nov.

OLIVER, R. & OMARI, A. 2001. Student responses to collaborating and learning in a web-based environment. *Journal of computer assisted learning,* 17:34-47.

ONWUEGBUZIE, A.J. & LEECH, N.L. 2005. On becoming a pragmatic researcher: the importance of combining quantitive and qualitive research methodologies. *International journal of social research methodology,* 8(5):375-387.

ORLAND-BARAK, L. & TILLEMA, H. 2006. The 'dark side of the moon': a critical look at teacher knowledge construction in collaborative settings. *Teachers and teaching: theory and practice,* 12(1):1-12, Feb.

PALINCSAR, A.S. & BROWN, A.L. 1984. Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and instruction,* 1:117-175.

PALMIERI, D.W. 2002. Knowledge management through pair programming. Raleigh: North Carolina State University. (Thesis - M.Sc.) 80 p.

PANAOURA, A. & PHILIPPOU, G. 2009. The measurement of young pupils' metacognitive ability in mathematics: the case of self-representation and self-evaluation. http://cerme4.crm.es/Papers%20definitius/2/panaoura.philippou.pdf Date of access: 22 Jun. 2009.

PANITZ, T. 2008. Collaborative versus cooperative learning: a comparison of the two concepts which will help understand the underlying nature of interactive learning. http://home.capecod.net/~tedpanitz/tedsarticles/coopdefinition.htm Date of access: 9 Jun. 2008.

PARIS, S.G., LIPSON, M.Y. & WIXSON, K.K. 1983. Becoming a strategic reader. *Contemporary educational psychology,* 8:293-316.

PARKER, J.R. & BECKER, K. 2003. Measuring effectiveness of constructivist and behaviourist assignments in CS102. *ACM SIGCSE Bulletin,* 35(3):40-44, Jun.

PATE, M.L., WARDLOW, G.W. & JOHNSON, D.M. 2004. Effects of thinking aloud pair problem solving on the troubleshooting performance of undergraduate agricultural students in a power technology course. *Journal of agricultural education,* 45(4):1-11.

PATTON, M.Q. 1990. Qualitative evaluation and research methods. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: Sage. 532 p.

PETERS, M. 2000. Does constructivist epistomology have a place in nurse education? *Journal of nursing education,* 39(4):166-172, Apr.

PINTRICH, P.R. 2005. The role of goal orientation in self-regulated learning. (*In* Boekaerts, M., Pintrich, P.R. & Zeidner, M., *eds.* Handbook of self-regulation. San Diego: Academic Press. p. 451-502.)

PINTRICH, P.R., SMITH, D.A.F., GARCIA, T. & MCKEACHIE, W.J. 1993. Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and psychological measurement,* 53:801-814.

POLYA, G. 1957. How to solve it: a new aspect of mathematical method. 2nd ed. Princeton, NJ: Princeton University Press. 253 p.

PRESTON, D. 2006a. Adapting pair programming pedagogy for use in computer literacy courses. *Journal of computing sciences in colleges,* 21(5):84-93, May.

PRESTON, D. 2006b. Using collaborative learning research to enhance pair programming pedagogy. *ACM SIGITE Newsletter,* 3(1):16-21, Jan.

PRITCHARD, F.F. & WHITEHEAD, G.I. 2004. Serve and learn: implementing and evaluating service-learning in middle and high schools. Mahwah, NJ: Erlbaum. 288 p.

PRODUCTIVITY COMMISSION (Australia). 2003. Social capital: reviewing the concept and its policy implications. Research paper. Canberra: AusInfo. 89 p.

RIVERS, W.P. 2001. Autonomy at all costs: an ethnography of metacognitive self-assessment and self-management among experienced language learners. *The modern language journal,* 85(2):279-290, Summer.

SAAB, N. 2005. Chat and explore: the role of support and motivation in collaborative scientific discovery learning. Amsterdam: University of Amsterdam. (Dissertation - Ph.D.) 127 p.

SADASIVAN, P. 2005. Efficacy of pair programming in completing programming tasks. *Bulletin of applied computing and information technology*, 3(1), May. http://www.naccq.ac.nz/bacit/0301/2005Sadasivan_PairEfficacy.htm Date of access: 30 Aug. 2008.

SALLEH, N. 2008. A systematic review of pair programming research – initial results. (*In* Proceedings of the New Zealand Computer Science Research Student Conference held in Christchurch, New Zealand in April 2008. p. 151-158.)

SÁNCHEZ-ALONSO, S. & VOVIDES, Y. 2007. Integration of metacognitive skills in the design of learning objects. *Computers in human behavior,* 23(6):2585-2595, Nov.

SAS INSTITUTE INC. 2007. The SAS System for Windows. Release 9.1 TS Level 1M3. Copyright© by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

SCARDAMALIA, M., BEREITER, C. & STEINBACH, R. 1984. Teachability of reflective processes in written composition. *Cognitive science,* 8(2):173-190, Apr-Jun.

SCHOENFELD, A.H. 1985. Mathematical problem solving. Orlando, FL: Academic Press. 409 p.

SCHOENFELD, A.H. 1991. On mathematics as sense-making: an informal attack on the unfortunate divorce of formal and informal mathematics. (*In* Voss, J.F., Perkins, D.N. & Segal, J.W., *eds.* Informal reasoning and education. Hillsdale, NJ: Erlbaum. p. 331-343.)

SCHRAW, G. 2001. Promoting general metacognitive awareness. (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction: theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 3-16.)

SCHRAW, G. & DENNISON, R.S. 1994. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary educational psychology,* 19:460-475.

SCHUNK, D.H. 2000. Learning theories: an educational perspective. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 512 p.

SCHWARTZ, D.L., CHANG, J. & MARTIN, L. 2008. Instrumentation and innovation in design experiments: taking the turn towards efficiency. (*In* Kelly, A.E., Lesh, R.A. & Baek, J.Y., *eds.* Handbook of design research methods in education: innovations in science, technology, engineering, and mathematics learning and teaching. New York, NY: Routledge. p. 47-67.)

SCHWARTZ, D.L. & PERFECT, T.J. 2002. Introduction: toward an applied metacognition. (*In* Perfect, T.J. & Schwartz, B.L., *eds.* Applied metacognition. Cambridge: Cambridge University Press. p. 1-11.)

SERRA, M.J. & METCALFE, J. 2009. Effective implementation of metacognition. (*In* Hacker, D.J., Dunlosky, J. & Graesser, A.C., *eds.* Handbook of metacognition in education. New York, NY: Routledge. p. 278-298.)

SHAFT, T.M. 1995. Helping programmers understand computer programs: the use of metacognition. *DATA BASE advances,* 26(4):25-46, Nov.

SHANK, G.D. 2006. Qualitative research: a personal skills approach. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 247 p.

SHERRELL, L.B. & ROBERTSON, J.J. 2006. Pair programming and agile software development: experiences in a college setting. *Journal of computing sciences in colleges,* 22(2):145-153.

SIMON, B. & HANKS, B. 2007. First year students' impressions of pair programming in CS1. (*In* Proceedings of the International Computing Education Research Workshop held in Atlanta, GA on 15-16 September 2007. p. 73-85.)

SLATEN, K.M., DROUJKOVA, M., BERENSON, S.B., WILLIAMS, L. & LAYMAN, L. 2005. Undergraduate student perceptions of pair programming and agile software methodologies: verifying a model of social interaction. http://collaboration.csc.ncsu.edu/laurie/Papers/Agile2005.pdf Date of access: 16 Jun. 2008.

SLAVIN, R.E. 1996. Research on cooperative learning and achievement: what we know, what we need to know. *Contemporary educational psychology,* 21(1):43-69, Jan.

SMITH, M.K. 2007. Social capital. The encyclopedia of informal education. http://www.infed.org/biblio/social_capital.htm Date of access: 30 Aug. 2007.

SON, L.K. & SCHWARTZ, B.L. 2002. The relation between metacognitive monitoring and control. (*In* Perfect, T.J. & Schwartz, B.L., *eds.* Applied metacognition. Cambridge: Cambridge University Press. p. 15-38.)

SPERLING, R.A., HOWARD, B.C., MILLER, L.A. & MURPHY, C. 2002. Measures of childrens' knowledge and regulation of cognition. *Contemporary educational psychology,* 27(1):51-79, Jan.

SPERLING, R.A., HOWARD, B.C., STALEY, R. & DUBOIS, N. 2004. Metacognition and self-regulated learning constructs. *Educational research and evaluation,* 10(2):117-139.

SPSS INC. 2006. SPSS® 15.0 for Windows. Release 15.0.0. Copyright© by SPSS Inc., Chicago, IL, USA. www.spss.com

STATSOFT INC. 2006. STATISTICA (data analysis software system). Version 7.1. www.statsoft.com

STERNBERG, R.J. 2001a. Giftedness as developing expertise: a theory of the interface between high abilities and achieved excellence. *High ability studies,* 12(2):159-179.

STERNBERG, R.J. 2001b. Metacognition, abilities, and developing expertise: what makes an expert student? (*In* Hartman, H.J., *ed.* Metacognition in learning and instruction. Theory, research and practice. Dordrecht: Kluwer. p. 247-260.)

STEVENS, R.J. & SLAVIN, R.E. 1995. Effects of a cooperative learning approach in reading and writing on academically handicapped and nonhandicapped students. *The elementary school journal,* 95(3):241-262, Jan.

STEYN, H.S. & ELLIS, S.M. 2009. Estimating an effect size in one-way multivariate analyses of variance (MANOVA). *Multivariate behavioral research,* 44(1):106-129.

SUGERMAN, D.A., DOHERTY, K.L., GARVEY, D.E. & GASS, M.A. 2000. Reflective learning: theory and practice. Dubuque, IA: Kendall/Hunt. 105 p.

SWANSON, H.L. 1990. Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of educational psychology,* 82(2):306-314.

SYH-JONG, J. 2007. A study of students' construction of science knowledge: talk and writing in a collaborative group. *Educational research,* 49(1):65-81, Mar.

TAN, J., BISWAS, G. & SCHWARTZ, D.L. 2006. Feedback for metacognitive support in learning by teaching environments. (*In* Proceedings of the 28th annual meeting of the Cognitive Science Society held in Vancouver, Canada on 26-29 July 2006. p. 828-833.)

TASHAKKORI, A. & TEDDLIE, C. 2003. The past and future of mixed methods research: from data triangulation to mixed models designs. (*In* Tashakkori, A. & Teddlie, C., *eds.* Handbook of mixed methods in social & behavioral research. Thousand Oaks, CA: Sage. p. 671-701.)

TEDDLIE, C. & TASHAKKORI, A. 2003. Major issues and controversies in the use of mixed methods in the social and behavioral sciences. (*In* Tashakkori, A. & Teddlie, C., *eds.* Handbook of mixed methods in social & behavioral research. Thousand Oaks, CA: Sage. p. 3-50.)

THOMAS, G.P. 2008. An activity theory perspective on metacognition: developing metacognition in a year 11 chemistry classroom. (Paper presented at the 3rd biennial meeting of the EARLI SIG 16 on metacognition held in Ioannina, Greece on 8-10 May 2008.)

THOMAS, L., RATCLIFFE, M. & ROBERTSON, A. 2003. Code warriors and code-a-phobes: a study in attitude and pair programming. (*In* Proceedings of the 34th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education held in Reno, NV on 19-23 February 2003. p. 363-367.)

TILLEMA, H. 2005. Collaborative knowledge construction in study teams of professionals. *Human resource development international,* 8(1):81-99, Mar.

TILLEMA, H. & ORLAND-BARAK, L. 2006. Constructing knowledge in professional conversations: the role of beliefs on knowledge and knowing. *Learning and instruction,* 16(6):592-608.

TILLEMA, H. & VAN DER WESTHUIZEN, G.J. 2006. Knowledge construction in collaborative enquiry among teachers. *Teachers and teaching: theory and practice,* 12(1):51-67, Feb.

TILLEMA, H.H. 1997. Promoting conceptual change in learning to teach. *Asia-Pacific journal of teacher education,* 25(1):7-16, Mar. Available: Academic Search Premier. Date of access: 19 Sep. 2008.

TILLEMA, H.H. 1998. Assessment of potential, from assessment centers to development centers. *International journal of selection and assessment,* 6(3):185-191, Jul.

TILLEMA, H.H. 2006. Authenticity in knowledge-productive learning: what drives knowledge construction in collaborative inquiry? *Human resource development international,* 9(2):173-190, Jun.

TOBIAS, S. & EVERSON, H.T. 2009. The importance of knowing what you know: a knowledge monitoring framework for studying metacognition in education. (*In* Hacker, D.J., Dunlosky, J. & Graesser, A.C., *eds*. Handbook of metacognition in education. New York, NY: Routledge. p. 107-127.)

VAICAITYTE, L. 2006. Personal stumble-stones in the process of knowledge productivity in group work. Enschede: University of Twente. (Master thesis) 89 p.

VAN DEN BOOM, G., PAAS, F., VAN MERRIËNBOER, J.J.G. & VAN GOG, T. 2004. Reflection prompts and tutor feedback in a web-based learning environment: effects on students' self-regulated learning competence. *Computer in human behavior,* 20(4):551-567, Jul.

VAN DER STEL, M. & VEENMAN, M.V.J. 2008. Relation between intellectual ability and metacognitive skillfulness as pedictors of learning performance of young students performing tasks in different domains. *Learning and individual differences,* 18(1):128-134.

VAN GORP, M.J. & GRISSOM, S. 2001. An empirical evaluation of using constructive classroom activities to teach introductory programming. *Computer science education,* 11(3):247-260.

VANDEGRIFT, T. 2004. Coupling pair programming and writing: learning about students' perceptions and processes. *ACM SIGCSE Bulletin,* 36(1):2-6.

VEENMAN, M.V.J., ELSHOUT, J.J. & MEIJER, J. 1997. The generality vs domain-specificity of metacognitive skills in novice learning across domains. *Learning and instruction,* 7(2):187-209.

VEENMAN, M.V.J. & SPAANS, M.A. 2005. Relation between intellectual and metacognitive skills: age and task differences. *Learning and individual differences,* 15(2):159-176.

VEENMAN, M.V.J., VAN HOUT-WOLTERS, B.H.A.M. & AFFLERBACH, P. 2006. Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and learning,* 1(1):3-14, Apr.

VEERMAN, A. & VELDHUIS-DIERMANSE, E. 2006. Collaborative learning through electronic knowledge construction in academic education. (*In* O'Donnell, A.M., Hmelo-Silver, C.E. & Erkens, G., *eds.* Collaborative learning, reasoning, and technology. Mahwah, NJ: Erlbaum. p. 323-354.)

VERDONSCHOT, S.G.M. 2006. Methods to enhance reflective behaviour in innovation processes. *Journal of European industrial training,* 30(9):670-686.

VERDONSCHOT, S.G.M. & KEURSTEN, P. 2006. Design principles for knowledge productivity. (Paper presented at the 7th International Conference on HRD Research and Practice across Europe held in Tilburg, Netherlands on 22-24 May 2006.)

VON KROGH, G. 1998. Care in knowledge creation. *California management review,* 40(3):133-153, Spring.

VRUGT, A. & OORT, F.J. 2008. Metacogition, achievement goals, study strategies and academic achievement: pathways to achievement. *Metacognition and learning,* 3(2):123-146, Aug.

WAITE, W., JACKSON, M.H., DIWAN, A. & LEONARDI, P.M. 2004. Student culture vs group work in computer science. (*In* Proceedings of the 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education held in Norfolk, VA, USA on 3-7 March 2004. p. 12-16.)

WALL, K. 2008. Understanding metacognition through the use of pupil views templates: pupil views of Learning to Learn. *Thinking skills and creativity,* 3(1):23-33, Apr.

WALLACE, B. & ADAMS, H.B. 1990. Developing the potential of children in disadvantaged communities: the TASC project: thinking actively in a social context. (*In* Braggett, S., Bailey, E. & Robinson, M., *eds.* The challenge of excellence: a vision splendid. Sydney: The Australian association for the education of the gifted and talented. p. 250-266.)

WANG, J., PETERS, H.P. & GUAN, J. 2006. Factors influencing knowledge productivity in German research groups: lessons for developing countries. *Journal of knowledge management,* 10(4):113-126.

WERNER, L.L., DENNER, J. & BEAN, S. 2004. Pair programming strategies for middle school girls. (*In* Proceedings of the 7th LASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education held in Santa Cruz, CA on 16-18 August 2004. p. 161-166.)

WETLAUFER, S. 1998. The team that wasn't. (*In* Katzenbach, J.R., *ed.* The work of teams. Boston, MA: Harvard Business School. p. 15-33.)

WHITE, B., FREDERIKSEN, J. & COLLINS, A. 2009. The interplay of scientific inquiry and metacognition: more than a marraige of convenience. (*In* Hacker, D.J., Dunlosky, J. & Graesser, A.C., *eds.* Handbook of metacognition in education. New York, NY: Routledge. p. 175-205.)

WILLIAMS, K.M. 2003. Writing about the problem-solving process to improve the problem-solving performance. *Mathematics teacher,* 96(3):185-187, Mar.

WILLIAMS, L. & KESSLER, R. 2003. Pair programming illuminated. Boston, MA: Addison-Wesley. 288 p.

WILLIAMS, L. & KESSLER, R.R. 2000. All I really need to know about pair programming I learned in kindergarten. *Communications of the ACM,* 43(5):109-114, May.

WILLIAMS, L., KESSLER, R.R., CUNNINGHAM, W. & JEFFRIES, R. 2000. Strenghtening the case for pair programming. *IEEE software*:19-25, Jul/Aug.

WILLIAMS, L., LAYMAN, L., OSBORNE, J. & KATIRA, N. 2006. Examining the compatibility of student pair programmers. (*In* Proceedings of the AGILE 2006 Conference held in Minneapolis, MN, USA on 23-28 July 2006. p. 411-420.)

WILLIAMS, L., SCOTT MCCRICKARD, D., LAYMAN, L. & HUSSAIN, K. 2008. Eleven guidelines for implementing pair programming in the classroom. (*In* Proceedings of the Agile 2008 Conference held in Toronto, Canada on 4-8 August 2008. p. 445-452.)

WILLIAMS, L. & UPCHURCH, R. 2001a. Extreme programming for software engineering education? (Paper presented at the 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference held in Reno, NV, USA on 10-13 October 2001.)

WILLIAMS, L. & UPCHURCH, R. 2001b. In support of student pair-programming. *ACM SIGCSE Bulletin,* 33(1):327-331, Mar.

WILLIAMS, L., WIEBE, E., YANG, K., FERZLI, M. & MILLER, C. 2002a. In support of pair programming in the Introductory Computer Science course. *Computer science education,* 12(3):197-212.

WILLIAMS, L., YANG, K., WIEBE, E., FERZLI, M. & MILLER, C. 2002b. Pair programming in an introductory computer science course: initial results and recommendations. (Paper presented at the 17th Annual ACM Conference on Object-oriented programming systems, languages, and applications held in Seattle, WA on 4-8 November 2002.)

WILSON, J. & JOHNSON, P. 2000. Students thinking about their learning: assessment to improve learning. *Educational research quarterly,* 24(2):10-20.

WINNE, P.H. 2005. A perspective on state-of-the-art research on self-regulated learning. *Instructional science,* 33(5,6):559-565, Nov.

WINNE, P.H. & HADWIN, A.F. 1998. Studying as self-regulated learning. (*In* Hacker, D.J., Dunlosky, J. & Graesser, A.C., *eds.* Metacognition in educational theory and practice. Mahwah, N.J.: Erlbaum. p. 277-304.)

WOLTERS, C.A. 2003. Regulation of motivation: evaluating an underemphasized aspect of self-regulated learning. *Educational psychologist,* 38(4):189-205.

YOUNG, A. & FRY, J.D. 2008. Metacognitive awareness and academic achievement in college students. *Journal of the scholarship of teaching and learning,* 8(2):1-10, May.

YUKSEL, A., ROMERO, P. & FITZPATRICK, G. 2006. Pair programming: matching pairs in a sequence of learning sessions. http://hct.fcs.sussex.ac.uk/Submissions/24.pdf Date of access: 27 Nov. 2006.

ZEIDNER, M., BOEKAERTS, M. & PINTRICH, P.R. 2005. Self-regulation: directions and challenges for future research. (*In* Boekaerts, M., Pintrich, P.R. & Zeidner, M., *eds.* Handbook of self-regulation. San Diego, CA: Academic Press. p. 749-768.)

ZIMMERMAN, B.J. 2005. Attaining self-regulation: a social cognitive perspective. (*In* Boekaerts, M., Pintrich, P.R. & Zeidner, M., *eds.* Handbook of self-regulation. San Diego, CA: Academic Press. p. 13-39.)

NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT
POTCHEFSTROOM CAMPUS

Private Bag X6001, Potchefstroom
South Africa 2520

Tel: (018) 299-1111/2222
Web: http://www.nwu.ac.za

Tel: 018 299 1475 (w)
018 294 4283 (h)
082 441 8819 (cell)
Fax: 018 299 4238

21 July 2008

The Superintendent-General
Northwest Department of Education

Dear Mr Mweli

PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH IN NORTH-WEST SCHOOLS

At present I am involved in research that is required for a PhD degree in Learning and Teaching. My research is part of the NRF research project conducted by Prof E Mentz of the North-West University on a model for the use of pair programming as a collaborative teaching and learning strategy when teaching programming skills in Computer Science/Information Technology. This research project was already approved by you in November 2007, but I would like to inform you about my specific involvement in the project.

The theme of my research involves a meta-cognitive teaching and learning strategy for pair programmers in order to enhance knowledge productivity. My tutors are Prof E Mentz at the North-West University and Prof G van der Westhuizen at the University of Johannesburg. I plan to conduct my study at the same six schools in the North-West Province that Prof Mentz identified for the implementation of pair programming.

The study entails a pre-test/post-test approach where grade 11 learners in Information Technology will complete questionnaires to determine their meta-cognitive awareness and their knowledge productivity prior to and after the use of a meta-cognitive teaching and learning strategy. To support and verify the results of these questionnaires the learners will also be interviewed and required to keep a journal on their meta-cognitive experiences during programming activities. Before the implementation of the meta-cognitive teaching and learning strategy teachers will undergo a brief training session on the facilitation of the meta-cognitive teaching and learning strategy, presented by the researcher. I want to stress the fact that the completion of the questionnaires, the interviews and the journals will by no means be detrimental to the learning of the learners.

I hereby request permission to enable me to do this research at the applicable schools.

I will also gladly reveal the findings of my research to all teachers in Information Technology in the province. Maybe the findings could be useful regarding the way in which instruction of computer programming should be approached.

For any further enquiries you are most welcome to contact me at any of the telephone numbers given above.

Thank you for your attention.

Yours sincerely.

EA Breed

Mrs E A Breed
Lecturer: Information Technology
School for Teacher Education
Faculty of Educational Sciences

education
Lefapha la Thuto
Onderwys Departement
Department of Education
NORTH WEST PROVINCE

First Floor,
Garona Building
Private Bag X2044,
Mmabatho 2735
Tel: (018) 387-3425
Fax: (018) 387-3430
e-mail: pjyatya@nwpg.gov.za

OFFICE OF THE SUPERINTENDENT-GENERAL

Enquiries: Mpilso Tyatya
Tel: 018 387 3425
Fax: 018 387 3430
E-mail: pyatya@nwpg.gov.za

22 July 2008

To: University of the North West
Potchefstroom Campus
Faculty of Education Sciences

Attention: Mrs. E.A. Breed

From: Mr. M.A. Seakamela
Acting Superintendent General

PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH IN THE NORTH WEST SCHOOLS

Reference is made to your letter regarding the above matter. The content is noted and accordingly approval is granted to your kind self to access schools in the North West Province for the purpose of your research as per your request, subject to the following provisos: -

- That you notify relevant District Manager about your request and this subsequent letter of approval.
- That the onus to notify the Principals of your target schools about your intended visit and purpose thereof rests with your good self,
- That participation of your project will be voluntary.
- That as far as possible the general programme of learning and teaching should not be interfered with.
- That the findings of your study will be made available to the Education Department upon request.

Yours sincerely

MR. M.A. SEAKAMELA
ACTING SUPERINTENDENT-GENERAL

BYLAAG C1

Brief aan skoolhoofde van eksperimentele groepe

NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT
POTCHEFSTROOMKAMPUS

Privaatsak X6001, Potchefstroom
Suid-Afrika, 2520

Tel: (018) 299-1111/2222
Web: http://www.nwu.ac.za

Tel: (018) 299 1475 (w)
Faks: (018) 299 4238
E-pos: betty.breed@nwu.ac.za

11 Februarie 2009

Die Skoolhoof
Hoërskool ....

Geagte .....

NAVORSING OOR PAARPROGRAMMERING IN INLIGTINGSTEGNOLOGIE

Gedurende 2008 was u skool deel van die groep sekondêre skole in Noordwes wat deel was van die navorsingsprojek van Prof Elsa Mentz van die NWU rakende die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie in die onderrig van programmeringsvaardighede in Inligtingstegnologie. Die sukses wat behaal is met bogenoemde projek het gelei tot die besluit om dit verder uit te brei, wat dan realiseer in die PhD-studie waarmee ek tans besig is. In hierdie PhD-studie wil ons bepaal of die implementering van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie gedurende paarprogrammering die kennisproduktiwiteit van die leerders kan verbeter. Aangesien die graad 11-leerders by u skool wat Inligtingstegnologie as vak het, reeds bekend is met die implementering en voordele van paarprogrammering, wil ons graag versoek dat u sal oorweeg om weer toestemming te verleen dat hierdie leerders genader kan word om deel te wees van die ondersoek na die beplande metakognitiewe onderrigleerstrategie.

Die tydsverloop van hierdie ondersoek behels die tweede en derde kwartale van 2009. Die leerders wie se ouers/voogde toestemming verleen dat hulle mag deelneem, sal gedurende hierdie tydperk drie keer anonieme vraelyste voltooi om hul metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit onderskeidelik te meet. Verder sal hierdie leerders net vir die verloop van die derde kwartaal gebruik maak van die beplande metakognitiewe onderrigleerstrategie, waartydens van hulle gevra word om 'n joernaal by te hou van hulle denke, redenering en ervarings tydens die proses van paarprogrammering. Ons wil graag beklemtoon dat die byhou van so 'n joernaal nie baie tyd in beslag sal neem nie. Voorts sal dit geensins nadelig vir die onderrigleer van die betrokke leerders in Inligtingstegnologie nie, aangesien navorsing reeds die voordele van hierdie tipe van reflektiewe leer uitgewys het.

Ons sal baie graag vooraf met die betrokke onderwyser en leerders gesprek wil voer oor die implementering van die metakognitiewe leerstrategie. Die proses word so beplan dat die onderwyser nie belas word met onnodige ekstra werk of verantwoordelikhede nie. Die gesprek met die leerders is daarop gerig om hulle te voorsien van die dokumentasie waarop hul ouers/voogde kan toestemming gee en om hulle in te lig oor die byhou van die joernale.

Die aangehegte dokumente dien as bewys van die toestemming wat van Mnr Mweli gevra is en toegestaan is om sodanige ondersoek te doen.

Ons vertrou dat u, u Inligtingstegnologie-onderwyser en u graad 11-leerders weer bereid sal wees om ons te help in ons soeke na vernuwende en effektiewe strategieë in die onderrigleer van Inligtingstegnologie. Ons verneem graag so gou moontlik van u.

Vriendelike groete.

E A Breed
Dosent: Inligtingstegnologie-onderwys

Brief aan skoolhoofde van kontrolegroepe

NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT
POTCHEFSTROOMKAMPUS
Privaatsak X6001, Potchefstroom
Suid-Afrika, 2520

Tel: (018) 299-1111/2222
Web: http://www.nwu.ac.za

Tel: (018) 299 1475 (w)
Faks: (018) 299 4238
E-pos: betty.breed@nwu.ac.za

11 Februarie 2009

Die
Hoërskool ...

Skoolhoof

Geagte ...

NAVORSING OOR PAARPROGRAMMERING IN INLIGTINGSTEGNOLOGIE

Gedurende 2008 was u skool deel van die groep sekondêre skole in Noordwes wat deel was van die navorsingsprojek van Prof Elsa Mentz van die NWU rakende die implementering van paarprogrammering as onderrigleerstrategie in die onderrig van programmeringsvaardighede in Inligtingstegnologie. Die sukses wat behaal is met bogenoemde projek het gelei tot die besluit om dit verder uit te brei, wat dan realiseer in die PhD-studie waarmee ek tans besig is. In hierdie PhD-studie wil ons bepaal of die implementering van 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie gedurende paarprogrammering die kennisproduktiwiteit van die leerders kan verbeter. Aangesien die graad 11-leerders by u skool wat Inligtingstegnologie as vak het, reeds bekend is met die implementering en voordele van paarprogrammering, wil ons graag versoek dat u sal oorweeg om weer toestemming te verleen dat hierdie leerders genader kan word om deel te wees van die ondersoek.

Die tydsverloop van hierdie ondersoek behels die tweede en derde kwartale van 2009. Die leerders wie se ouers/voogde toestemming verleen dat hulle mag deelneem, sal gedurende hierdie tydperk drie keer anonieme vraelyste voltooi om hul metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit tydens die toepassing van paarprogrammering te meet. Voltooiing van die vraelyste behoort die leerders nie meer as 15 minute per geleentheid te neem nie. Ons wil graag beklemtoon dat die implementering van paarprogrammering geensins nadelig sal wees vir die onderrigleer van die betrokke leerders in Inligtingstegnologie nie, aangesien vorige navorsing reeds die voordele van hierdie onderrigstrategie uitgewys het.

Ons sal baie graag vooraf met die betrokke onderwyser en leerders gesprek wil voer oor die implementering van die strategie en die voltooiing van die vraelyste. Die proses word so beplan dat die onderwyser, behalwe vir die implementering van paarprogrammering, nie belas word met ekstra werk of verantwoordelikhede nie. Die gesprek met die leerders is daarop gerig om hulle te voorsien van die dokumentasie waarop hul ouers/voogde kan toestemming gee.

Die aangehegte dokumente dien as bewys van die toestemming wat van Mnr Mweli gevra is en toegestaan is om sodanige ondersoek te doen.

Ons vertrou dat u, u Inligtingstegnologie-onderwyser en u graad 11-leerders weer bereid sal wees om ons te help in ons soeke na vernuwende en effektiewe strategieë in die onderrigleer van Inligtingstegnologie. Ons verneem graag so gou moontlik van u.

Vriendelike groete.

E A Breed
Dosent: Inligtingstegnologie-onderwys

NORTH-WEST UNIVERSITY
YUNIBESITI YA BOKONE-BOPHIRIMA
NOORDWES-UNIVERSITEIT
POTCHEFSTROOMKAMPUS

VORM VIR INGELIGTE TOESTEMMING

DEEL 1: Algemene Projekinligting

Die onderstaande gedeelte verskaf aan jou as deelnemer aan die projek meer inligting, sodat jy 'n ingeligte besluit kan maak oor jou vrywillige deelname, al dan nie.

1. Titel van die Projek: *'n Metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammeerders ter verbetering van kennisproduktiwiteit*

2. Skool / Vakgroep: *Skool vir Kurrikulumgebaseerde Studies*
   Vakgroep Rekenaarwetenskaponderwys

3. Name & kontakbesonderhede van Projekpersoneel:

   (Hierdie persone is jou eerste lyn kontak vir vrae, hulp en klagtes wat verband hou met die projek en jou deelname daaraan. Indien jy hulp benodig, onseker voel of enige vrae het oor die projek, of indien jy enige newe-effekte van die projekintervensies ervaar, te nagekom voel of enige ander klagte het wat verband hou met die projek, of jou deelname aan die projek wil staak, kan jy hierdie persone te enige tyd kontak.)

	Kontakpersoon	Projekhoof
Titel, naam & van	..... Mev Betty Breed	.....Prof Elsa Mentz.....
Volle name	..... Elizabeth Alice	.....Elsa.....
Funksie in Projek	..... Student	.....Promotor.....
Kwalifikasies	..... BSc, THOD, VDO, BEd, MEd	.....BA (HOD) BSc Hons, MSc, PhD.
Profess. Registr.	.....	.....
Telefoon (tuis)	.....	..... 018 2905053.....
Telefoon (werk)	..... 018 2991475	..... 018 2991858.....
Selfoon	..... 082 441 8819.....	..... 0836607181.....
Noodnommer	.....	.....
Posadres	Posbus 19274, Noordbrug, 2522	Privaatsak X6001, Potchefstroom, 2520

4. Jy is genader om deel te neem aan hierdie projek en mag nou die volgende inligting nodig hê om 'n weldeurdagte besluit te neem:

   Jy het reeds in gr.10 begin om paarprogrammering as onderrigleerstrategie in Inligtingstegnologie toe te pas en is teen hierdie tyd vertroud met die manier waarop dit geïmplementeer word, die verskillende rolle van drywer en navigator wat jy moet vervul, asook die wyse waarop assessering van paarprogrammering plaasvind. Die doel van hierdie projek is om die positiewe aspekte van paarprogrammering verder uit te bou deur 'n metakognitiewe onderrigleerstrategie te ontwikkel wat tydens die aanleer van programmeringsvaardighede in pare gebruik kan word om jou kennisproduktiwiteit te verbeter.

   Jou skool is een van die vyf sekondêre skole in die Noordwes-provinsie, waar Inligtingstegnologie as skoolvak aangebied word en paarprogrammering as onderrigleerstrategie reeds geïmplementeer is. Al die leerders in graad 11 wat Inligtingstegnologie as vak het by die vyf skole, word genader om aan die projek deel te

neem. Alhoewel deelname aan die projek opsioneel is, kan jy met jou deelname 'n belangrike bydrae lewer in die ontwikkeling van onderrigleerstrategieë wat tot voordeel van alle leerders sal wees in die aanleer van programmeringsvaardighede.

Van jou as deelnemer sal verwag word om oor 'n tydperk van ses maande by drie geleenthede twee vraelyste te voltooi om jou metakognitiewe bewustheid en jou kennisproduktiwiteit te meet. Daar sal ook aan die begin en aan die einde van die tydperk met jou 'n kort onderhoud hieroor gevoer word. Drie van die vyf skole sal op 'n ewekansige wyse gekies word en by hierdie skole van die deelnemers gevra word om vir die laaste helfte van die tydperk 'n individuele joernaal by te hou waarin jy voor, gedurende en na afloop van elke programmeringstaak wat tydens hierdie eksperimentele tydperk uitgevoer word, die selfgerigte vrae, soos deur die navorser voorsien, beantwoord. Jou deelname aan die projek sal geen nadeel ten opsigte van jou leer inhou nie en alle response word vertroulik en, sover moontlik, anoniem gehanteer.

Die resultate van die projek sal aan die Departement van Onderwys in Noordwes, sowel as aan al die sekondêre skole in Noordwes wat Inligtingstegnologie as vak aanbied, beskikbaar gestel word sodra die projek voltooi is. Dit sal ook tot die beskikking wees van enige ander persoon of instansie wat belang daarby mag hê.

As Projekhoof bevestig ek aan deelnemers dat die bogenoemde inligting volledig en korrek is.

2	0								
c	c	y	y		m	m		d	d

Handtekening van Projekhoof **Datum**

Geteken te .....

Stad/Dorp

DEEL 2: Algemene Beginsels

Aan die ondertekenaar van die toestemming vervat in Deel 3 van hierdie dokument:

U word uitgenooi om deel te neem aan die navorsingsprojek soos beskryf in Deel 1 van hierdie ingeligte toestemmingsvorm. Dit is belangrik dat u ook die volgende algemene beginsels, wat op alle deelnemers aan ons navorsingsprojekte van toepassing is, sal lees en verstaan:

1. Deelname aan die projek is heeltemal vrywillig en geen druk, hoe subtiel ook al, mag op u geplaas word om deel te neem nie.

2. Dit is moontlik dat u persoonlik nie enige voordeel uit u deelname aan die projek sal trek nie, alhoewel die kennis wat deur middel van die projek opgedoen mag word vir ander persone of gemeenskappe tot voordeel mag strek. In uitsonderlike gevalle waar u wel persoonlike finansiële vergoeding vir u deelname sou ontvang, is hierdie gewoonlik vir vervoer om deel te neem en vir persoonlike onderhoud (bv. etes) tydens u deelname. U mag nie omgekoop word om deel te neem nie.

3. Dit staan u vry om uself te enige tyd, sonder opgawe van redes, aan die projek te onttrek en u sal op geen wyse daardeur benadeel word nie. U mag ook versoek dat u data nie verder in die projek gebruik mag word nie en/of dat enige biologiese monsters vernietig moet word. U word egter vriendelik versoek om nie sonder deeglike besinning aan die projek te onttrek nie, aangesien dit o.a. die statistiese betroubaarheid van die projek nadelig mag beïnvloed.

4. Deur toe te stem tot deelname aan die projek, gee u ook toestemming dat die data wat gegenereer sal word deur die navorsers vir wetenskaplike doeleindes na goeddunke gebruik kan word, met die voorbehoud dat dit vertroulik sal wees en dat u naam nie sonder u toestemming met enige van die data verbind sal word nie.

5. Die NWU Etiekkomitee, Medisynebeheerraad, Dept. Gesondheid en/of 'n geregtelike hof mag toegang tot inligting versoek om die etiese verantwoordbaarheid van praktyke te verseker / ondersoek, in belang van die deelnemers en die publiek.

6. U sal op versoek toegang tot u eie data kan verkry, tensy die Etiekkomitee tydelike nie-bekendmaking goedgekeur het (in laasgenoemde geval sal die redes in Deel 1 aan u verduidelik wees).

7. 'n Samevatting van die aard van die projek, die potensiële risiko's, faktore wat moontlik ongerief of ongemak vir u kan veroorsaak, die voordele wat verwag kan word en die bekende en/of waarskynlike permanente nagevolge wat u deelname aan die projek op u as deelnemer mag hê, word in Deel 1 hiervan vir u uiteengesit.

8. U word aangemoedig om op enige stadium enige vrae wat u in verband met die projek en die prosedures in verband daarmee mag hê aan die Projekhoof of medewerkers te stel, wat u navrae graag sal beantwoord. Hulle sal ook die projek volledig met u bespreek.

9. Indien u minderjarig is, is die skriftelike toestemming van u ouer of wettige voog nodig alvorens u aan hierdie projek mag deelneem asook u (skriftelik indien moontlik) vrywillige instemming om deel te neem – geen dwang mag op u geplaas word nie.

10. Die projekdoelwitte kom altyd sekondêr tot u welstand en daar sal altyd in u beste belang bo dié van die projek opgetree word.

11. Geen projek mag aanvang neem alvorens dit deur die etiekkomitee goedgekeur is nie. Die Projekhoof moet verder enige nadelige effekte wat tydens die uitvoering van die projek ervaar word volledig en onverwyld aan die voorsitter van die Etiekkomitee rapporteer. Indien daar enige onvoorsiene ernstige nadelige effekte tydens die projek waargeneem word, mag dit nodig wees dat die projek onmiddellik getermineer word.

DEEL 3: Toestemming

Titel van die Projek:

'n Metakognitiewe onderrigleerstrategie vir paarprogrammeerders ter verbetering van kennisproduktiwiteit

Wettige Ouer / Voog

Vir alle navorsing en intervensies op deelnemers onder die ouderdom van 21 jaar is die skriftelike gevolmagtigde toestemming van die ouer of wettige voog nodig.

Hiermee gee ek _____

Vollename & Van *(ouer of wettige voog)* | **Verwantskap** *(ouer of wettige voog)*

van die deelnemer hieronder genoem gevolmagtigde toestemming dat hy/sy aan hierdie projek mag deelneem en ek vrywaar hiermee die Universiteit asook enige werknemer of student van die Universiteit, van enige aanspreeklikheid van enige nadelige effek wat in die loop van die projek mag ontstaan, tensy sodanige besering, skade of dood veroorsaak is deur die nalatigheid van die Universiteit, sy personeel en/of sy studente. Ek verklaar verder dat ek die voorafgaande gegewens in verband met die projek, soos bespreek in ***Deel 1*** en ***Deel 2*** van hierdie ingeligte toestemmingsvorm, gelees en ook die mondelinge weergawe daarvan aangehoor en ek verklaar dat ek dit verstaan. Ek het ook elke bladsy van ***Deel 1*** en ***Deel 2*** geparafeer. Ek was die geleentheid gegun om tersaaklike aspekte van die projek met die Projekhoof te bespreek.

_____ 2 0 _ _ - _ _ - _ _

Handtekening van Wetlike Ouer/Voog | **Datum** (c c y y - m m - d d)

Onderteken te _____

Plek van Ondertekening

Hiermee gee ek _____

Vollename & Van *(minderjaringe deelnemer)* | **Verwantskap** *(deelnemer)*

minderjarige kind van bogenoemde ouer/voog my vrywillige instemming om deel te neem aan die projek en verklaar ek dat ek verstaan wat die deelname behels.

_____ 2 0 _ _ - _ _ - _ _

Handtekening van Minderjarige Deelnemer | **Datum** (c c y y - m m - d d)

Onderteken te _____

Plek van Ondertekening

BYLAAG E

Vraelysnr: | | | |

Vraelys om die metakognitiewe bewustheid te meet van sekondêre skoolleerders wat in pare programmeer.

Dui die rol wat jy vervul het in die programmeringstaak met 'n X aan:

Drywer	Navigator

Evalueer asseblief die volgende bewerings oor wat jy doen terwyl jy met 'n medeleerder in 'n paar saamwerk aan 'n rekenaarprogram om 'n probleem op te los. Antwoord asseblief so eerlik en akkuraat as wat jy kan. Lees elkeen van die bewerings en dui aan hoe waar dit van jou is deur 'n X in die toepaslike blokkie te maak. Beoordeel die bewerings op 'n skaal van 1 (Gladnie waar van my nie) tot 6 (Altyd waar van my) sodat die hoë waardes jou optrede gedurende 'n paarprogrammeringsaktiwiteit meer akkuraat beskryf.

Sleutel					
1	2	3	4	5	6
Gladnie waar van my nie	In 'n redelike mate nie waar van my nie	In 'n mindere mate nie waar van my nie	In 'n mindere mate waar van my	In 'n redelike mate waar van my	Altyd waar van my

NB! Daar is nie regte en verkeerde antwoorde in hierdie lys nie. Moet dus nie die blokkie merk soos wat jy dink dit behóórt te wees nie – jy moet net jóú optrede so eerlik moontlik weergee.

		1	2	3	4	5	6
1	Terwyl ek besig is met 'n programmeringsprobleem, vra ek myself gedurig af of ek my doelwitte bereik.						
2	Ek oorweeg altyd verskeie alternatiewe om 'n programmeringsprobleem op te los.						
3	Ek probeer om strategieë te gebruik wat in vorige programmeringsprobleme gewerk het.						
4	Ek hou my eie werktempo dop sodat ek genoeg tyd het om die programmeringstaak uit te voer.						
5	Ek verstaan my eie intellektuele sterkpunte en swakpunte.						
6	Ek dink oor wat ek regtig uit 'n programmeringstaak moet leer voordat ek daarmee begin.						
7	As ek 'n programmeringstaak voltooi het, dan weet ek hoe goed ek dit gedoen het.						
8	Ek stel spesifieke doelwitte voordat ek 'n programmeringstaak begin.						
9	Ek werk stadiger as ek belangrike inligting teëkom.						
10	Ek weet watter tipe inligting in die gegewe probleem die belangrikste is om in ag te neem met die oplossing van die probleem.						
11	Ek vra myself af of ek al die opsies oorweeg het terwyl ek 'n programmeringsprobleem oplos.						

		1	2	3	4	5	6
12	Ek is goed daarmee om inligting te organiseer.						
13	Ek fokus my aandag bewustelik op belangrike inligting.						
14	Ek het 'n spesifieke doel met elke strategie wat ek in 'n programmeringstaak gebruik.						
15	Ek vaar die beste met 'n programmeringstaak as die konteks van die probleem vir my bekend is.						
16	Ek weet wat die onderwyser verwag ek uit 'n programmeringstaak moet leer.						
17	Ek is goed daarmee om inligting te onthou.						
18	Ek gebruik verskillende strategieë in 'n programmeringstaak, afhangende van die situasie.						
19	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, vra ek myself af of daar 'n makliker manier was om dit te doen.						
20	Ek het beheer oor hoe goed ek met 'n programmeringstaak vaar.						
21	Ek hersien my werk gereeld om my te help om belangrike verwantskappe te verstaan.						
22	Ek vra myself vrae oor die programmeringstaak voordat ek daarmee begin.						
23	Ek dink aan 'n aantal maniere om 'n programmerings-probleem op te los en kies dan die beste een.						
24	As ek 'n programmeringstaak voltooi het, dink ek weer oor wat ek uit die taak geleer het.						
25	Ek vra hulp as ek iets in verband met 'n programmeringstaak nie verstaan nie.						
26	Ek kan myself motiveer om aan 'n programmeringstaak te werk as ek moet.						
27	Ek weet presies watter strategieë ek gebruik as ek 'n programmeringstaak uitvoer.						
28	Ek analiseer die bruikbaarheid van strategieë terwyl ek 'n programmeringstaak uitvoer.						
29	Ek gebruik my intellektuele sterkpunte om op te maak vir my swakpunte.						
30	Ek fokus op die betekenis en belangrikheid van nuwe inligting.						
31	Ek dink my eie voorbeelde uit om inligting meer betekenisvol te maak.						
32	Ek kan goed beoordeel oor hoe goed ek iets verstaan.						
33	Ek kom agter dat ek toepaslike strategieë outomaties gebruik as ek 'n programmeringstaak uitvoer.						

		1	2	3	4	5	6
34	Ek kom agter dat ek gereeld stop om te kontroleer of ek verstaan wat aangaan.						
35	Ek weet presies wanneer elke strategie wat ek gebruik die effektiefste sal wees.						
36	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, dan vra ek myself af hoe goed ek my doelwitte bereik het.						
37	Ek teken sketse of diagramme om my te help om te verstaan terwyl ek besig is met 'n programmeringstaak.						
38	Nadat ek 'n programmeringsprobleem opgelos het, vra ek myself af of ek al die opsies oorweeg het.						
39	Ek probeer om nuwe inligting in my eie woorde weer te gee.						
40	As ek iets nie verstaan nie, dan probeer ek my strategie verander.						
41	As ek vashaak met 'n programmeringsprobleem of dit nie kan doen nie, hersien ek eers voorbeelde van soortgelyke probleme.						
42	Ek lees die instruksies van 'n programmeringstaak sorgvuldig voordat ek daarmee begin.						
43	Ek vra myself af of dit wat ek lees verband hou met wat ek reeds weet of kan doen.						
44	As ek deurmekaar raak, herevalueer ek die aannames wat ek in verband met die programmeringsprobleem gemaak het.						
45	Ek organiseer my tyd só dat ek my doelwitte ten beste bereik.						
46	Ek leer meer uit 'n programmeringstaak as ek in die onderwerp daarvan belangstel.						
47	Ek probeer om die programmeringstaak in kleiner gedeeltes op te breek.						
48	Ek fokus eerder op die geheel van die programmeringstaak as op spesifieke gedeeltes.						
49	Ek vra myself vrae oor hoe goed ek vaar terwyl ek met 'n nuwe programmeringstaak besig is.						
50	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, vra ek myself of ek soveel moontlik uit die voltooiing van hierdie taak geleer het.						
51	Ek stop en gaan weer oor die nuwe inligting as dit nie duidelik is nie.						
52	Ek stop en lees alles weer oor as ek deurmekaar raak.						

Aangepas uit: Schraw, G. & Dennison, R.S. 1994. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary educational psychology, 19:*460-475.

Groepering van stellings in vraelys in Bylaag E

	METAKOGNITIEWE KENNIS
	VERKLARENDE KENNIS
5	Ek verstaan my eie intellektuele sterkpunte en swakpunte.
10	Ek weet watter tipe inligting in die gegewe probleem die belangrikste is om in ag te neem met die oplossing van die probleem.
12	Ek is goed daarmee om inligting te organiseer.
16	Ek weet wat die onderwyser verwag ek uit 'n programmeringstaak moet leer.
17	Ek is goed daarmee om inligting te onthou.
20	Ek het beheer oor hoe goed ek met 'n programmeringstaak vaar.
32	Ek kan goed beoordeel oor hoe goed ek iets verstaan.
46	Ek leer meer uit 'n programmeringstaak as ek in die onderwerp daarvan belangstel.
	PROSEDURELE KENNIS
3	Ek probeer om strategieë te gebruik wat in vorige programmeringsprobleme gewerk het.
14	Ek het 'n spesifieke doel met elke strategie wat ek in 'n programmeringstaak gebruik.
27	Ek weet presies watter strategieë ek gebruik as ek 'n programmeringstaak uitvoer.
33	Ek kom agter dat ek toepaslike strategieë outomaties gebruik as ek 'n programmeringstaak uitvoer.
	VOORWAARDELIKE KENNIS
15	Ek vaar die beste met 'n programmeringstaak as die konteks van die probleem vir my bekend is.
18	Ek gebruik verskillende strategieë in 'n programmeringstaak, afhangende van die situasie.
26	Ek kan myself motiveer om aan 'n programmeringstaak te werk as ek moet.
29	Ek gebruik my intellektuele sterkpunte om op te maak vir my swakpunte.
35	Ek weet presies wanneer elke strategie wat ek gebruik die effektiefste sal wees.
	METAKOGNITIEWE BESTUUR
	BEPLANNING
4	Ek hou my eie werktempo dop sodat ek genoeg tyd het om die programmeringstaak uit te voer.
6	Ek dink oor wat ek regtig uit 'n programmeringstaak moet leer voordat ek daarmee begin.
8	Ek stel spesifieke doelwitte voordat ek 'n programmeringstaak begin.
22	Ek vra myself vrae oor die programmeringstaak voordat ek daarmee begin.
23	Ek dink aan 'n aantal maniere om 'n programmeringsprobleem op te los en kies dan die beste een.
42	Ek lees die instruksies van 'n programmeringstaak sorgvuldig voordat ek daarmee begin.
45	Ek organiseer my tyd só dat ek my doelwitte ten beste bereik.
	STRATEGIEË OM INLIGTING TE BESTUUR
9	Ek werk stadiger as ek belangrike inligting teëkom.
13	Ek fokus my aandag bewustelik op belangrike inligting.
30	Ek fokus op die betekenis en belangrikheid van nuwe inligting.
31	Ek dink my eie voorbeelde uit om inligting meer betekenisvol te maak.
37	Ek teken sketse of diagramme om my te help om te verstaan terwyl ek besig is met 'n programmeringstaak.
39	Ek probeer om nuwe inligting in my eie woorde weer te gee.
41	As ek vashaak met 'n programmeringsprobleem of dit nie kan doen nie, hersien ek eers voorbeelde van soortgelyke probleme.
43	Ek vra myself af of dit wat ek lees verband hou met wat ek reeds weet of kan doen.
47	Ek probeer om die programmeringstaak in kleiner gedeeltes op te breek.
48	Ek fokus eerder op die geheel van die programmeringstaak as op spesifieke gedeeltes.

	MONITERING
1	Terwyl ek besig is met 'n programmeringsprobleem, vra ek myself gedurig af of ek my doelwitte bereik.
2	Ek oorweeg altyd verskeie alternatiewe om 'n programmeringsprobleem op te los.
11	Ek vra myself af of ek al die opsies oorweeg het terwyl ek 'n programmeringsprobleem oplos.
21	Ek hersien my werk gereeld om my te help om belangrike verwantskappe te verstaan.
28	Ek analiseer die bruikbaarheid van strategieë terwyl ek 'n programmeringstaak uitvoer.
34	Ek kom agter dat ek gereeld stop om te kontroleer of ek verstaan wat aangaan.
49	Ek vra myself vrae oor hoe goed ek vaar terwyl ek met 'n nuwe programmeringstaak besig is.
	ONTFOUTINGSTRATEGIEË
25	Ek vra hulp as ek iets in verband met 'n programmeringstaak nie verstaan nie.
40	As ek iets nie verstaan nie, dan probeer ek my strategie verander.
44	As ek deurmekaar raak, herevalueer ek die aannames wat ek in verband met die programmeringsprobleem gemaak het.
51	Ek stop en gaan weer oor die nuwe inligting as dit nie duidelik is nie.
52	Ek stop en lees alles weer oor as ek deurmekaar raak.
	EVALUERING
7	As ek 'n programmeringstaak voltooi het, dan weet ek hoe goed ek dit gedoen het.
19	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, vra ek myself af of daar 'n makliker manier was om dit te doen.
24	As ek 'n programmeringstaak voltooi het, dink ek weer oor wat ek uit die taak geleer het.
36	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, dan vra ek myself af hoe goed ek my doelwitte bereik het.
38	Nadat ek 'n programmeringsprobleem opgelos het, vra ek myself af of ek al die opsies oorweeg het.
50	As ek 'n programmeringstaak afgehandel het, vra ek myself of ek soveel moontlik uit die voltooiing van hierdie taak geleer het.

Vraelysnr: | | | |

Vraelys om die kennisproduktiwiteit in leer te meet van sekondêre skoolleerders wat in pare programmeer.

"Maat" in hierdie vraelys verwys na die persoon met wie jy in 'n paar saamwerk aan 'n programmeertaak.

Evalueer asseblief die volgende bewerings oor jou ervaring en/of mening terwyl jy met 'n medeleerder in 'n paar saamwerk aan 'n rekenaarprogram om 'n probleem op te los. Antwoord asseblief so eerlik en akkuraat as wat jy kan. Lees elkeen van die bewerings en dui aan hoe waar dit van jou is deur 'n X in die toepaslike blokkie te maak. Beoordeel die bewerings op 'n skaal van 1 (Gladnie waar van my nie) tot 4 (Baie waar van my) sodat die hoë waardes jou optrede gedurende 'n paarprogrammeringsaktiwiteit meer akkuraat beskryf.

1	2	3	4
Gladnie waar van my nie	Nie baie waar van my nie	Redelik waar van my	Baie waar van my

NB! Daar is nie regte en verkeerde antwoorde in hierdie lys nie. Moet dus nie die blokkie merk soos wat jy dink dit behóórt te wees nie – jy moet net jóú ervaring en/of mening so eerlik moontlik weergee.

		1	2	3	4
1	Ek verstaan die probleem beter nadat dit in die paar bespreek is				
2	Ek gee aan my maat die geleentheid om sy/haar idees te opper				
3	Ek kon 'n positiewe bydrae lewer om 'n oplossing vir die probleem te beplan				
4	Ek het die probleemvraag goed begryp voordat ons met die oplossing daarvan begin het				
5	Ek weerhou my daarvan om my eie idees te sterk uit te spreek				
6	Die bespreking van die probleem was sinvol				
7	Ek dink die bespreking het tot nuwe insigte gelei				
8	Ek geniet dit om deel te neem aan die bespreking in die paar				
9	Ek kon alternatiewe strategieë voorstel om die probleem op te los				
10	Ek was gedurende die oplosproses in staat om my maat se idees te verstaan				
11	My maat se gedagtes het my ook aan die dink gesit				
12	Ek kan uit my vorige ervarings van die aspekte waarmee ons in hierdie probleem te doen gehad het herken				

		1	2	3	4
13	Ek het ervaar dat ek met nuwe idees gekonfronteer word gedurende die bespreking				
14	Terwyl ons met die oplossingsproses besig was, het ek deurgaans seker gemaak dat ons nog op die regte spoor is				
15	Dit is vir my belangrik dat beide ek en my maat die probleem en die oplosproses ewe goed moet verstaan				
16	Gedurende die bespreking het ek agtergekom dat my idees verander				
17	Ek beywer my vir interaktiewe kommunikasie				
18	Ek dink dit is belangrik dat my standpunt gedurende die bespreking verstaan word				
19	Ek dink ek sal die metode wat ons gebruik het om hierdie oplossing te *beplan* in toekomstige probleme toepas				
20	Ek was bekend met die aspekte wat bespreek is om die probleem op te los				
21	Dit was vir my waardevol om na my maat se bydraes te luister				
22	Ek dink ek sal die strategie wat ons gebruik het om hierdie probleem *op te los* in die toekoms in soortgelyke probleme toepas				
23	Nadat die probleem opgelos is, het ek myself afgevra of die oplossing sinvol is met betrekking tot die probleemvraag				
24	Ek dink ek sal dit wat ek in hierdie oplosproses geleer het aangaande interaksie met my maat in toekomstige soortgelyke situasies toepas				
25	Die bydraes wat my maat gemaak het, is belangrik				
26	Ek kon produktief tot die bespreking bydra				
27	Tussen my en my maat is daar belangrike idees gegenereer				
28	Ek het gevoel dat ons besig was met aspekte wat werklik saak maak om die probleem op te los				
29	My maat se prestasie is ook my verantwoordelikheid				
30	Nadat die proses afgehandel is, het ek myself afgevra of die beste moontlike oplosproses gevolg is				

Aangepas uit:
Tillema, H.H. 2005. Collaborative knowledge construction in study teams of professionals. *Human resource development international*, 8(1):81-101.

Groepering van stellings in vraelys van Bylaag G

VERBETERDE KENNISKONSTRUKSIE

1. Ek verstaan die probleem beter nadat dit in die paar bespreek is
6. Die bespreking van die probleem was sinvol
7. Ek dink die bespreking het tot nuwe insigte gelei
12. Ek kan uit my vorige ervarings van die aspekte waarmee ons in hierdie probleem te doen gehad het herken
20. Ek was bekend met die aspekte wat bespreek is om die probleem op te los
26. Ek kon produktief tot die bespreking bydra
28. Ek het gevoel dat ons besig was met aspekte wat werklik saak maak om die probleem op te los

VERBETERDE PROBLEEMOPLOSSINGSVAARDIGHEDE

3. Ek kon 'n positiewe bydrae lewer om 'n oplossing vir die probleem te beplan
4. Ek het die probleemvraag goed begryp voordat ons met die oplossing daarvan begin het
9. Ek kon alternatiewe strategieë voorstel om die probleem op te los
14. Terwyl ons met die oplossingsproses besig was, het ek deurgaans seker gemaak dat ons nog op die regte spoor is
23. Nadat die probleem opgelos is, het ek myself afgevra of die oplossing sinvol is met betrekking tot die probleemvraag
30. Nadat die proses afgehandel is, het ek myself afgevra of die beste moontlike oplosproses gevolg is

PERSPEKTIEFVERANDERING

10. Ek was gedurende die oplosproses in staat om my maat se idees te verstaan
11. My maat se gedagtes het my ook aan die dink gesit
13. Ek het ervaar dat ek met nuwe idees gekonfronteer word gedurende die bespreking
16. Gedurende die bespreking het ek agtergekom dat my idees verander
21. Dit was vir my waardevol om na my maat se bydraes te luister
25. Die bydraes wat my maat gemaak het, is belangrik
27. Tussen my en my maat is daar belangrike idees gegenereer

VERBINTENIS TOT SAMEWERKING

2. Ek gee aan my maat die geleentheid om sy/haar idees te opper
5. Ek weerhou my daarvan om my eie idees te sterk uit te spreek
8. Ek geniet dit om deel te neem aan die bespreking in die paar
15. Dit is vir my belangrik dat beide ek en my maat die probleem en die oplosproses ewe goed moet verstaan
17. Ek beywer my vir interaktiewe kommunikasie
18. Ek dink dit is belangrik dat my standpunt gedurende die bespreking verstaan word
29. My maat se prestasie is ook my verantwoordelikheid

VERBINTENIS TOT TOEPASSING

19. Ek dink ek sal die metode wat ons gebruik het om hierdie oplossing te *beplan* in toekomstige probleme toepas
22. Ek dink ek sal die strategie wat ons gebruik het om hierdie probleem *op te los* in die toekoms in soortgelyke probleme toepas
24. Ek dink ek sal dit wat ek in hierdie oplosproses geleer het aangaande interaksie met my maat in toekomstige soortgelyke situasies toepas

Deelnemernr: | | |

Onderhoude 1

Vrae betreffende metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit wat ter inleiding gebruik word vir die semi-gestruktureerde onderhoude met die sekondêre skoolleerders wat in pare programmeer.

Watter rol het jy vervul in die programmeringstaak wat so pas voltooi is? | **Drywer** | **Navigator** |

Die vrae wat volg word beantwoord binne die konteks van die rol wat die respondent vervul het in die programmeringstaak.

1. Beskryf wat jy en jou programmeringsmaat gedoen, gedink en/of vir mekaar gesê het *nadat julle die opdrag gekry het*, maar *voordat julle begin het om die kodering op die rekenaar te doen*.

2. Verduidelik jou eie werkwyse vir die tydperk wat julle besig was om *die kodering van die program op die rekenaar te doen*. Jy moet ook hier aandui wat jy gedurende hierdie fase gedoen, gedink en/of gesê het.

3. Wat het jy en jou programmeringsmaat gedoen, gedink en/of vir mekaar gesê *nadat julle die opdrag voltooi het*?

4. Dink jy die besprekings tussen jou en jou maat was *sinvol* en dat jy die probleem *beter verstaan* het na julle bespreking as voor die bespreking? Motiveer.

5. Kon jy 'n *oplossing vir die probleem voorstel*? Was dit die beste moontlike oplossing? Verduidelik jou antwoord.

6. Het jou maat gedurende die bespreking van die probleem idees gehad vir die oplossing van die probleem wat *anders* is as wat jy gedink het en wat daartoe bygedra het dat jy jou idees moes *verander*? Verduidelik jou reaksie op jou maat se voorstel(le).

7. Is dit vir jou belangrik dat jy en jou maat *die oplosproses ewe goed moet verstaan*? Beskou jy jou maat se *prestasie ook as jou verantwoordelikheid*?

8. Dink jy jy sal dit wat jy in hierdie oplosproses geleer het aangaande die *beplanning* van die probleem, die *oplosproses* en die *interaksie met jou maat* in toekomstige soortgelyke situasies toepas?

Deelnemernr: | | |

Onderhoude 2

Vrae betreffende metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit wat ter inleiding gebruik word vir die semi-gestruktureerde onderhoude met die sekondêre skoolleerders wat in pare programmeer.

Watter rol het jy vervul in die programmeringstaak wat so pas voltooi is? | **Drywer** | **Navigator** |

Die vrae wat volg word beantwoord binne die konteks van die rol wat die respondent vervul het in die programmeringstaak.

1. 'n Paarprogrammeringstaak kan in drie fases verdeel word nadat julle die opdrag van die onderwyser gekry het:
   - *Die fase voordat julle begin het om enige kodering op die rekenaar te doen*
   - *Die fase terwyl julle die kodering van die program op die rekenaar te doen*
   - *Die fase nadat die opdrag voltooi is*

   Beskryf volledig wat jy en jou programmeringsmaat gedoen, gedink en/of vir mekaar gesê het in elkeen van hierdie drie fases.

2. Het die bespreking met jou maat gelei tot nuwe idees om die probleem op te los wat jy nie vooraf gehad het nie? Verduidelik.

3. Om 'n probleem op te los, moet daar vooraf en/of gedurende die koderingsproses, besluite geneem word oor watter strategieë of metodes gebruik moet word. Verduidelik hoe julle besluit het om die strategieë te gebruik wat julle wél gebruik het om die probleem op te los.

4. Dink jy dat jy en jou maat gedurende hierdie paarprogrammeringstaak gelyke geleenthede gehad het om julle idees te opper en dat julle uiteindelik die oplosproses ewe goed verstaan het? Motiveer jou antwoord.

5. Wat het jy uit hierdie paarprogrammeringstaak geleer wat jy in toekomstige soortgelyke situasies sal kan toepas?

Deelnemernr: | | |

Onderhoude 3

Vrae betreffende metakognitiewe bewustheid en kennisproduktiwiteit wat ter inleiding gebruik word vir die semi-gestruktureerde onderhoude met die sekondêre skoolleerders wat in pare programmeer.

Watter rol het jy vervul in die programmeringstaak wat so pas voltooi is? | Drywer | Navigator |

Die vrae wat volg word beantwoord binne die konteks van die rol wat die respondent vervul het in die programmeringstaak.

1. Beskryf wat jy en jou programmeringsmaat gedoen, gedink en/of vir mekaar gesê het *nadat julle die opdrag gekry het*, maar *voordat julle begin het om die kodering op die rekenaar te doen.*

2. Verduidelik jou eie werkwyse vir die tydperk wat julle besig was om *die kodering van die program op die rekenaar te doen.* Jy moet ook hier aandui wat jy gedurende hierdie fase gedoen, gedink en/of gesê het.

3. Wat het jy en jou programmeringsmaat gedoen, gedink en/of vir mekaar gesê *nadat julle die opdrag voltooi het?*

4. Dink jy die besprekings tussen jou en jou maat was *sinvol* en dat jy die probleem *beter verstaan* het na julle bespreking as voor die bespreking? Motiveer.

5. Kon jy 'n *oplossing vir die probleem voorstel*? Was dit die beste moontlike oplossing? Verduidelik jou antwoord.

6. Het jou maat gedurende die bespreking van die probleem idees gehad vir die oplossing van die probleem wat *anders* is as wat jy gedink het en wat daartoe bygedra het dat jy jou idees moes *verander*? Verduidelik jou reaksie op jou maat se voorstel(le).

7. Is dit vir jou belangrik dat jy en jou maat *die oplosproses ewe goed moet verstaan*? Beskou jy jou maat se *prestasie ook as jou verantwoordelikheid*?

8. Dink jy jy sal dit wat jy in hierdie oplosproses geleer het aangaande die *beplanning* van die probleem, die *oplosproses* en die *interaksie met jou maat* in toekomstige soortgelyke situasies toepas?

9. Addisionele vraag vir deelnemers in die eksperimentele groep:
Gee jou mening oor en beskryf jou ervaring van die gebruik van die metakognitiewe stiplys tydens paarprogrammering? Was dit vir jou iets werd en/of kan dit vir jou vorentoe iets werd wees?

METAKOGNISIE TYDENS PAARPROGRAMMERING

Die uitvoering van 'n paarprogrammeringstaak word in drie fases beskou, naamlik **pre-kodering**, **intra-kodering** en **post-kodering**. 'n Metakognitiewe benadering in elk van die fases behels 'n aantal aktiwiteite soos vervolgens aangedui.

Pre-koderingsfase

- Deurlees van die probleem om 'n geheelbeeld te kry en seker te maak dat alle terminologie bekend is
- Analise van die probleem met die doel om belangrikste gegewe inligting te identifiseer en die spesifieke verwagte uitkoms te bepaal
- Refleksie op voorkennis – bring in verband met eie ervarings; maak konneksies met aspekte van die probleem wat reeds bekend is; besin oor hoe kennis van soortgelyke probleme wat al vantevore opgelos is kan help met die oplossing van die nuwe probleem
- Formulering van doelwit(te) wat bereik wil word met die oplossing van die probleem
- Beplanning van tydsbesteding
- Toekenning van toepaslike bronne
- Kies van kognitiewe strategieë/prosedures wat toepaslik is om die probleem op te los
- Ontwerp van algoritme om die probleem op te los; besluit oor volgorde waarin strategieë/ prosedures aangewend gaan word

Intra-koderingsfase

- Gereelde besinning oor of daar nog verstaan word wat gedoen word
- Gereelde besinning oor of nog op die regte spoor is met betrekking tot beplanning
- Besinning oor waar elke stap inpas in die koderingsproses
- Antisipering van wat volgende gedoen moet word
- Monitering van vordering wat gemaak word
- Identifisering en regstelling van foute soos wat kodering vorder
- Addisionele aandag word aan moeilike komponente gegee
- Verander beplanning as dit nodig is
- Hulp vra of bronne raadpleeg as dit nodig is
- Verdeling van probleem in subprobleme as dit nodig is
- Kontrole van tydsbesteding

Post-koderingsfase

- Evaluering van die produk om te bepaal of die verwagte uitkomste bereik is
- Evaluering van die mate waarin die gestelde doelwit(te) bereik is
- Beoordeling van die effektiwiteit van die strategieë/prosedures wat gebruik is
- Besinning oor wat anders gedoen sou kon word
- Besinning oor moontlike toekomstige toepassing van dieselfde denkrigting in ander probleme
- Besinning oor wat uit die oplos van die spesifieke probleem geleer is

'N METAKOGNITIEWE BENADERING TOT PAARPROGRAMMERING

Datum: _____

Gebruik die volgende kontrolelys met selfgerigte vrae om julle aktiwiteite en denke tydens die uitvoering van die paarprogrammeringstaak te rig. Dui deur middel van 'n regmerkie (√) in die toepaslike blokkie aan of aandag aan die betrokke aspek gegee is.

Pre-koderingsfase

1. Het ons die belangrikste inligting wat gegee is geïdentifiseer?	
2. Verstaan ons presies watter uitkomste ons moet bereik in die oplossing van hierdie probleem?	
3. Het ons gedink oor aspekte van die probleem wat reeds vir ons bekend is?	
4. Het ons besin oor bronne waaruit ons hulp kan kry met die oplos van die probleem?	
5. Ken ons strategieë/prosedures wat toepaslik is om die probleem op te los?	
6. Het ons besluit oor die volgorde waarin die strategieë/prosedures aangewend moet word?	

Intra-koderingsfase

7. Maak ons deurlopend seker dat ons verstaan waarmee ons besig is?	
8. Maak ons deurlopend seker dat ons nog op die regte spoor is?	
9. Dink ons oor waar elke stap inpas by dit wat reeds gedoen is en wat volgende gedoen moet word?	
10. Identifiseer en maak ons foute reg soos wat die kodering vorder?	
11. Verander ons die beplanning van die oplossing as dit nodig is?	
12. Moniteer ons die vordering wat met die kodering gemaak word?	
13. Raadpleeg ons die beskikbare bronne as ons hulp nodig het?	

Post-koderingsfase

14. Het ons gekontroleer of die verwagte uitkomste bereik is?	
15. Het ons gedink oor of die beste moontlike strategieë/prosedures gebruik is om die probleem op te los?	
16. Het ons besin oor wat moontlik anders gedoen kon word?	
17. Sal ons dieselfde denkrigting in die toekoms in soortgelyke probleme kan toepas?	
18. Het ons gedink oor wat ons uit die oplos van hierdie spesifieke probleem geleer het?	

Skryf die nommers (1 – 18) neer van die aktiwiteite wat julle aanvanklik nie in hierdie taak uitgevoer het nie en waaraan julle in toekomstige paarprogrammeringstake meer aandag moet gee:

_____

_____

REFLEKSIE OOR GEBRUIK VAN SELFGERIGTE METAKOGNITIEWE VRAE

Beskryf kortliks hoe die selfgerigte metakognitiewe vrae in elke fase jou denke gerig het en jou gehelp het om die programmeringstaak uit te voer.

Pre-koderingsfase

Intra-koderingsfase

Post-koderingsfase

From: <gschraw@unlv.nevada.edu>
To: Betty Breed <Betty.Breed@nwu.ac.za>
CC: <gschraw@unlv.nevada.edu>
Date: 2009/02/05 08:05 PM
Subject: Re: Regarding the MAI

Betty,

Please feel free to use the MAI. I strongly recommend you use a 5 or 6-point Likert scale, not the T/F version.

Gregg

Quoting Betty Breed <Betty.Breed@nwu.ac.za>:

> Dear professor Schraw
>
> I am a PhD student at the North-West University in Potchefstroom, South
> Africa. My study is about the implementation of a metacognitive teaching and
> learning strategy in computer pairprogramming. I intend to use your
> Metacognitive Awareness Inventory to measure the learners' metacognitve
> awareness at different stages in the study. I would like to ask your
> permission to use this questionnaire in my study. I retrieved two different
> versions of it from the internet, one with a 6-point Likert scale, the other
> one with just a True or False option. Which of these would you recommend? For
> the one with the True/False options I also got hold of the scoring guide. I
> believe that for the one with the 6-point Likert scale one could use the same
> scoring guide, except for a difference in the totals of the different
> categories.
>
> It will be much appreciated if you will permit me to use the MAI. Will you
> please be so kind as to respond to my request as soon as you find it
> possible?
>
> Best regards.
>
>
> Betty Breed
>
> Rekenaarwetenskaponderwys/Computer Science Education
> Skool vir Kurrikulumgebaseerde Studies/School for Curriculum-based Studies
> Fakulteit Opvoedingswetenskappe/Faculty of Education Sciences
> Noordwes-Universiteit/North-West University(Potchefstroom)
> Tel: +27 18 2991475
> Fax: +27 18 2994238
>
>
> Hierdie boodskap (en aanhangsels) is onderhewig aan beperkings en 'n
> vrywaringsklousule. Volledige besonderhede beskikbaar by
> http://www.puk.ac.za/itb/e-pos/disclaimer.html , of by
> itbsekr@puknet.puk.ac.za
>
> This message (and attachments) is subject to restrictions and a disclaimer.
> Please refer to http://www.puk.ac.za/itb/e-pos/disclaimer.html for full
> details, or at itbsekr@puknet.puk.ac.za
>
>

From: "Tillema, Harm" <TILLEMA@fsw.leidenuniv.nl>
To: "Betty Breed" <Betty.Breed@nwu.ac.za>
Date: 2009/02/06 04:09 PM
Subject: RE: Measurement of knowledge productivity
Attachments: Questionnaire on knowledge productivity of group discussions.doc

Dear Betty Breed
Thank you for reminidng me of a pleasant visit to your university; it was a privilige to be there and address your team. Also pleased, of course, to notice that you would like to use a variable in your research that I find very valuiable in stuyding learners'knowledge construction. It can be a fruitful way to measure learning processes and their outcomes before turning to more performance oriented measured. Please find a copy of my instrument attached containing the items I use. There is a version with a Likert scale respons option but I attached the one which uses dichotomous scoring. If you decide to use the (adapted) version of the instrument I would be interested in hearing your evaluations and opinions of the instrument and like to stay in touch.
Thank you for your interest
Harm H. Tillema
Department of Educational Studies
Leiden University
P.O. box 9555
NL 2300 RB Leiden
The Netherlands

email: tillema@fsw.leidenuniv.nl
fax: +31 715273619
tel: +31 715273388
homepage:
http://www.fsw.leidenuniv.nl/pedagogiek/onderwijsstudies/tillema.jsp

——Original Message——
From: Betty.Breed [mailto:Betty.Breed@nwu.ac.za]
Sent: donderdag 5 februari 2009 10:38
To: Tillema, Harm
Subject: Measurement of knowledge productivity

Dear professor Tillema

I am a PhD student at the North-West University in Potchefstroom, South Africa. My promotor, prof Elsa Mentz, and myself spoke to you when you and prof Gert van der Westhuizen visited our faculty in October 2007. Just to remind you, my study is on a metacognitive teaching and learning strategy in pair programming in order to enhance knowledge productive learning. I intend to measure the knowledge productivity of the learners at different stages of the study and would like to use an adapted version of your questionnaire for the three criteria of knowledge productivity. The adaption will be necessary to make it usable within the context of pair programming on secondary school level. At this stage I would like to ask your permission to use such an adapted version of your questionnaire.

It will be much appreciated if I could have your permission in this regard. Will you please be so kind as to respond to my request as soon as you find it possible?

Best regards.

Betty Breed

Rekenaarwetenskaponderwys/Computer Science Education Skool vir Kurrikulumgebaseerde Studies/School for Curriculum-based Studies
Fakulteit Opvoedingswetenskappe/Faculty of Education Sciences
Noordwes-Universiteit/North-West University(Potchefstroom)
Tel: +27 18 2991475
Fax: +27 18 2994238

Jackie Viljoen
Algemene Taalpraktisyn
Bergzicht Gardens 16
Fijnbosslot
STRAND 7140

Geakkrediteerde lid van die Suid-Afrikaanse Vertalersinstituut
Nommer APSTrans 1000017

☎ +27+21-854 5095 🖷 082 783 0263 🖷 +27+21-853 5944
Posadres: Bergzicht Gardens 16, Fijnbosslot, STRAND 7140, Suid-Afrika

VERKLARING

Ek verklaar hiermee dat die D-VERHANDELING (met die uitsondering van die bronnelys) van E A BREED behoorlik deur my taalversorg is.

Titel van tesis:
'N METAKOGNITIEWE ONDERRIGLEERSTRATEGIE VIR PAARPROGRAMMEERDERS TER VERBETERING VAN KENNISPRODUKTIWITEIT

JACKIE VILJOEN
STRAND
Suid-Afrika
28 April 2010