

Die moontlikhede van 'n gedifferensieerde modulêre wiskundekurrikulum vir die RSA se sekondêre skole

J.G. Marce* en C.G. Krick

Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0002

Ontvang 6 Januarie 1998; aanvaar 21 April 1998

UITTREKSEL

Wetenskaplik georiënteerde wiskundeonderwysers probeer voortdurend om die bestaande praktyk van wiskunde-onderrig en -leer te verfyn en te verbeter aan die hand van wetenskaplike insigte wat deur navorsing verower is. Een moontlike terrein van navorsing ten aansien van wiskunde is die terrein van wiskundekurrikulumontwikkeling. In hierdie artikel word enkele riglyne ten aansien van die moontlikhede van 'n gedifferensieerde modulêre wiskundekurrikulum vir die RSA se sekondêre skole verskaf. Die probleem rondom die ontwikkeling en daarstelling van 'n relevante, kontemporêre en toepaslike wiskundekurrikulum vir die senior sekondêre skoolfase word primêr toegelig.

ABSTRACT

The possibility of a differentiated, modular mathematics curriculum for secondary schools in the RSA

The scientifically orientated teacher of mathematics is constantly trying to refine and improve the existing practice of teaching and learning mathematics. This is achieved by implementing the scientific insights, which are gained by research. The field of curriculum development in mathematics represents one possible field for research concerning mathematics. In this article, guidelines with regard to the possibility of a differentiated, modular mathematics curriculum for secondary schools in the RSA are given. Primarily the problem of developing and presenting a relevant, contemporary and appropriate mathematics curriculum for the senior secondary school phase is addressed.

INLEIDING

In hierdie artikel word 'n spesifieke aspek van die onderrig en leer van wiskunde op skoolvlak bespreek. Ten einde te kan voldoen aan die eise van 'n era wat gekenmerk word deur snelle ontwikkeling op die gebied van die tegnologie en die wetenskap, is 'n fokusverandering vanaf produkgeoriënteerde onderrig- en leerbenaderings na prosesgeoriënteerde benaderings alreeds op skoolvlak van belang. Suid-Afrika worstel tans met 'n onaanvaarbaar hoë werkloosheidsyfer wat aanleiding gee tot allerlei maatskaplike probleme. Dit het weer 'n negatiewe impak op ekonomiese ontwikkeling en buitelandse investering. Werkloosheid kan effektief teengewerk word deur die industriële basis van die RSA se ekonomie te verbreed, wat weer 'n appèl rig tot tegniese en tegnologiese opleiding.

'n Sinvolle kurrikulum behoort 'n bydrae te lewer dat leerlinge wiskunde probleme (soos die probleem waarna verderaan verwys word) met meer selfvertroue kan aanpak en oplos. Die implementering van toepaslike, relevante en kontemporêre kurrikula (veral in wiskunde) behoort 'n bydrae te lewer om 'n ont-

wikkelende land (soos die RSA) van toekomstige leiers op intellektuele, tegniese, industriële en handelsgebied te voorsien.

Heelwat leerlinge ondervind probleme met die praktiese interpretasie van wiskundige oplossings. De Corte¹ (bl. 3) verwys na 'n studie in die VSA waarin leerlinge die volgende probleem moes probeer oplos:

An army bus holds 36 soldiers. If 1 128 soldiers are being bused to their training site, how many buses are needed?

70% van die leerlinge in die ondersoekgroep kon die deelsom korrek uitvoer, maar slegs 23% kon die antwoord korrek interpreteer en tot die gevolgtrekking kom dat 32 busse nodig is. Kurrikuleerders behoort daarna te streef om kurrikuluminhoude daar te stel wat leerlinge vir hul toekomstige dagtaak voorberei. Leerlinge wat self probleme probeer oplos en hul eie metodes toets, ondervind in die algemeen nie probleme met die interpretasie van hul resultate nie. Leerlinge wat sekere metodes slaafs navolg, ondervind daarenteen meer dikwels probleme met die interpretasie van hul resultate.

* Outeur aan wie korrespondensie gerig moet word.

PROBLEEMFORMULERING

Die relevantheid al dan nie van wiskundekurrikuluminhoude in postapartheid-Suid-Afrika, rig die onderhawige navorsing. Sommige aspekte van die 'ou' kurrikulum vir wiskunde in die Senior Sekondêre Skoolfase is nie meer aanvaarbaar vir postapartheid-Suid-Afrika nie. Heelwat 'ou' inhoude sal waarskynlik vervang moet word met 'nuwe' inhoude, en in samehang hiermee sal die benadering tot die onderrig en leer van wiskunde vernuwe moet word.

Die vraag ontstaan dan: watter inhoude moet aan die orde gestel word? Die onderrig- en leerbenadering wat ten aansien van wiskunde aanvaar word, is immers die 'prosesgeoriënteerde' benadering, probleemoplossing en (sosiale) konstruktivisme. Ten einde dus 'n duidelike begrip te kry van die navorsingsveld wat bestudeer word, is dit nodig om die konsep *wiskundekurrikulum* te omskryf. 'n Kurrikulum word soos volg deur die NEPI-verslag² (bl. 1) omskryf:

curriculum refers to the teaching and learning activities and experiences which are provided by schools.

Vir Jansen³ is 'n kurrikulum 'n plan of program vir onderrig-leer wat in die lig van sekere doelstellings gekonseptualiseer is en waarin geselekteerde en geordende inhoude opgeneem is. Volgens Kurrikulum 2005⁴ sluit 'n kurrikulum egter enigiets in wat deur opvoedkundiges beplan word ten einde leerders te help ontwikkel. 'n Leerprogram verwys weer na 'n stel leer- en onderrigaktiwiteite, asook wyses waarop leerders se prestasies geëvalueer word.⁴ *In hierdie artikel word die term wiskundekurrikulum verderaan gebruik om te verwys na wiskunde-inhoud (seleksie en ordening van inhoude) wat deur opvoedkundiges beplan word ten einde leerders te help ontwikkel.*

HIPOTESESTELLING

Ten einde te kan voldoen aan die eise van 'n era wat gekenmerk word deur snelle ontwikkeling op die gebied van die tegnologie en die wetenskap, is 'n fokusverandering vanaf produkgeoriënteerde onderrig- en leerbenaderings na prosesgeoriënteerde benaderings op skoolvlak reeds van belang. In samehang hiermee is 'n klemverskuiwing vanaf akademiese opleiding na beroepsgeoriënteerde opleiding (met die klem op tegniese en tegnologiese opleiding op sekondêre en tersiêre vlakke) gebiedend noodsaaklik. 'n

Gedifferensieerde, modulêre kurrikulumbenadering in wiskunde is waarskynlik 'n stap in die regte rigting. Die hipotese(-s) wat implisiet ingebed is in die onderhawige navorsing, is dat 'n vervanging van aspekte van die 'ou' kurrikuluminhoude in wiskunde in die Senior Sekondêre Skoolfase, teen die agtergrond van die invoer van die prosesbenadering, asook 'n (sosiaal-) konstruktivistiese, probleemgesentreerde onderrig- en leerbenadering ten aansien van wiskunde in die RSA, onder meer daartoe kan lei dat leerlinge wiskunde-probleme met meer selfvertroue kan aanpak en oplos. Dit kan weer 'n bydrae lewer om leiers in Suid-Afrika te voorsien, wat kan sorg dat die industriële basis van die RSA se ekonomie verbreed, sodat werkloosheid meer effektief teengewerk kan word. Die uitkoms hiervan kan onder meer die bekamping van allerlei maatskaplike probleme, wat 'n negatiewe impak op ekonomiese ontwikkeling en investering het, wees.

Alvorens oor kurrikuluminhoude besin kan word, word daar kortliks stilgestaan by a) die tref van 'n vergelyking tussen 'n produk- en 'n prosesgeoriënteerde benadering, b) 'n oorsig van die konstruktivistiese leerteorie, asook c) die probleemgesentreerde benadering tot die onderrig en leer van wiskunde.

DIE VERSKIL TUSSEN 'N PRODUK- EN 'N PROSES-GEORIËNTEERDE BENADERING

Ernest⁵ (bl. 557) som die verskil tussen die voorgenoemde twee benaderings soos volg op (tabel 1):

Ernest⁵ wys verder daarop dat sowel die VSA as Brittanje reeds in die tagtigerjare aangedui het dat probleemoplossing en die uitvoer van ondersoeke (*problem solving and investigations*) as deel van wiskunde-onderrig ervaar moet word. Ernest⁵ (bl. 558) waarsku egter dat die skuif van 'n produkbenadering na 'n prosesbenadering

involves more than the acquisition of a new rhetoric. Ultimately the view of mathematics held by a teacher must be inferred from the curriculum as delivered, and not merely the opinions expressed it is more reliable to infer teachers' views of mathematics from their observed practises than from their stated beliefs, no matter how sincerely these beliefs are held.

Kurrikulum 2005⁴ (bl. 9) beklemtoon dat

the process of learning becomes just as important as what you learn results [are] expected at the end of each learning process.

Aspek van leer	Produkbenadering	Prosesbenadering
Tipiese klasaktiwiteite	Roetinetake word uitgevoer nadat die onderwyser bepaalde oplossingsmetodes gedemonstreer het	Die aksent is ook op nie-roetinetake en die uitvoer van ondersoeke en projekte
Oplossingsmetodes wat aangemoedig word	Enkele metodes word as korrek aanvaar	'n Hele aantal oplossingsmetodes (insluitend die leerling se eie) word as ewe geldig aanvaar
Die aard van wiskundige waarheid	Dit word deur die onderwyser bepaal	Die klem is op klasbesprekings en die uitvoer van empiriese toetse om die waarheid te bepaal
Houding teenoor foute	Foute word ge-'stigmatiseer'. Akkuraatheid is die hoofdoel met onderrig	Foute word aanvaar as noodsaaklike stappe op die weg van probleemoplossing. Toepaslike oplossingsmetodes is ten minste net so waardevol as korrekte antwoorde

Brodie⁶ waarsku in hierdie verband egter dat 'n siening dat alle aspekte van die huidige kurrikulum, asook onderrig- en leerbenadering, beskou word as 'sleg', terwyl alle aspekte van die 'nuwe' kurrikulum beskou word as 'goed', 'n onwetenskaplike en ernstige verdraaiing van die werklikheid verteenwoordig:

Many mathematics teachers in South Africa ... already do a lot of what is being suggested as new (groupwork, active participation ...). Many teachers have a lot of experience and knowledge about how best to teach those concepts.

Brodie⁷ gaan verder en verklaar dat die veranderinge wat met Kurrikulum 2005 beoog word, nie 'n totale paradigmaskuif verteenwoordig nie. Veel eerder behoort uitkomstgebaseerde onderwys onderwysers in staat te stel om positiewe aspekte van hul onderwys te identifiseer en daarop voort te bou, terwyl minder positiewe aspekte van hul onderrig geïdentifiseer word met die oog op verbetering.

KONSTRUKTIVISTIESE LEERTEORIEË

Die wêreldwye probleem van onderprestasie in wiskunde het oorspronk gegee aan verskeie produktegeoriënteerde onderrig- en leerbenaderings.⁵ In teenstelling hiermee is die sosiaal-konstruktivistiese benadering prosesegeoriënteerd en word wiskunde aan die hand van hierdie onderrig- en leermetode vir die meeste leerlinge meer toeganklik en verstaanbaar. Marsh⁸ sluit soos volg by Ernest aan:

Perhaps social constructivism with its group-based, process oriented, problem solving and investigatory approach can serve to make the subject more accessible, more user-friendly and palatable to the average pupil.

Marsh se stelling is op postapartheid-Suid-Afrika oor die geheel van toepassing. Die konstruktivistiese onderrig- en leerbenadering staan juis aktiewe deelname van die leerling tydens die onderrig- en leerbeure voor. In ooreenstemming hiermee definieer Von Glasersfeld⁹ (bl. 31) konstruktivisme soos volg:

Constructivism ... asserts two main principles whose application has far-reaching consequences for the study of cognitive development and learning as well as for the practise of teaching, psychotherapy, and interpersonal management in general. The two principles are: (a) knowledge is not passively received but actively built up by the cognizing subject; (b) the function of cognition is adaptive and serves the organization of the experiential world, not the discovery of ontological reality.

Daar word in hierdie stadium kortliks onderskei tussen sosiaal-konstruktivisme (soos byvoorbeeld gepropageer deur Ernest en Lerman; die benadering wat hier ter plaatse inslag gevind het) en radikaal-konstruktivisme (van Von Glasersfeld, in navolging van Piaget). De Corte¹ (bl. 8) stel dit soos volg:

Some scholars take an extreme or radical point of view in this respect, claiming that all knowledge is a subjective and purely idiosyncratic cognitive construction, and in no way the reflection of an objective reality "out there" (e.g., Von Glasersfeld, 1991). To the contrary, others represent a more moderate or realistic position that allows for the possibility of mediating learning through appropriate intervention and guidance.

Kurrikuluminhoude behoort nou by leerlinge se verwysingsraamwerk aan te sluit en behoort leerlinge te motiveer tot aktiewe deelname aan die onderrig- en leerbeure in die wiskunde-

klaskamer. Volmink¹⁰ (bl. 34) wys egter daarop dat moderne konstruktivisme klein, goedtoegeruste klaskamers as 'n gegewe aanvaar en skets die Suid-Afrikaanse problematiek soos volg:

In South Africa ... large classes will be the norm rather than the exception. We need to ask therefore, what adjustments need to be made to the constructivist approaches to teaching and learning, in order to make it more effective and appropriate within our context.

Hierby moet egter gevoeg word dat konstruktivisme as 't ware ook aanvaar dat onderwysers in hierdie paradigma opgelei is.

DIE PROBLEEMGESENTREERDE BENADERING IN WISKUNDE

Die konstruktivistiese benadering ten aansien van onderrig en leer laat die klem op die leerling en leerlingaktiwiteit val. Die fokus ten opsigte van kurrikuluminhoude, maar ook ten opsigte van die onderrig- en leersituasie, het verskuif na probleemoplossing. Die National Council of Teachers of Mathematics se bekende Agenda for Action stel dit só¹¹ (bl. 15):

The mathematics curriculum should be organized round problem-solving ... The curriculum should maintain a balance between attention to the applications of mathematics and to fundamental concepts.

Leerlinge moet 'n aktiewe rol speel tydens die verwerwing van kennisstrukture en wiskunde-konsepte. Leerlinge word dus nie meer beskou as passiewe deelnemers aan die leerbeure nie.

De Corte¹ (bl. 18) som hierdie verandering soos volg op:

In this alternative view learning is not anymore considered as a highly individual activity, consisting mainly of absorbing a fixed body of largely decontextualized and fragmented knowledge and procedural skills transmitted by a teacher. To the contrary, learning is conceived of as an active, collaborative, and progressively more self-regulated process of knowledge building meaning and construction, based as much as possible on students' experiences in authentic, real-life situations and contexts.

Hierdie nuwe benadering het ook in die wiskundesillabusse in die RSA inslag gevind. Die vernaamste verandering wat met hierdie benadering beoog word, is daarin geleë dat die benadering ten opsigte van die onderrig en leer van wiskunde verander. Marec¹² (bl. 68), in navolging van Adler, beklemtoon in hierdie verband die volgende klemverskuiwings eie aan die probleemgesentreerde benadering:

Die fokus verskuif dus

- * van die kind as iemand wat iets doen, na die kind as iemand wat **aktief dink**;
- * van wiskunde as gefokus op konsepte en vaardighede na 'n fokus op konsepte, vaardighede en **prosesse**;
- * van die bemeestering van algoritmiese vaardighede na die ontwikkeling van algoritmiese **denke**; en
- * van die toepassing van wiskunde om probleme op te los na probleemoplossing as 'n **ondersoekmetode**.

In reaksie op die kritiek teen hierdie benadering, wys Marec¹² daarop dat dié benadering nie empiries vergelykbaar is met die tradisionele benadering nie. Die hoofrede hiervoor is dat die benaderings verskillende doelstellings nastreef en gevolglik nie op dieselfde vlak meetbaar is nie. Die nuwe benadering maak verder onder meer voorsiening vir verskillende leerstyle en leerlinge word nie afgerig

nie, maar oorgelaat aan hul eie inisiatief.

Kriek¹³ stel dit egter duidelik dat daar in sekere kringe ernstige bedenkinge oor die benadering bestaan. Hy vra vrae na die grootte van die steekproef waarop die benadering getoets is, hoe bepaal word of die benadering vir alle bevolkingsgroepe geskik is en volgens welke aansprake en met behulp van watter eksperimentele ontwerp hierdie uitsprake gemaak word. In aansluiting hierby kan gemeld word dat ongeveer 90% van die skoolgaande leerlinge in die RSA nog nooit daarmee te doen gehad het nie. Ongeveer 80% van die leerlinge kom vanuit die tradisioneel benadeelde onderwys waar hulle glad nie hieraan blootgestel is nie. Die probleem word vererger deur die feit dat hierdie leerlinge se onderwysers ook nie opgelei is in die 'sosiaal-konstruktivistiese' onderrig- en leertradisie nie. Ten slotte kan die vraag gevra word of die probleemgesentreerde benadering al êrens op sekondêre vlak toegepas is, en, indien wel, hoe wyd.

Ten spyte van die vrae wat hierbo gevra word, bly dit so dat die probleemgesentreerde leer as 't ware sinoniem geword het met die begrippe "onderrig en leer in wiskunde" in Suid-Afrika, en 'n wiskundekurrikulum vir postapartheid-Suid-Afrika behoort in 'n veel groter mate as wat tans die geval is, hiervoor voorsiening te maak.

VRAE OOR ASPEKTE VAN DIE NUWE BENADERING TOT DIE ONDERRIG EN LEER VAN WISKUNDE IN DIE RSA

Vrae oor die voorgenoemde nuwe benadering tot die onderrig en leer van Wiskunde sluit die volgende in:

- Wat is so 'verkeerd' met die 'ou' inhoude en benadering en wat so goed aan die 'nuwe' inhoude en benadering?
- Is die huidige benadering werklik die 'beste' - vir alle bevolkingsgroepe? Volgens welke aansprake en met behulp van watter eksperimentele ontwerp word hierdie uitspraak gemaak?

Die idee is nie om binne die bestek van 'n artikel van hierdie aard en omvang omvattende antwoorde op hierdie en ander kwelvrae te probeer verskaf nie, maar eerder om die noodsaaklike akademiese debat in hierdie verband verder te voer.

POGING TOT ANTWOORDE OP DIE BOGENOEMDE VRAE

Dit is waarskynlik in beginsel nie moontlik om werklik *objektiewe* antwoorde op die voorgenoemde vrae te verskaf nie. Dit gaan immers nie hier soseer net oor eksperimentele ontwerpe en harde empiriese data nie, maar in die eerste plek oor die vergelyking van en konflik tussen teoretiese uitgangspunte. Freudenthal¹⁴ (bl. 42-44) sê in hierdie verband die volgende:

There may be things I cannot prove with scientific force; but I refuse to obtain them surreptitiously by pseudoscience. I intend to present them with reasonable arguments as consequences of a reasonable faith ... I have not proved that what I aspire to is better, as little as one really knows whether teaching is more effective without beating - possibly it is not better. I am advocating another method because I believe in it, because I believe in the right of the learning child to be treated as a human being. This is my view on education; defending it I call philosophy; but do not ask me for scientific proofs.

In die lig hiervan kan daar moontlik soos volg op bogenoemde vrae geantwoord word: Die voorgestelde benadering is nie maklik *empiries* vergelykbaar met die tradisionele benadering nie, eenvoudig omdat hulle verskillende *doelstellings* nastreef,

asook vanuit heeltemal verskillende *leerteoretiese* en *filosofiese* standpunte vertrek. Die probleem is dat twee verskillende onderwysbenaderings slegs empiries sinvol met mekaar vergelyk kan word indien hulle min of meer dieselfde doelstellings nastreef. In so 'n geval sou dit miskien moontlik wees om geskikte toetse op te stel om die mate waarin gestelde doelstellings verwesenlik word, te evalueer, en sodoende tot 'n slotsom te kom oor watter een die 'beste' is. Waar dit egter gaan oor twee benaderings waarvan die nagestreefde doelstellings uiteenlopend van aard is, is so 'n vergelyking uiteraard nie moontlik nie. In so 'n geval sal dit moet gaan oor 'n teoretiese evaluering en vergelyking van die respektiewe doelstellings, en sal dit subjektief gekleur word deur 'n mens se eie teoretiese uitgangspunte. Aan die ander kant is dit wel moontlik en nuttig om navorsing te doen of die gestelde doelstellings van beide benaderings haalbaar is (en tot watter mate dit geskied).

GEVOLGTREKKINGS

Die prosesgeoriënteerde benadering, die probleemoplossingsbenadering, probleemgesentreerde leer, ontdekkingsleer, (sosiale) konstruktivisme, leerlingbetrokkenheid en die modulêre benadering is die afgelope aantal jare reeds in die kollig wanneer daar besin word oor strategieë om die onderrig en leer van wiskunde te verbeter. In essensie kom die benadering neer op 'n geloof dat leerlinge hul eie wiskundige kennisstrukture konstrueer en ten beste leer wanneer hulle hul eie wiskundige konsepte aan die hand van lewenswerklike probleme saam met ander kan verken en uittoets. In plaas daarvan dat onderwysers aan leerlinge sê wat hulle *moet doen*, versoek onderwysers leerlinge om eerder te verduidelik wat hulle *gedoen het*.

Om vergelykende of evalueerende kriteria tussen hierdie en ander benaderings te formuleer, of 'n raamwerk te probeer verskaf waarbinne sowel die nuwe benadering as die tradisionele en ander benaderings beoordeel en met mekaar vergelyk kan word, is alles behalwe 'n voor die hand liggende opgaaf. Die probleem is dat opvoedkunde nie 'n empiriese wetenskap is nie, en om aan te dring op sogenaamde 'wetenskaplike' bewyse van alle aspekte, getuig in 'n sekere sin nie net van 'n wankonsepten opsigte van die aard van die opvoedkunde nie, maar ook van die wetenskap self.

AANBEVELINGS VANUIT AKADEMIESE EN BEROEPSVELDE TEN AANSIEN VAN DIE MOONTLIKHEDE VAN 'N GEDIFFERENSIEERDE MODULÊRE WISKUNDEKURRIKULUM VIR DIE RSA SE SEKONDÊRE SKOLE

Die onderhawige navorsing word in die vorm van 'n oorsigartikel aangebied. 'n Beperkte, gestruktureerde onderhoudreeks met agt akademië uit verskillende vakgebiede en samelewingstrukture is die kwalitatief-gekoppelde komponent van empiriese aard in die onderhawige artikel. Enkele algemene aanbevelings vanuit hierdie akademiese en beroepsvelde word in tabel 2 vervat.

RIGLYNE VIR WISKUNDEKURRIKULUMONTWIKKELING IN DIE RSA

Verskillende tipes skole

Daar is internasionaal 'n neiging na verskillende soorte skole soos die *Realschule* en *Hauptschule* in Duitsland. Die wiskundekurrikula van hierdie skole verskil van mekaar en groter klem word respektiewelik op praktykgerigte en akademiese wiskunde geplaas.¹⁵ Betekenisvolle skeiding tussen

praktykgerigte en akademiese kurrikula sal heel waarskynlik nie in die RSA realiseer nie. Die vernaamste redes hiervoor is onder andere die gebrek aan kurrikula van suiwer algemene, of praktiese, of akademiese aard, aan finansies en die moontlikheid van waninterpretasie (negatiewe konnotasie) in die huidige politieke klimaat in die RSA. Tegniese skole in die RSA volg tans dieselfde wiskundesillabus as ander skole. Jarvis¹⁶ (bl. 33) verduidelik die voorgaande soos volg:

South Africa, owing to its fast growing black population, does not have the necessary finance nor the manpower resources to establish the infrastructure for different kinds of schools, and furthermore the present political climate would not allow it.

Differensiasie by wyse van 'n modulêre kurrikulum

Differensiasie in die algemeen, en meer spesifiek in wiskunde, kan ook by wyse van 'n modulêre kurrikulum geskied. Die Cockcroftverslag¹⁷ (par. 450) onderskryf hierdie aanbeveling:

Development should be "from the bottom upwards" by considering the range of work appropriate for lower-attaining pupils and extending this range as the level of attainment increases.

Die voorgestelde 1993-sillabus is 'n voorbeeld van 'n modulêre kurrikulum.^a Hiervolgens word die sillabus in 'n aantal modules verdeel, waarvan 'n gedeelte verpligtend en 'n gedeelte uit keusemodules bestaan. Differensiasie moet gevolglik binne skole self plaasvind en die opsiemodules moet leerlinge in staat stel om 'n tegniese, algemene of akademiesgeoriënteerde wiskundekursus te volg. 'n Tegniese kursus behoort meer beroeps- en praktykgeoriënteerd te wees, terwyl 'n algemene kursus leerlinge met sogenaamde *life skills* in aanraking moet bring en hul basiese wiskundige beginsels en vaardighede moet leer. Beide kursusse behoort afrondingskursusse te wees, wat leerlinge in staat stel om direk die arbeidsmark te betree. 'n Akademiese kursus behoort leerlinge voor te berei op verdere wiskundige studies en kan dus 'n voorbereidingskursus genoem word. Jarvis¹⁶ (bl. 34) gaan nog verder en beveel aan dat die drie strome soos volg onderverdeel word:

I would suggest that the optional modules be divided into four categories: Basic Skill modules, Conceptual Mathematics Modules, Mathematical Application Modules and Higher Mathematical Modules.

Wysigings ten opsigte van vakpakkette wat wiskunde insluit

Hoewel leerlinge tans addisionele wiskunde as 'n sewende vak mag neem, is dit tot onlangs nie erken as 'n normale keusevak nie. Funksionele wiskunde word weer erken as 'n keusevak, maar mag nie saam met wiskunde in 'n vakpakket ingesluit word nie. Wysiging hiervan, gepaard met 'n uitbreiding van die onderskeie kurrikula om enige oorvleueling met die interim-wiskundesillabus te voorkom, kan 'n daadwerklike verskil aan wiskunde-onderdig en -leer in postapartheid-Suid-Afrika maak.

'n Leerling met 'n gemiddelde intellektuele vermoë en 'n belangstelling in wiskunde sou byvoorbeeld gewone wiskunde saam met funksionele wiskunde kan neem. Insgelyks kan 'n

hoogs begaafde leerling weer sowel wiskunde as addisionele wiskunde neem. Die keuse van opsies binne die onderskeie vakke kan moontlik daartoe bydra dat alle leerlinge 'n vakpakket kan neem wat in 'n groter mate by hul belangstellings en talente aansluiting vind. 'n Gemeenskaplike kernkurrikulum, aangevul deur opsionele inhoude, blyk volgens Steyn en Viljoen¹⁸ die aanvaarbaarste model vir Suid-Afrika, wat by uitstek 'n multi-kulturele land is, te wees en behoort uitgebou te word. Opsionele inhoude behoort voorsiening te maak vir kultuurdifferentiasie en groter kurrikulumvryheid op plaaslike vlak.

Eksaminering

Die oorbeklemtoning van finale eksamens behoort deur beroepsgerigte onderwys vervang te word (Glencross en Fridjhon¹⁹). Die kernkurrikulum kan steeds met behulp van 'n nasionale of selfs provinsiale eksamen ekstern geëksamineer word, maar die opsiemodules behoort intern getoets te word. **Die primêre doel met die opsiemodules is immers juis om leerlinge beter voor te berei op hul toekoms en nie om hulle voor te berei om 'n eksamen of toets te skryf nie.**

Steyn en Viljoen¹⁸(bl. 243) som die uitdaging vir kurrikuleerders soos volg op:

Suid-Afrika verkeer, weens die land se bevolkingsamestelling, in 'n unieke situasie wat besondere kreatiewe denke ten opsigte van die skoolkurrikulum vereis. Dit het duidelik geword dat die akademies-georiënteerde kurrikulum van die verlede nie die behoeftes wat die tegnologiese inligtingseen aan die werker stel, volkome kan bevredig nie en dat die skoolkurrikulum nie daarin kon slaag om leerlinge akademies weerbaar genoeg te maak nie.

Die eise wat aan kurrikuleerders en ander betrokkenes gestel word, is omvangryk. 'n Wiskundekurrikulum wat nie van alle apartheidskonnotasies gestroop is nie, en waarby alle rolspelers nie betrokke is nie, gaan moeilik aanvaar word.

Vervolgens word 'n aantal moontlike algemene kurrikulum-inhoude vir 'n wiskundesillabus vir die senior sekondêre fase uitgelig.

Moontlike wiskundekurrikulum-inhoude vir die senior sekondêre fase in postapartheid-Suid-Afrika

Die aard en struktuur van wiskunde behoort tydens wiskundekurrikulumontwikkeling in ag geneem te word. Die keuse van kurrikulum-inhoude moet wetenskaplik verantwoordbaar wees en behoort 'n appèl tot leerlinge te rig om aktief daarmee om te gaan. 'n Hoërgraad- of akademiese wiskundesillabus kan die 1993-sillabus as vertrekpunt gebruik. 'n Opsomming van moontlike kurrikulum-inhoude vir 'n wiskundekurrikulum vir postapartheid-Suid-Afrika word in tabel 2 en 3 weergegee.

ENKELE PROBLEME MET DIE IMPLEMENTERING VAN DIE VOORGAANDE RIGLYNE

Die huidige leerplan is reeds oorvol en menige onderwyser vind dit moeilik om daardeur te kom. Indien daar dus gefokus moet word op die onderliggende wiskundige prosesse ten einde leerlingdeelname te optimaliseer, behoort die kurrikulum

^a Die voorgestelde senior sekondêre wiskundekernkurrikulum (wat in 1995 op graad tien- tot twaalf-leerlinge van toepassing moes wees) is voor implementering in 1993, teruggetrek. Een van die hoofredes hiervoor is dat nie al die rolspelers en instansies wat tans by die kurrikuleringsproses betrokke is, geken is in die daarstel van hierdie kurrikulum nie. In samehang met die huidige onderhandelingsgees bestaan daar tans 'n hele aantal komitees van die Nasionale Departement van Onderwys wat hulself beywer vir die daarstelling van 'n relevante wiskundekurrikulum.

waarskynlik eerder ingekort te word ten einde ruimte te maak hiervoor. Die vraag ontstaan dus dadelik watter inhoude weggelaat behoort te word en waarom. Moet meer inhoude dus meer oppervlakkig behandel word, of moet minder inhoude gedoen word, maar met meer diepgang? Boonop ondergaan wiskunde nie alleen as dissipline nie, maar ook in die vak se toepassingsgebiede, reuse omwentelinge as gevolg van die toenemende tegnologiese ontwikkelinge. Rekenaarpakette soos **Theorist** en **Mathematica** voer byvoorbeeld al die basiese differensiasie en integrasie uit met die druk van 'n knoppie. Daar kan dus gevra word of leerlinge (studente) steeds ure behoort te spandeer aan dritwerk ten einde tegniese aspekte van die prosesse te bemeester en of daar in 'n groter mate gefokus behoort te word op konseptuele begryping. Die tyd wat op hierdie wyse gespaar word, kan moontlik aangewend word vir die modellering van praktiese situasies. Daar moet egter steeds in gedagte gehou word dat die tegnologie nie vanself probleme oplos nie: probleme moet eers gemodelleer word (in wiskundige terminologie geïnterpreteer word) voordat die tegnologie ingespan kan word. Sake soos hierdie sal in toenemende mate deur die kurrikulum hanteer moet word.

OPSOMMING

Hoewel die probleemgesentreerde benadering tot die onderrig en leer van wiskunde tans in sekere kringe in die RSA voorrang geniet, wys navorsers soos Kriel, aangehaal deur Kriek,¹³ daarop dat heelwat belangrike vrae in hierdie verband tot dusver onbeantwoord is. So geld dit byvoorbeeld dat ongeveer 80% van die leerlinge in die RSA vanuit die tradisionele benadeelde onderwys kom, waar hulle glad nie hieraan blootgestel is nie. Ander vrae wat in hierdie verband gevra behoort te word, sluit in die vraag of die probleemgesentreerde benadering al êrens op sekondêre vlak toegepas is, en, indien wel, hoe wyd.

In hierdie artikel word enkele riglyne ten opsigte van relevante wiskundekurrikulinhoude vir postapartheid-Suid-Afrika gegee. Dit geskied onder andere na aanleiding van die bestudering van plaaslike en internasionale wiskundekurrikula. Die probleme wat leerlinge in die senior sekondêre fase in wiskunde ondervind, is legio. Die wetenskaplik verantwoorde ontwikkeling en implementering van 'n modulêre wiskundekurrikulum (een wat probleemgesentreerde leer voorstaan) vir

TABEL 2 Enkele aanbevelings ten aansien van wiskundekurrikulumontwikkeling vanuit wiskundeverwante beroepsvelde¹³

Beroepsveld	Aanbevelings ten aansien van kurrikulumontwikkeling	Kundiges vanuit beroepsveld
Medies	<ul style="list-style-type: none"> * 'n Probleemgedrewe onderrig- en leerbenadering (die mediese wêreld verwys internasionaal na 'n probleemgebaseerde benadering) moet voorrang geniet in enige wiskundesillabus. Dit geld sowel ten opsigte van sekondêre skoolsillabusse as tersiêre sillabusse. * Inhoude wat meehelp met die ontwikkeling van hoër kognitiewe denkhandelinge, behoort voorrang in hierdie sillabusse te geniet. 	Seeliger ²¹ ; Viljoen ²²
Ingenieurswese	<ul style="list-style-type: none"> * Veel meer klem behoort op praktiese toepassings van wiskunde probleme geplaas te word. * 'n Probleemgesentreerde onderrig- en leerbenadering behoort voorrang te geniet in enige sillabus, op enige vlak. * Verdere toepassings van differensiasie en integrasie behoort in skoolkurrikula ingesluit te word. 	Maree ²³
Ekonomiese en bestuurswetenskappe	<ul style="list-style-type: none"> * Probleem- en praktykgerigte onderwys, onderrig en leer behoort vooropgestel te word by die ontwikkeling van sillabusse op alle vlakke. * Kurrikulinhoude wat op sekondêre skoolvlak behou en uitgebrei kan word, sluit die volgende in: Vergelykings; Differensiasie; Grafieke; Trigonometrie. * Moontlike nuwe kurrikulinhoude: Statistiek; Finansiële rekene. 	De Wet ²⁴ ; Crowther ²⁵
Natuurwetenskappe	<ul style="list-style-type: none"> * Meer inhoude wat op toepassing en begrip konsentreer, behoort by sillabusse op alle vlakke ingesluit te word. * Differensiasie tussen goeie en minder goeie presteerders behoort, ideaal gesproke, eers na afloop van voorbereiding- en afrondingskursusse te geskied. * Leerlinge behoort op skool reeds 'n intuitiewe aanvoeling vir probleemoplossing te ontwikkel. * Moontlike nuwe kurrikulinhoude sluit byvoorbeeld numeriese wiskunde in. 	Engelbrecht ²⁶ ; Sauer ²⁷
Politiek	<ul style="list-style-type: none"> * Betrokkenheid van alle ter sake rolspelers tydens kurrikulumontwikkeling word bepleit. * Inhoude behoort leerlinge uit te nooi om krities te dink en probleemoplossings-, asook inligtingverwerwingsvaardighede aan te leer. * 'n Praktiese, beroepsgeoriënteerde wiskundekurrikulum behoort daargestel te word. * Sowel nuwe as diensdoende wiskunde-onderwysers moet opgelei word om die suksesvolle implementering van die kurrikulum te verseker. 	Bengu ²⁸

TABEL 3 Potensiële wiskundekurrikuluminhoude vir postapartheid-Suid-Afrika
KURRIKULUMINHOUDE
1. Algebraïese en analitiese inhoude
<ul style="list-style-type: none"> # Wiskundige induksie en addisionele bewysmetodes # Wiskunde van finansies # Boole-algebra # Netwerkteorie # Verdere toepassings van differensiasie # Oppervlakte onder krommes # Riemannsomme en integrasieteorie <input type="checkbox"/> Antidifferensiasie en eenvoudige integrasie-tegnieke en -probleme # Toepassings van integrasie # Numeriese metodes
2. Meetkundige en trigonometriese inhoude
<ul style="list-style-type: none"> * Fraktale, asook projektiewe meetkunde * Formele verhoudingsmeetkunde * Abstrakte trigonometriese vergelykings, dubbelhoeke en identiteite * Gevorderde koördinaatmeetkunde (onder andere lokusse) # Koördinaatmeetkunde in vlakke
3. Statistiek
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Basiese statistiek en waarskynlikheidsleer # Gevorderde statistiek en waarskynlikheidsleer
<p>Sleutel ten opsigte van voorgestelde inhoude in tabel 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Inhoude wat as opsiemodules aangebied behoort te word en wat tans deel van die kernkurrikulum uitmaak <input type="checkbox"/> Inhoude wat tot die kernkurrikulum toegevoeg behoort te word # Addisionele inhoude (wat as opsies aangebied kan word by die 1993-wiskundekurrikulum vir die RSA) kan moontlik 'n bydrae lewer tot die daarstel van 'n meer relevante, kontemporêre en toepaslike wiskundekurrikulum vir postapartheid-Suid-Afrika.

postapartheid-Suid-Afrika kan moontlik 'n betekenisvolle bydrae lewer om die omvang van onderprestasie in wiskunde in die RSA te bekamp. Hierdie vlak van onderprestasie word geïllustreer deur die beraming dat slegs 32 uit elke 10 000 swart leerlinge wat die skool in graad een betree, eindelik matrikulasievystelling in wiskunde en natuur- en skeikunde verwerf.²⁰ Ten slotte: Ten einde die kern van kurrikulêre probleme in die RSA enigszins sinvol te hanteer, is 'n klemverskuiwing vanaf akademiese opleiding na beroepsgeoriënteerde opleiding - met die klem op tegniese en tegnologiese opleiding op sekondêre en tersiêre vlakke - noodsaaklik. 'n Gedifferensieerde modulêre kurrikulumbenadering in die vak wiskunde blyk dus 'n stap in die regte rigting te wees. In aansluiting by Brodie,⁷ word die mening uitgespreek dat 'n nuwe kurrikulum in die eerste plek geïmplementeer behoort te word met die oog op optimalisering van wiskundeprestasie in die RSA. Hierdie verandering sal nie

in die vorm van 'n totale paradigmaskuif plaasvind nie. Veelerder sal dit daarop gemik wees om onderwysers in staat te stel om die positiewe aspekte van hul eie wiskunde-onderderrig te identifiseer, sodat daarop voortgebou kan word. Andersyds is dit daarop gemik om onderwysers in staat te stel om leemtes in hul onderrig te identifiseer ten einde daarop te kan verbeter. Die ware paradigmaskuif behoort waarskynlik daarin geleë te wees om aan onderwysers professionele ruimte en outonomie te gee om hierdie doel te kan bereik. Dit sal vanselfsprekend die eis stel van intensiewe indiensopleiding van wiskunde-onderwysers, aangesien nie alle onderwysers opgelei is om dit te vermag nie.

SUMMARY

Currently a problem-centred approach to mathematics education (teaching and learning) enjoys priority in South Africa, despite the fact that a number of research questions in this regard remain, as yet, unanswered. These questions include the following: To which degree are the available research findings in this regard applicable to the overall situation in South Africa? Approximately 90% of all schoolchildren in South Africa have never had any experience in this regard - 80% of all schoolchildren are from previously disadvantaged schools, where they have not been exposed to the problem-centred approach.

In this article, guidelines and recommendations in regard to relevant mathematics curriculum content for post-apartheid South Africa are given. A number of well-known academics in the field of curriculum studies have been consulted in this matter and a study of local and international mathematics curriculum studies has been undertaken in order to obtain more clarity. One such recommendation is the introduction of different schools. This does, however, not appear to be a viable proposition. The main reason for this is the fact that South Africa does not have the necessary finance, or the manpower resources to establish the infrastructure for different kinds of schools. In addition, the South African population is simply growing too quickly, and, lastly, the present political climate would not allow such a development. Another proposition is the introduction of a modular curriculum. The following optional modules have already been proposed: Basic skill modules, Conceptual mathematics modules, Mathematical application modules and Higher mathematical modules. Another proposition is that pupils should be allowed to include either Additional Mathematics or Functional Mathematics in their subject sets (consisting of six subjects). Until recently, pupils were only allowed to take Additional Mathematics as a seventh subject. Lastly, it is proposed that examination orientated tuition should be replaced by career orientated examination. Whereas the core curriculum could still be evaluated externally, by means of a national or provincial examination, option modules should be examined internally. The primary aim of these option modules is, after all, to prepare and equip pupils better for their future and not so much to prepare them for the writing of an examination or test. Purposeful integration of these guidelines for curriculum development and content into the 1993 mathematics curriculum for the RSA can possibly contribute to a more **relevant, contemporary and appropriate** mathematics curriculum for post-apartheid South Africa.

Pupils taking mathematics in the senior secondary phase have to deal with a myriad of problems. Developing and applying a mathematics curriculum, which stimulates problem-centred learning in a new South Africa, may help to lessen this burden.

LITERATUURVERWYSINGS

1. De Corte, E. (1995). *Introducing schools to new perspectives on learning and teaching*. Pretoria: University of Pretoria (B.F. Nel memorial lecture).
2. NEPI-Report. (1992). *Curriculum*. Cape Town: Oxford University Press.
3. Jansen, C.P. (1984). 'n Model van 'n kurrikulumsentrum vir die RSA. Ongepubliseerde D.Ed.-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
4. National Department of Education. (1997). *Curriculum 2005 Lifelong learning for the 21st century*. CTP Books
5. Ernest, P. (1989). Philosophy, mathematics and education, *International Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 20(4), 555-559.
6. Brodie, K. (1997). Curriculum 2005: In my opinion ..., *Ames News*, 8, 3-4.
7. Brodie, K. (1997). A new mathematics curriculum: reflecting on outcomes in process, *Pythagoras*, 43, 29-37.
8. Marsh, T.A. (1993). Some current masters level research in mathematics education. *Southern African Association for research in mathematics and science education (SAARMSE)*. Compilation of papers.
9. Von Glasersfeld, E. (1991). Constructivism in education. In: Lewy, A. (Ed). 1991. *The international encyclopedia of curriculum*. Oxford: Pergamon Press.
10. Volmink, J.D. (1993). A different mathematics education for a different South Africa?, *Pythagoras*, 31(1), 32-37.
11. Hilton, P. (1989). Mathematics in 2001: Implications for today's undergraduate teaching, *Pythagoras*, 20, 10-15.
12. Maree, J.G. (1995). Kommentaar op die nuwe benadering tot die onderrig en leer van Wiskunde in die RSA: Hoe geregverdig is die kritiek?, *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 15(2), 66-71.
13. Kriek, C.G. (1996). *Wiskundekurrikulumontwikkeling vir die senior sekondêre fase*. Ongepubliseerde PhD-proefskrif. Pretoria: Universiteit van Pretoria.
14. Freudenthal, H. (1980). *Weeding and sowing*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
15. Travers, K.J. (1991). *Mathematics: Secondary School Programs*. In: Lewy, A. (Ed.) 1991. *The International Encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon Press, 825-833.
16. Jarvis, W.J. (1989). Mathematics and the modular curriculum: the South African situation, *Spectrum*, 27(4), 33-35.
17. Cockcroft Report. (1982). *Mathematics counts*. Committee of Inquiry into the teaching of mathematics in schools. London: HMSO.
18. Steyn, J.C., Viljoen, C.M. (1991). Enkele perspektiewe op die problematiek van skoolkurrikulumvernuwing vir multikulturele Suid-Afrika, *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 15(2), 240-244.
19. Glencross, M.J., Fridjhon, P. (1990). Planning tomorrow's mathematics curriculum: curriculum decision-making for high-school teachers, *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde*, 10(4), 307-309.
20. Blankley, W. (1994). The abyss in African School Education in South Africa, *South African Journal of Science*, 90, 54.
21. Seeliger, J.E. (1995). Persoonlike mededeling op 28 November deur professor Seeliger: Dekaan van die Fakulteit Tandheelkunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
22. Viljoen, M. (1995). Persoonlike mededeling op 28 November deur doktor Viljoen: Departement Fisiologie, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
23. Maree, L. (1995). Persoonlike mededeling op 27 November deur professor Maree: Departement Siviele Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
24. De Wet, G.L. (1995). Persoonlike mededeling op 28 November deur professor De Wet, Hoof: Departement Ekonomie, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
25. Crowther, N.A.S. (1995). Persoonlike mededeling op 27 November deur professor Crowther, Hoof: Departement Statistiek, Universiteit van Pretoria: Pretoria.
26. Engelbrecht, J.C. (1995). Persoonlike mededeling op 27 November deur professor Engelbrecht, Departement Wiskunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
27. Sauer, N. (1995). Persoonlike mededeling op 29 November deur professor Sauer: Dekaan van die Fakulteit Natuurwetenskappe, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
28. Bengu, S. (1994). Rede deur professor Bengu, Minister van Onderwys by geleentheid van die bespreking van die onderwysbegrotingspos in die Nasionale Vergadering te Kaapstad.