



Assessering in wiskunde: Die behoefte aan 'n positiewe benadering

Author:

 Jacobus G. Maree¹
Affiliation:
¹Faculty of Education,
University of Pretoria,
South Africa

Correspondence to:

Kobus Maree

Email:

kobus.maree@up.ac.za

Postal address:

 Faculty of Education,
University of Pretoria, 0001,
Pretoria, South Africa

Dates:

Received: 26 June 2013

Accepted: 10 Aug. 2013

Published: 24 Oct. 2013

How to cite this article:

 Maree, J.G., 2013,
'Assessering in wiskunde: Die
behoefte aan 'n positiewe
benadering', *Suid-Afrikaanse
Tydskrif vir Natuurwetenskap
en Tegnologie* 32(1), Art
#429, 10 pages. [http://
dx.doi.org/10.4102/satnt.
v32i1.429](http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v32i1.429)
Copyright:

 © 2013. The Authors.
Licensee: AOSIS
OpenJournals. This work
is licensed under the
Creative Commons
Attribution License.

Leerders se wiskundepunte het 'n potensieel ingrypende invloed op aspekte soos hul moontlike toelating tot universiteitstudie, beurse en indiensneming (en by verstek dus die ontwerp van hul toekoms, sukses en lewensgeluk). Om hierdie rede bestaan daar op nasionale vlak ernstige kommer oor die hoë uitvalsifer, asook onbevredigende wiskundeprestasie op beide skool- en tersiêre vlak. Hierdie artikel bied 'n kritiese refleksie op die eensydige wyse waarop assessering in wiskunde tans plaasvind. In die eerste deel van die artikel word krities besin oor die eensydige fokus op 'n kwantitatiewe benadering in wiskundeklaskamers. Daarna verskuif die fokus na 'n beskrywing van en kritiese refleksie oor kwalitatiewe assessering in wiskunde. Die meriete van 'n gekombineerde kwantitatiewe + kwalitatiewe benadering tot leerfasilitering in wiskundeklaskamers word uitgestip. Daar word geargumenteer dat daar wegbeweeg behoort te word van 'n positivistiese na 'n positiewe benadering in wiskundeassessering en dat die eng fokus op 'n kwantitatiewe syfer of simbool as aanduiding van 'n leerder se potensiaal om in wiskunde te presteer nie voldoende is nie. Daar is afgesluit met enkele aanbevelings vir die verkryging van 'n meer verantwoordbare refleksie van die stand van leerders se wiskundevaardigheid en -vermoë op 'n bepaalde tydstip.

Assessment in mathematics: The need for a positive approach. The marks that learners obtain in mathematics have a potentially significant impact on aspects such as acceptance into certain fields of study and being considered for bursaries and eventual employment (by default, therefore, their design of a future, success and happiness). For this reason, there is great concern at national level about inadequate achievement in mathematics and the high dropout figure at both school and tertiary level. This article offers a critical reflection on the current way in which assessment is conducted in mathematics. The first part of the article consists of reflection on the one-sided manner in which assessment is conducted in mathematics classrooms at present. The focus then shifts to a description of and critical reflection on qualitative assessment in mathematics. The merits of a combined quantitative + qualitative approach to learning facilitation in mathematics classrooms are delineated. Argument is made in favour of a shift away from a positivist style of assessment towards a positive approach to assessment in mathematics. It is not adequate to focus on a quantitative figure or symbol as the sole indicator of a learner's potential to achieve in mathematics. In conclusion, some recommendations follow to facilitate a more accountable reflection of learners' mathematical skills and capacity at a certain stage.

Inleiding

Daar bestaan wêreldwyd eenstemmigheid oor die waarde van die kwantitatiewe benadering tot assessering en navorsing op bykans alle wetenskapsterreine. Die gebruik van kwantitatiewe meetinstrumente en die uitvoer van statistiese tegnieke (beide kompleks en minder kompleks) om hipoteses te toets, die statistiese betekenisvolheid daarvan om verskille tussen prestasies van 'n velerlei entiteite en groepe vas te stel, om die praktiese betekenis van verskille in prestasies te bepaal, modelle te toets en te verfyn is alledaags en vanselfsprekend in die 21e eeu (Bogdan & Biklen 1998; Johnson 2012). Die kwantitatiewe benadering is gevolg in die meerderheid artikels wat oor die jare heen vir plasing in akademiese joernale aanvaar is. Die grootste gros artikels wat vir plasing in akademiese tydskrifte aanvaar is, is immers streng gebaseer op die uitvoer van statistiese analises en die ontleding van data wat aan die hand van 'n wye verskeidenheid kwantitatiewe data-insamelingsmetodes bekom is.

Insgelyks is die benutting van statistiek in leerfasilitering in wiskunde 'n algemene en wêreldwye fenomeen. Die berekening van norms vir sielkundige en prestasietoetse, en die uitvoer van statistiese berekenings tydens navorsing in wiskundeonderrig (op verskillende vlakke) het byvoorbeeld integrale praktyk in ons postmoderne samelewing geword. Assessering in wiskundetoetse en -eksamens berus boonop feitlik eksklusief op 'n kwantitatiewe benadering.

Read online:

 Scan this QR
code with your
smart phone or
mobile device
to read online.



Toets- en eksamenvraestelle in wiskunde (op alle vlakke) vereis die uitvoer van berekenings eksklusief ten einde kwantitatiewe probleme op te los. Daar is weinig sprake van die benutting van kwalitatiewe (aanvullend tot kwantitatiewe) assesseringsmodi in 'n poging om 'n verantwoordbare refleksie van die stand van leerders se wiskundevaardigheid op 'n bepaalde tydstip en in 'n bepaalde konteks te bepaal.

Die afgelope klompie jare het daar egter wêreldwyd toenemend stemme opgegaan dat plek ingeruim behoort te word vir die inkorporering van 'n kwalitatiewe benadering tot assessering en navorsing (Benford & Gess-Newsome 2006; Glesne 1998; Posthuma, Maree & Stols *in druk*; Maree 2010; Patton & McIlveen 2009; Savickas 2011; Subich 2011). Dit sluit in die oproep dat reflektiewe vaardighede (aansluitend by dié van metakognitiewe aard) aktief in wiskundeklaskamers onderrig behoort te word (Desoete 2007; Van der Walt, Maree & Ellis 2009). Die bewegrede vir hierdie tendens is dat navorsing en assessering nie slegs gemik moet wees op 'n soeke na die 'waarheid' nie, maar veral op die bemagtiging van leerders. Hierbenewens moet assessering, ongeag die vakgebied waarin assessering plaasvind, ook maatskaplik verantwoordbaar wees. Hoewel sommige akademië hierdie twee oogmerke dalk as uiteenlopend en selfs botsend kan beskou, is die oortuiging dat juis die teendeel waar is. Dit is van kardinale belang om dié tweeledige rol voortdurend in gedagte te hou wanneer assessering tydens leerfasilitering, maar ook in navorsing ter sprake kom.

Die wyse en aard van assessering in wiskunde hou verband met die vaardighede wat in die vak verwerf behoort te word. Daar word dus nou gefokus op 'n kritiese ontleding en bespreking van dié vaardighede.

Vaardighede wat spesifiek in wiskunde ontwikkel behoort te word

Volgens die Nasionale Kurrikulumverklaring (NKV) moet Graad 10–12-leerders die volgende spesifieke vaardighede in wiskunde verwerf:

[1] Die korrekte gebruik van wiskundige taal te ontwikkel; [2] kwantitatiewe data te kan versamel, ontleed en organiseer om dan te evalueer en gevolgtrekkings krities te kan beoordeel; [3] van wiskundige prosesvaardighede gebruik te maak om probleme te kan identifiseer, te ondersoek en vindingryk en krities op te los; [4] van ruimtelike vaardighede en eienskappe van vorms en voorwerpe gebruik te maak om probleme te kan identifiseer, te stel, te ondersoek en vindingryk en krities op te los; [5] as verantwoordelike burger in die lewe van plaaslike, nasionale en wêreldsbevolkings deel te neem; en [6] vanpas te kommunikeer deur van beskrywings in woorde, grafieke, simbole, tabelle en diagramme gebruik te maak (NKV 2012:9).

Noukeurige analise van hierdie vaardighede bring aan die lig dat verwerwing van vaardigheid in die beperkte, tegniese taal van wiskunde, maar veral ook die vermoë om

wiskunde te benut om navorsingsverwante kommunikasie te bevorder, as essensieel beskou word. Insgelyks word die waarde van herhaalde refleksie in wiskundeklaskamers deurgaans beklemtoon. Die hoofoogmerk blyk te wees om leerders in staat te stel om hul regmatige plek in te neem op wêreldforums waar (die benutting van) wiskunde (in diens van die mensdom, sowel individueel as kollektief) ter sprake is. Gebruik 'n mens dié oogmerke as kriteria vir die evaluering van die huidige praktyk van assessering in wiskunde, blyk dit duidelik dat die eensydige klem op kwantitatiewe assessering ontoereikend is.

Bewegrede vir die studie

Die bewegrede vir hierdie artikel is tweeledig. Leerders se wiskundepunte het 'n potensieel ingrypende invloed op aspekte soos hul moontlike toelating tot universiteitstudie, beurse en indiensneming (en by verstek dus die ontwerp van hul toekoms en lewensgeluk). Ernstige en verstaanbare kommer word op nasionale vlak uitgespreek oor die hoë uitvalsyfer en die onbevredigende en ontoereikende wiskundeprestasie op skool- sowel as tersiêre vlak. Hoewel die soeke na verklarings hiervoor belangrik is, word dit as veel belangriker beskou dat daar met werkbare oplossings vorendag gekom behoort te word. Dié besondere artikel is 'n bydrae in dié verband en moet dus in hierdie lig beskou word.

Doel van die studie

Die doel van die studie is drieledig. In die eerste plek word besin oor die oorwegend kwantitatiewe styl van wiskundeassessering. Tweedens word daar gefokus op essensiële aspekte van 'n kwalitatiewe styl van wiskundeassessering. Derdens word voorstelle gemaak vir die implementering van 'n gekombineerde kwantitatiewe + kwalitatiewe benadering tot leerfasilitering in wiskunde in 'n poging om wat bekend staan as 'beste praktyk' in wiskundeassessering te fasiliteer.

Fokus op assessering in wiskunde

Die vraag kan tereg gevra word of ons skole en tersiêre opleidingsinstansies genoeg doen om te verseker dat leerders die leereinhoud en onderskeie vaardighede in wiskunde optimaal volgens voorgeskrewe standaarde en binne die vereiste tydraamwerk bemeester, asook dat gepaardgaande assessering aan die kriteria geldigheid, betroubaarheid, maar ook vertroubaarheid voldoen (Maree 2010, 2011a). Ander vrae wat gestel kan word, sluit in: Is wiskundeonderwysers¹ toepaslik opgelei vir hul taak? Beskik hulle in die algemeen oor toepaslike insig in die wyse waarop leerders leer? Word alle fasette van leerders se persoonlikheidsstruktuur in aanmerking geneem tydens die onderrig- en leersituasie en (vir die doel van hierdie artikel) spesifiek tydens assessering? Waarom is daar weinig indien enige sprake van kwalitatiewe assessering tydens eksamens en toetse, of van die kwalitatiewe opvolg van eksamenvraestelle? 'n

¹Vir die doel van hierdie artikel verwys die term 'onderwysers' na onderwysers sowel as dosente.



Verdere kwessie is of ons skole genoeg doen om assessering aan te wend om 'n klimaat te skep vir die bevordering van vaardighede wat leerders in staat sal stel om 'n beroep te kies en 'n suksesvolle lewe te ontwerp. Meer nog: Wat kan gedoen word om 'n meer verantwoordbare refleksie van die stand van leerders se wiskundevaardigheid op 'n bepaalde tydstip te verseker ten einde hulle in staat te stel om studierigting- en beroepskeuses te maak wat hulle bemagtig om suksesvolle lewens te ontwerp?

In hierdie artikel word geargumenteer dat die oplossing gedeeltelik daarin lê dat die *positivistiese* benadering in wiskundeassessering met 'n *positiewe* benadering vervang behoort te word. Onderwysdepartemente het in hierdie verband 'n geweldige maatskaplike verantwoordelikheid teenoor leerders en onderwysers. Daar bestaan konsensus dat die wiskundeleerplan kontemporêr en relevant moet wees, maar dan behoort daar ook op kontemporêre wyse geassesseer te word (Slattery 2006). Dit is immers in 'n baie groot mate die verantwoordelikheid van onderwysdepartemente om leerders se wiskundeprestasie te bevorder as 'n onontbeerlike medium om leerders te help om hulself bevredigend te konstrueer, toepaslike beroepe te kies, suksesvolle lewens te ontwerp en maatskaplike bydraes te lewer. Benewens die bevordering van leerders se 'kwantitatiewe' prestasie behoort wiskundeonderrig en -assessering gerig te wees op die aktiewe aanmoediging van leerders se kritiese denke, ideëgenerering, asook die vermoë om geleenthede raak te sien.

Daar is reeds lankal 'n behoefte geïdentifiseer om leerders in die klaskamer op 'n meer gereelde grondslag aan probleemoplossing en wetenskaplike ondersoeke bloot te stel, en hierdie aspekte behoort toepaslik geassesseer te word (Ramnarain 2010). Ontdekking en eksperimentering bring egter 'n eiesoortige dinamiek na die klaskamer en behoort op innoverende, geldige en betroubare wyse geassesseer te word (Willmott 2011), met inagneming daarvan dat die grense van die leeromgewing tot ver buite die tradisionele ruimtes van onderrig en leer strek (Nunoo *et al.* 2009). Onderwysers en dosente moet derhalwe noodwendig toepaslike, innoverende leerfasilitering- en assesseringstrategieë bemeester en implementeer om leerders vir die lewe buite klaskamers en lesinglokale toe te rus.

Om op te som – assessering in wiskunde moet geskied ooreenstemmend met wat algemeen as 'beste praktyk' bekend staan.

Kwantitatiewe assessering wat in wiskunde klaskamers en -lesinglokale gebruik word: Kritiese evaluering van bestaande praktyke

Die bespreking wat hier volg, behoort geïnterpreteer te word in die lig van die *mite dat wiskundeprestasie feitlik eksklusief van verstandspotensiaal afhang*. Onderwysers en leerders maak gewoonlik die afleiding dat wiskundeprestasie ten sterkste met verstandspotensiaal verband hou. Die uitslae van intelligensie- en aanlegtoetse word dikwels verabsoluteer en eensydig beskou as die belangrikste

(soms selfs die aller-) maatstaf vir die voorspelling van wiskundeprestasie. Natuurlik kom hierdie standpunt neer op 'n simplistiese beskouing van 'n komplekse aangeleentheid. 'n Ingewikkelde, fyn verweefde konstellasielike faktore is medebepalend van prestasie, nie slegs in wiskunde nie, maar op elke lewensterrein.

Verder moet in ag geneem word dat aanleg of intelligensie kwosiënt (IK) geen waarborg verskaf dat 'n leerder in wiskunde sal (of nie sal) presteer nie, ewe min as wat wiskundeprestasie op sigself 'n waarborg van die betrokke leerder se sukses in die (beroeps-) lewe is. Talle faktore, waaronder onderriggehalte en skoolklimaat, belangstelling, studieoriëntasie, die wil om te presteer, persoonlikheidsfaktore, fasette van emosioneel sosiale intelligensie soos intrapersoonlike en interpersoonlike vaardighede, die vermoë om spanning en stres, asook emosies soos hartseer en ongelukkigheid te hanteer, speel 'n fundamenteel belangrike rol in hierdie sake.

Tydens wiskundeassessering word inligting aangaande leerders op 'n wye verskeidenheid maniere ingesamel en gebruik om leerfasilitering te bevorder (Owen & Chamberlain 1995). Voorbeelde hiervan is skolastiese (edumetriese) prestasietoetse, plasingstoetse en toetse wat op wiskundige geletterdheid en wiskundige gereedheid van toepassing is, asook sielkundige toetse. Enkele van hierdie toetse word kortliks bespreek.

Skolastiese toetse

Daar word in opvoedkundige kontekste deurlopend aandag gegee aan assessering² ten einde onderwysers in staat te stel om leerders se prestasie te vergelyk, maar veral ook om leerders³ beter te leer ken. Smit (1991) het twee dekades gelede reeds gewys op die onderskeid tussen meting (hoeveel?) en evaluering (hoe goed?). Skolastiese (prestasie) (Chamberlain 1995) toetse word gewoonlik aan die begin en/of aan die einde van 'n bepaalde skooljaar afgeneem om die mate te bepaal waarin leerders bepaalde vakinhoud bemeester het. Statistiese berekenings word vervolgens uitgevoer om norms te bepaal aan die hand waarvan leerders se prestasie met dié van ander vergelyk kan word. In Suid-Afrika het die gebruik van skolastiese prestasietoetse egter grotendeels in onbruik verval vanweë die nuwe, veranderde sillabusse. Finansiële beperkings maak dit boonop onwaarskynlik dat nuwe toetse binnekort ontwikkel sal word – voorwaar 'n betreurenswaardige feit.

Plasingstoetse

Hierdie tipe toets word wyd gebruik, beide op skool- en universiteitsvlak, om te bepaal hoeveel leerders tot 'n bepaalde studierigting toegelaat behoort te word, en of leerders potensieel oor die nodige aanlegte beskik om in 'n bepaalde studierigting (medies, tandheeskunde, ingenieurswese, ens.)

2. Vir die doel van hierdie artikel verwys die term 'assessering' na die inskakeling van formele sowel as nieformele, gestandaardiseerde, maar ook niegestandaardiseerde assesseringinstrumente.

3. Vir die doel van hierdie artikel verwys die term 'leerders' na persone van alle bevolkingsgroepe wat besig is om te studeer.



sukses te behaal. Die meeste universiteite pas boonop deesdae die sogenaamde nasionale norm- of prestasiestandaardtoetse ('benchmark tests' [maatstaftoetse]) toe.

Hierdie toetse vervul sonder twyfel 'n nuttige funksie. Daar is egter ooglopende tekortkominge in verband met hul gebruik. Een fundamentele aspek is myns insiens dat plasingstoetse veel eerder verworwe vaardighede meet as om vir persone betrokke by keuring 'n aanduiding te gee van wat toetslinge kán doen. Met ander woorde, honderde duisende persone wat nie bevredigend in hierdie toetse presteer nie, maar wat wel oor die potensiaal beskik om met die nodige steun sukses te behaal, word potensieel uitgesluit. 'n Verdere, uiters belangrike leemte is dat dié toetse (in soverre dit die assessering van wiskundige insigte aangaan) slegs op kwantitatiewe aspekte fokus en nie ook op kwalitatiewe aspekte (soos elders in hierdie artikel verduidelik) nie.

Sielkundige toetse

Die uitslae van 'n wye verskeidenheid sielkundige toetse word direk of indirek en om verskillende redes in wiskunde-klasse gebruik om wiskundepotensiaal, asook leerders se toekomstige keuses en kans op sukses te voorspel (Owen 1995). Voorligters word gereeld gevra om leerders te evalueer met die oog op vakkeuses, skoolkeuse, skooltoelating (byvoorbeeld in privaat skole), asook beroepskeuse. Die volgende toetse word dikwels tydens hierdie sessies toegepas: die *Opname van Studiegewoontes en -houdings (OSGH)* (Brown & Holtzman 1974; Du Toit 1995); die *Suid-Afrikaanse Beroepsbelangstellingsvraelys* (Du Toit 1992); die *Rothwell-Miller Interest Blank* (Hall, Halstead & Taylor 1986); die *Studieoriëntasievraelys in Wiskunde* (Maree 2010); die *Senior Aanlegtoetse* (Owen 1999), asook die *Differensiële Aanlegtoetse* (Owen 1999).

Wetenskaplik aangewend en met versigtige ontleding van resultate, lewer hierdie toetse potensieel 'n waardevolle bydrae tot assessering in wiskunde (en natuurlik op ander studieterreine). Die feit dat uitslae egter nie altyd met die nodige omsigtigheid en insig geïnterpreteer word nie, is 'n enorme uitdaging. Hierdie aanlegprofiel van Jan⁴ word vervolgens bespreek as 'n voorbeeld van wat met problematiese interpretasie van toetsuitslae bedoel.

Die volgende drie breë aanlegkategorieë (vermoë) is by Jan geïdentifiseer:

Akademie (1+2+3+4+5+10)/6 : \approx 5.5 [Vergelyking 1]
(Algemene leer)

Handels- of klerklike (4+5+6+7)/4 : 6.0 [Vergelyking 2]
(Klerklike, taal- en reken-)

Tegniese (3+4+8+9)/4 : 4.75 [Vergelyking 3]
(Ingenieurs- of tegniese)

Die sielkundige het hieruit afgelei dat Jan (Graad 11) waarskynlik nie op universiteit sal slaag nie. Sy wiskundeonderwyser

⁴n Skuilnaam is in die gevalstudie gebruik. Ingeligte toestemming is van die betrokke deelnemer verkry.

TABEL 1: Jan se aanlegprofiel.

Aanleg	Stanege	Stanege
1	Woordeskat	6
2	Verbale redenering	5
3	Nieverbale redenering	7
4	Berekenings	4
5	Leesbegrip	6
6	Vergelyking	7
7	Prysbeheer	7
8	Ruimtelike visualisering (3-D)	4
9	Meganiese insig	4
10	Geheue	5

het boonop (op grond van sy prestasie in subtoets 4) afgelei dat hy waarskynlik met skoolwiskunde gaan sukkel en dat Jan (op grond van sy prestasie in subtoetse 8 en 9) nie fisiese wetenskappe behoort te neem nie. Tog het Jan onderskeidelik 75% en 77% in die twee vakke behaal.

Hoewel dit tereg algemeen aanvaar word dat beter prestasie in aanlegtoetse potensieel met beter prestasie op skool (en universiteit) geassosieer word, is dit nie altyd die geval nie. Soos reeds aangedui, beïnvloed 'n legio faktore prestasie in aanlegtoetse op skool sowel as op universiteit. Die ervaring leer dat leerders wat swak in aanlegtoetse presteer, soms uitnemend vaar in vakke soos wiskunde en fisiese wetenskappe. Hoe meer ongunstig die omgewing waarin leerders grootword, hoe groter is die kans dat hierdie aspek hul prestasie in aanlegtoetse (en ook op skool) nadelig kan beïnvloed. Te veel ouers en onderwysers huldig steeds die wanopvatting dat aanleg of intelligensie op sigself sukses op tersiêre vlak voorspel. Hierdie syfers is egter nie blywend of onveranderbaar nie, en verander potensieel deurlopend. As die konteks verander waarbinne 'n aanleg- of IK-syfer behaal is, kan en sal die prestasies waarskynlik ook verander. Dit is essensieel om dié aspekte te beklemtoon tydens die opleiding van voornemende wiskundeonderwysers.

Oproepe en versoeke word soms ontvang dat 'n bepaalde skoolhoof ingelig moet word dat sekere leerders nie met fisiese wetenskappe mag voortgaan nie, omdat hul punt in subtoetse 8 en 9 nie goed genoeg is nie. Die teenvraag is altyd die volgende: Waar is die navorsing waarop hierdie soort uitspraak gebaseer is?

Die moeite wat oor jare in toets- en vraelysontwikkeling gegaan het, word gewaardeer. Hierdie meetinstrumente vervul 'n kernbelangrike en onontbeerlike rol in die opvoedkundige en sielkundige gemeenskap. Die volgende verdien nietemin die aandag van betrokkenes.

Perspektief op die problematiese interpretasie van sielkundige toetse

Die volgende vyf aspekte van toetsinterpretasie behoort te alle tye tydens assessering in ag geneem te word:

- Die oorgrote meerderheid van bestaande toetse is baie jare gelede ontwikkel en intussen het omstandighede ingrypend verander. Tegnologie en terminologie wat tydens die ontwikkeling van die toetse deel van toetslinge



se verwysingsraamwerke gevorm het, is nie meer vandag deel hiervan nie. Alle uitslae moet met die grootste omsigtigheid hanteer word.

- Die menslike persoonlikheid is uiters dinamies en voortdurend aan't verander. Hoe jonger die leerder, hoe groter die kans dat sy of haar persoonlikheid kan verander. Hoewel daar algemeen aanvaar word dat die persoonlikheid teen die ouderdom van 18 jaar dermate gestabiliseer het dat groot veranderinge onwaarskynlik is, kan daar nie sonder meer aanvaar word dat toetsuitslae ten aansien van die persoonlikheid wat 10 jaar gelede bekom is, noodwendig vandag nog geldig is nie.
- Weinig (indien enige) van hierdie toetse beskik oor bewese toets-hertoetsbetroubaarheid. Dit skep byvoorbeeld die volgende situasie: 'n leerder word in Graad 9 geëvalueer met die oog op vakkeusevoorligting, en ouers en leerders baseer jare later steeds leerders se studierigtingkeuse op hierdie verslag. Hoewel persoonlikheidsprofiel nie noodwendig deur die jare ingrypend sal verander nie, is die belangstelling (as aspek van die menslike persoonlikheid) byvoorbeeld 'n dinamiese entiteit wat voortdurend, amper soos 'n gletser, beweeg en verander. Daarom behoort elke leerder ten minste tydens die Senior fase (Graad 7-9), asook tydens die Verdere Onderwys- en Opleidingsfase (by uitstek tydens Graad 11 of vroeg in Graad 12) met die oog op beroepskeusevoorligting geassesseer te word.
- IK en aanleg is nie iets waarmee 'n mens gebore word en wat onveranderlik is nie. Inteendeel. 'n Magdom faktore beïnvloed 'n mens se prestasie in 'n bepaalde toets op 'n sekere dag, soos jou huislike omstandighede, die konteks waarbinne jy grootgeword het, jou opvoeding, blootstelling aan dinge soos boeke en speelgoed, ensovoorts.
- Daar is geen toets wat onfeilbaar akkuraat sukses of mislukking in bepaalde skoolvakke, op universiteit of in die lewe self voorspel nie. Die uitslae van IK- en aanlegtoetse word dikwels verkeerdlik as onveranderlik beskou en leerders word op grond van hierdie uitslae op onwetenskaplike wyse gekategoriseer as synde 'gemiddeld' of 'ondergemiddeld'. Die verwagting word dan dikwels geskep dat so 'n leerder byvoorbeeld nie in wiskunde sal ('kan') presteer nie.

Die uitslae van IK- en aanlegtoetse behoort te alle tye met die grootste omsigtigheid gehanteer te word. Nadat derduisende aanleg- en IK-toetse afgeneem is, het dit telkens gebeur dat leerders wat gemiddelde of selfs ondergemiddelde aanleg- of IK-syfers behaal het, uitnemend op skool en op universiteit presteer. Die situasie is soveel erger wanneer benadeelde leerders ter sprake is. Hierdie leerders betree die toetsituasie met 'n enorme agterstand in terme van 'n verarmde verwysingsraamwerk en presteer dan dikwels ontoereikend. *Die uitslae beteken allermins dat so 'n toetsling nie in staat is om bepaalde inhoud te bemeester en te presteer nie.*

Die wyse waarop leerders se punte op rapporte verskaf word

Leerders se vakke word as roetinemaatreël gewoon op rapporte gelys, waarna die betrokke leerders se punte sowel as die klasgemiddeldes verskaf word. Ouers maak

gewoonlik die afleiding dat die vak waarin die beste punt behaal is, outomaties 'n aanduiding verskaf van die leerder se beste vak, terwyl die vak waarin die laagste punt behaal is, weer as die leerder se swakste vak beskou word. Die moontlikheid behoort egter ondersoek te word om ook die standaardafwyking, sowel as 'n genormaliseerde punt, op elke rapport aan te bring ten einde die punte in perspektief te stel. Alternatiewelik kan 'n 95%-vertrouensinterval moontlik bereken en verskaf word. (Natuurlik behoort die kwessie van normaalverdeling nietemin in gedagte gehou te word.)

Die behoefte aan die aanvaarding en implementering van 'n gekombineerde kwantitatiewe + kwalitatiewe benadering tot wiskundeassessering

Oor die afgelope klompie dekades het daar op talle terreine 'n dramatiese verskuiwing in talle vakgebiede gemanifesteer – 'n paradigmatuif weg van 'n hoofsaaklik positivistiese (kwantitatiewe) benadering na 'n kontemporêre benadering waar ewe veel aandag tydens assessering en toetsing gegee word aan kwantitatiewe en kwalitatiewe assesseringsmodi (hier word verwys na postmoderne benaderings waarvan die narratiewe benadering 'n uitvloeisel is) (Patton & McIlveen 2009). Soos aangedui, is die mees uitstaande kenmerk van hierdie verandering 'n verskuiwing weg van 'n eksklusiewe kwantitatiewe benadering, waar kwantitatiewe uitslae voorheen amper onvoorwaardelik as die allerwaarheid aanvaar is en weinig aandag gegee is aan kwalitatiewe assesseringsfasette (met ander woorde, subjektiewe aspekte van toetsing; 'n wyse van assessering wat gekenmerk word deur die beskouing dat elke mens die enigste kenner is ten aansien van hom- of haarself wat daar ooit sal wees). 'n Gekombineerde benadering word dus gevolg. Dit sluit ook die siening in dat kwantitatiewe resultate met kwalitatiewe resultate getrianguleer behoort te word ten einde werklik betroubare, nuttige resultate te bekom.

Dit moet beklemtoon word dat daar verskillende maniere is waarop hierdie benadering in die praktyk benut kan word. Die volgende voorbeelde illustreer die betekenis van die voorgaande:

- 'n Kwan-kwal benadering dui daarop dat die twee benaderings ewe veel aandag geniet. Die koppelteken '-' dui egter daarop dat die twee benaderings *opeenvolgens* gebruik word om inligting in te samel.
- 'n KWAN-kwal benadering dui daarop dat die primêre benadering kwantitatief van aard is. Voorrang word verleen aan syfermatige uitslae, terwyl narratiewe (verhalende) inligting 'n sekondêre rol speel.
- 'n Kwan-KWAL benadering dui daarop dat die primêre benadering kwalitatief van aard is. Voorrang word verleen aan narratiewe (verhalende) inligting, terwyl syfermatige inligting as van sekondêre belang beskou word.
- 'n Kwan+kwal benadering dui daarop dat die twee benaderings ewe veel aandag geniet. Die '+' dui verder daarop dat die twee benaderings *gelyktydig* gebruik word om inligting in te samel.

Talle permutasies van die benadering is vanselfsprekend moontlik, afhangend van individuele navorsers se ingesteldheid en paradigmatiese posisie.



Die gekombineerde benadering stel onderwysers in staat om die konteks waarbinne leerfasilitering plaasvind toepaslik in ag te neem. Dit stem boonop ooreen met die wêreldwye tendens om van 'n deskundige benadering van bo na onder weg te beweeg na 'n meer samewerkende en dinamiese (Hartung 2013) benadering. 'n Gekombineerde kwalitatief – kwantitatiewe benadering stel leerders in staat om hul eie wiskundeverwante keuses te maak, asook om verantwoordelikheid vir hierdie besluite te neem ter wille van die ontwerp van sinvoller persoonlike en beroepslewens. Die fokus val nou op die bemagtiging van leerders in hul selfkonstruksie (waarvan loopbaankeuse bloot een faset is).

Ten einde hierdie doelwit te bereik is dit essensieel om die leerder as geheel tydens wiskundeassessering te assesseer.

Geheelassessering: Veelfasettigheid as basis van kwalitatiewe assessering

Black *et al.* (2004) beklemtoon die belangrikheid van formatiewe assessering in wiskunde. Hulle benadruk veral die belangrikheid van gereelde, beplande, intensiewe, 'diep' gesprekvoering (dialoog) in die wiskundeklas. Assessering het boonop nie slegs ten doel om leerders se punte te vergelyk nie. Inteendeel, assessering en daaropvolgende dialoog behoort primêr daarop gemik te wees om leerders in staat te stel om hul persoonlike sterk en swak punte te identifiseer en hulle in staat te stel om beter te presteer. Dit is uiters belangrik om leerders se sterk en swak punte in wiskunde gereeld uit te lig en, waar moontlik, swak punte te beskou as areas vir ontwikkeling in plaas van onoorkombare, debilerende struikelblokke. Assesseringstrategieë waarmee leerders se persoonlike sterk en swak punte geïdentifiseer kan word, behoort deur onderwysers benut te word, en die kognitiewe, psigomotoriese, konatiewe asook affektiewe gebied behoort hierby ingesluit te word.

Die kognitiewe terrein

Toetsing en eksaminering in wiskunde is hoofsaaklik op die kognitiewe terrein afgespits. Die groot leemte in hierdie opsig is dat onderwysers uiters selde tydens eksamens en toetse ook leerders se kennis van die beperkte, tegniese taal van wiskunde assesseer. Leerders word selde versoek om verbaal redes vir kwantitatiewe stappe te verskaf. Die volgende voorbeeld illustreer wat hiermee bedoel word:

Leerders word versoek om 'n langdeelsom op te los deur twee kolomme te skep (kyk Boks 1) en om beide die berekening en 'n verbale verduideliking van wat hulle doen te verskaf.

BOKS 1: 'n Langdeelsom oplossing met beide die berekening en 'n verbale verduideliking.

Berekening	Verduideliking
$ \begin{array}{r} x^2 + 7x + 1 \\ 2x - 5 \overline{) 2x^3 + 9x^2 - 33x - 5} \\ \underline{2x^3 - 5x^2} \\ 14x^2 - 33x \\ \underline{14x^2 - 35x} \\ 2x - 5 \\ \underline{2x - 5} \\ 0 \end{array} $	<ol style="list-style-type: none"> Deel $2x^3$ deur $2x$ Vermenigvuldig $x^2 (2x - 5)$ Trek af a. Deel ... deur ... en 4b ... Herhaal die proses.

Soos reeds aangedui, word aangevoer dat die eng fokus op 'n kwantitatiewe syfer of simbool as aanduiding van 'n leerder se potensiaal om in wiskunde te presteer nie voldoende is nie. Aspekte soos leerders se vermoë om akkuraat te verbaliseer wat hulle doen, behoort deel uit te maak van die refleksie op rapporte van die stand van leerders se wiskundevaardigheid op 'n bepaalde tydstip.

Die psigomotoriese terrein

'n Leerling met 'n handgebrek sal moontlik tydens eksamens en toetse ekstra tyd benodig om behoorlike rekenskap van sy of haar wiskundige insigte te kan gee. Insgelyks behoort probleme met sig, gehoor en konsentrasievermoë geïdentifiseer en opgevolg te word.

Die wilsaspek of konatiewe terrein

Indien 'n leerling nie wil presteer nie (om welke rede ook al), sal sy of hy nie presteer nie. Dit is dus ewe noodsaaklik om ondersoek in te stel na leerders se toewyding en wil om te presteer of hul gebrek aan bereidwilligheid om hard te werk of te fokus. Tewens, alle aspekte van leerders se studieoriëntasie in wiskunde (houding, gewoontes, probleemoplossingsgedrag, selfvertroue wat wiskunde betref, asook studieomgewing) behoort deurlopend verken te word en die uitslae moet in groepsverband sowel as individueel as besprekingsdokument aangewend word. Die postmoderne tendens om die 'gehoor' maksimaal by leerfasilitering te betrek (Di Fabio & Maree 2011) behoort optimaal tydens alle fasette van wiskundeleer benut te word. Die SOW (Maree 2011b) kan byvoorbeeld met groot vrug benut word om aspekte van leerders se studieoriëntasie te verken en te remedieer waar nodig. Leerders wat goed presteer of wie se prestasie verbeter, behoort gereeld die geleentheid gebied te word om aan die klas te verduidelik wat hulle doen of gedoen het om goeie of beter punte te behaal. Sulke sessies behoort vanselfsprekend behoorlik deur onderwysers beplan te word.

Die gevoelsmatige of affektiewe terrein

Ernstige emosionele versteuring soos trauma en negatiewe houding kan leer (by uitstek in wiskunde) ingrypend benadeel, hetsy op skool of op universiteit. Die SOW, in samehang met kwalitatiewe assesseringsmodi, kan uiters doeltreffend aangewend word om hierdie aspekte te verken, en veral om toepaslike stappe te neem om die situasie tydig en toepaslik te hanteer. Hul gemoedstoestand het dikwels 'n direkte negatiewe of positiewe invloed op leerders se wil of motivering om in wiskunde te presteer, asook op hul waagmoedigheid en bereidwilligheid om meer te doen as wat van hulle verwag word (Maree 2010).

Moontlike kwalitatiewe assesseringstrategieë wat aanvullend tot kwantitatiewe strategieë in wiskundeklasse geïmplementeer kan word (Bagley & Gallenberger 1992; Denvir 1984; Gannon & Ginsburg 1985; Maree 1997; Maree 2005; Movshowitz-Hadar, Inbar & Zaslavsky 1986; Radatz, 1980; Schminke, Maertens & Arnold 1978).



Navorsing oor kwalitatiewe assesseringsmeganismes wat spesifiek vir assessering in wiskunde gebruik kan word, is essensieel, maar dit is ewe belangrik om voortdurend oor die doeltreffendheid van hierdie instrumente navorsing te doen. Die volgende strategieë kan met relatiewe gemak in wiskunde klasse aangewend word.

Wiskundeportefeuljes

Wiskundeportefeuljes behoort onder andere 'n diagnostiese ontleding of foute-analise van die leerder se werk in formele, informele of gestandaardiseerde assessering in te sluit. Leerders behoort gehelp te word om elke toets en elke eksamen vraestel deeglik te ontlee en veral om op die identifisering van foutepatrone bedag te wees. Hierdie patrone behoort noukeurig aangeteken te word.

Diagnostiese vraelyste

Informele diagnostiese vraelyste word gebruik om foutepatrone te diagnoseer, maar ook om inligting oor leerders se gevoelsmatige (affektiewe) beleving van die wiskunde klas en hul emosies te bekom (Maree & Steyn 2004). Stelselmatige waarneming van individuele leerders se gedrag in wiskunde klasse lewer ook dikwels onthullende inligting.

Meningspeilings in wiskunde

Probleme in wiskunde kan tydig ondervang word as onderwysers dikwels (anonieme) vraelyste laat invul om leerders se houding teenoor wiskunde te bepaal. Hierdie vraelyste kan die volgende vorms aanneem:

Leerderjoernaal: Dié tipe dokument kan met vrug deur leerders bygehou word om klasbesprekings in wiskunde te fasiliteer. Die volgende tipes vrae behoort gereeld aan die einde van wiskunde klas aan leerders gestel te word:

- Stel vandag se doelwitte of uitkomst in jou eie woorde.
- Wat was vandag se spesiale onderwerp(e)?
- Ons het vandag die volgende strategie(ë) geleer ...
- Wat was vandag jou AHA-belewenis? ('Nou verstaan ek!')
- Ek is nog onseker oor ...
- Ek het vandag in die klas ... gevoel, want ...

Leerdervoorkeurvraelys: Leerders kan gevra word om 'n lys van hul skoolvakke te maak. Vra dat hulle aan die een waarvan hulle die meeste hou 'n 1 toeken, aan die tweede 'n 2, tot by die laaste ongewildste vak. 'n Ontleding van hierdie lysies kan openbarend wees.

Onderwyserwaarneming of -evaluering: Hierdie tipe waarneming en evaluering van dosente deur hul studente is verpligtend op universiteitsvlak en kan met groot vrug deur die onderwyser gebruik word om vas te stel wat die leerders se ervaring van hom of haar as wiskunde onderwyser is. Natuurlik ontvang almal van ons soms heel onaangename antwoorde – dit is immers statisties onmoontlik dat almal van alles sal hou wat ons doen. Wanneer die oorgrote meerderheid leerders egter 'n bepaalde probleem uitlig, is dit raadsaam dat die onderwyser daaraan aandag gee.

Assessering in die wiskunde klas

Onderwysers sal hulleself voortdurend vrae soos die volgende moet afvra:

- Styg of daal sommige leerders se punte of bly dit konstant?
- Indien enkele leerders se punte skielik dramaties daal:
 - Bestaan daar dalk redes buite die wiskunde klas wat hul punte beïnvloed?
 - Wat kan daaraan gedoen word?
- Indien talle leerders se punte daal:
 - Was daar dalk fout met my toets of eksamen vraestel of my onderrig?
 - Het die leerders 'n spesifieke vraag of afdeling swak beantwoord?
 - Ontleed ek die prestasie van groepe sowel as van individuele leerders in vrae en subvrae?
- Maak heel party leerders dalk dieselfde fout?
- Kon al die leerders die toets in die toegelate tyd voltooi?
- Was my vraestel se tik- of skryfwerk duidelik genoeg?
 - Kon almal die vrae duidelik lees?
- Was my vrae dalk dubbelsinnig?
- Beantwoord my vraestel aan die minimum vereistes van 'standaardisering'?
 - Was ek dalk subjektief in my nasienwerk?
 - Het ek leerders van wie ek nie hou nie, miskien onnodig benadeel?

Leerders se punte behoort na afloop van elke eksamen of toets noukeurig ontlee te word. Moeite behoort gedoen te word om vas te stel in watter vrae en onderafdelings leerders baie goed of swak gedoen het. Die uitvoer van enkele basiese statistiese berekenings is onontbeerlik, byvoorbeeld die gemiddelde punt vir die vraestel as geheel, sowel as per vraag; die modus; die mediaan; die standaardafwyking; leerders se standaardtellings (z-tellings). Die opstel van frekwensietabelle en trek van basiese grafiese voorstellings is ewe noodsaaklik, aangesien dit help om prestasies visueel voor te stel. So 'n werkwyse sal help om leerders se prestasies, beide individueel en kollektief, professioneel te ontlee.

Wiskundetaal

Ontoereikende kennis van die beperkte, tegniese taal van wiskunde sal vanselfsprekend onbevredigende prestasie in die hand werk. Onderwysers behoort dus strategieë te ontwerp om die woordeskat van wiskunde aktief te onderrig, maar ook om toepaslik (skriftelik en mondelings) geleentheid te skep vir die skriftelike en verbale assessering van leerders se wiskundewoordeskat.

Bespreking

Gegewe die kernbelangrike rol wat leerders se wiskundepunte speel (in die sin dat dit aspekte soos moontlike toelating tot universiteitstudie, beursverkryging, indiensneming en, uiteindelik, die ontwerp van hul toekoms en lewensgeluk potensieel ingrypend beïnvloed), behoort elke denkbare maatreef getref te word om uit te vind waarom leerders onbevredigend in wiskunde presteer. Meer nog: alles moontlik behoort gedoen te word om met werkbare oplossings vorendag te kom om die uitdaging van onbevredigende prestasie in wiskunde die hoof te bied.



Die standpunt wat in hierdie artikel ingeneem is, is dat 'n positiewe benadering in wiskundeassessering uiters wenslik is en dat daar nie meer soveel waarde aan 'n kwantitatiewe syfer of simbool as aanduiding van 'n leerder se potensiaal om in wiskunde te presteer geheg moet word nie. Die klem in assessering op haas alle terreine het immers oor die afgelope dekades dramaties verskuif, weg van 'n eksklusief kwantitatiewe benadering na 'n gekombineerde kwantitatiewe benadering. Hierdie artikel moet teen daardie agtergrond gelees word, (veral) in die lig van oproepe uit verskeie oorde vir navorsing oor die nuwe benadering en die publikasie van resultate in akademiese joernale (Di Fabio 2012; Guichard 2009; Maree 2005; Savickas 2005; Subich 2011). Daar gaan toenemend stemme op vir die 'formele' aanvaarding van 'n gekombineerde kwantitatiewe + kwalitatiewe benadering tot assessering in wiskunde en vir die bepaling van die algemene stand van 'n leerder se wiskundeprestasie (dit wil sê prestasie in 'n breër sin as slegs 'n kwantitatiewe syfer as simbool) (Maree 2010).

Die pleidooi is dus dat kwalitatiewe assessering in wiskunde 'n ewe belangrike rol as kwantitatiewe assessering in wiskundeklasse behoort te speel. Die fokus tydens wiskundeassessering moet verskuif. Die huidige eensydige klem op kwantitatiewe wyses van assessering in wiskunde (met ander woorde, die blote uitwerk van probleem op probleem tydens wiskundetoetse en -eksamens) moet vervang word deur 'n gekombineerde benadering waartydens sowel die uitwerk van wiskunde probleme, die verbalisering van redes vir bepaalde bewerkings en stappe tydens die uitwerk van wiskunde probleme in toetse en eksamens, asook die assessering van die wiskundewoordeskate aandag kry. Al hierdie aspekte behoort gedek word in rapporte en ander verslae wat aan leerders en ouers verskaf word en hulle moet in berekening gebring te word wanneer voorspellings gewaag word ten aansien van leerders se kanse om op tersiêre vlak te presteer.

Opvolg van wiskundeassessering is verder essensieel – tewens, alle assessering is slegs nuttig indien uitslae tydig en toepaslik opgevolg word. Die opvolg van kliniese syfers (bv. 42% in 'n toets of 'n stanege van 4 in die subtoetsberekening) met diepgaande onderhoudvoering stel 'n skatkie van kwalitatiewe, verhalende inligting wat hierdie prestasies in konteks plaas tot onderwysers se beskikking. Só kan informele vraelyste onthul dat 'n leerder wat 24% vir 'n wiskundevraestel gekry het, 'n week gelede uitgevind het dat haar moeder kanker onder lede het en dat die emosionele trauma ingrypend negatief op haar wiskundeprestasie inwerk. Dit kan ook toon dat 'n leerder wat nie sy vraestelle binne die gegewe tyd voltooi nie, 'n psigomotoriese probleem het, of dat 'n leerder wat wiskunde druipe, nie tyd het om te studeer nie omdat hy smiddae koerante moet verkoop om sy werklose moeder te help om vir sy drie boeties en sussies te sorg.

Die kanse op sukses in die natuurwetenskappe vir leerders wat universiteit met 'n ontoereikende skoolastiese agtergrond betree, is betekenisvol swakker as dié van leerders wat beter

voorbereid is (Ntshwanti-Khumalo 2003). Sulke leerders behoort van meet af aan addisionele hulp te kry en die implementering van 'n gekombineerde kwantitatiewe + kwalitatiewe benadering kan in hierdie verband 'n betekenisvolle rol speel (Maree & Steyn 2004). Die afneem en benutting van die uitslae van instrumente soos die *Studieoriëntasievraelys in Wiskunde* (Maree 2011b) of die *Studieoriëntasievraelys in Wiskunde (Tersiêr)* (Maree & Steyn 2003) (as deel van 'n omvattende strategie om meer inligting te bekom oor die aard van die uitdaging wat leerders in die gesig staar, maar veral ook oor moontlike remediërende strategieë), kan 'n betekenisvolle bydrae hiertoe lewer (Steyn 2003). So 'n benadering bevorder boonop onderwysers se refleksie oor hul onderrigpraktyk (Posthuma, Maree & Stols *in druk*) en dra potensieel by tot die maatskaplik verantwoordbare benutting en (veral) interpretasie van numeriese resultate (waarby statistiek ingesluit word) in wiskundeklasse.

Die volgende vrae word gereeld ten opsigte van wiskundeonderwysers gevra:

- Word hulle toepaslik opgelei vir hul taak?
- Het hulle in die algemeen toepaslike insig in die wyse waarop leerders leer?
- Beskik hulle oor die nodige funksionele kundigheid om alle fasette van leerders se persoonlikheidsstruktuur tydens leerfasilitering van wiskunde en (vir die doel van hierdie artikel) assessering in wiskunde in aanmerking te neem?

Op grond van ervaring is die antwoord ongelukkig 'nee'. Die situasie kan nietemin met relatiewe gemak gehanteer word deur hierdie aspekte pertinent in die kurrikula van onderwysstudente in te sluit en te beklemtoon. Soveel as moontlik van die tersaaklike rolspelers behoort tydens kurrikulumontwikkeling betrek te word. Die inhoud van wiskundekurrikula behoort leerders ook uit te nooi om benewens kognitiewe wyse ook gevoelsmatig en konatief by die verwerwing van kurrikuluminhoud betrokke te wees. Die pleidooi is hierbenewens ook vir die ontwerp van 'n praktiese, beroepsgeoriënteerde skoolwiskundekurrikulum wat leerders in staat sal stel om hulself bevredigend te konstrueer en eventueel loopbane te kies en suksesvolle lewens te ontwerp. Studerende, maar ook diensdoende wiskundeonderwysers moet opgelei word om die suksesvolle implementering van die kurrikulum te verseker.

Aanbevelings

- Verbeterde opleiding van voornemende wiskunde onderwysers in die beginsels van die gekombineerde benadering (soos in hierdie artikel uiteengesit) is nodig. Die klem moet deurgaans val op die insluiting van beide fasette van die benadering; daar mag nie voorkeur verleen word aan een aspek tot nadeel van die ander nie.
- Aspirantonderwysers moet basiese opleiding ontvang rakende die interpretasie van die uitslae van sielkundetoetse (byvoorbeeld aanlegtoetse).
- Wiskundeonderwysers moet opgelei word om verbale assessering tydens wiskundetoetse en -eksamens te kan uitvoer, asook om die dryfveer vir so 'n stap te begryp (laasgenoemde is van kardinale belang).



- Assessering van die beperkte, tegniese woordeskat van wiskunde tydens toetse en eksamens moet 'n integrale deel van assessering in wiskunde vorm.
- Geheelassessering moet in wiskundeklasse plaasvind: die kognitiewe, psigomotoriese, gevoelsmatige, maar ook die konatiewe terrein behoort gedek te word. Voorrang moet gegee word aan die verbetering van leerlinge se globale studiegeoriënteerdheid in wiskunde en aan die daarstel van besprekingsdokumente aan die hand waarvan strategieë beplan kan word om leerders te help om:
 - aanvaarbare en effektiewe studiemetodes en -gewoontes in wiskunde te verwerf,
 - swak punte in sterk punte te omskep,
 - hul houding teenoor die vak meer positief te maak,
 - hul studiegewoontes, probleemoplossingsgedrag en selfvertroue wat wiskunde betref, te verbeter.
- Wiskundeonderrig moet 'n basiese kursus in statistiek deurloop sodat hulle basiese bewerkings kan uitvoer om die prestasie van leerders (bv., Graad 11-seuns en -dogters) in bepaalde fasette van wiskunde te vergelyk om (die eintlike doel) tydig en toepaslik intervensie te kan beplan soos en waar nodig.
- Diensdoenende onderwysers moet toepaslik punte ontvang vir voortgesette professionele opleiding.
- Die Nasionale Onderwysdepartement behoort 'n professionele, wetenskaplike tydskrif daar te stel waarin onderwysers hul navorsingsresultate kan publiseer en ook 'n toepaslike manier vind om sulke onderwysers vir hul navorsing te beloon.

Gevolgtrekking

Hierdie artikel is 'n oproep dat daar wegbeweeg moet word van die huidige oordrewe fokus op die syferaspek van wiskundeprestasie, oftewel die eensydige gebruik van kwantitatiewe metodes om die stand van 'n leerder se wiskundekennis op 'n bepaalde tydstip en in 'n bepaalde konteks te beoordeel. Daarteenoor moet ons fokus op die individuele leerder en sy of haar idiosinkratiese situasie (McAdams & Olsen 2010), asook op hoe te werk gegaan kan word om individuele leerders te help om 'n wiskundeverwysingsraamwerk te konstrueer (Peterson, Casillas & Robbins 2006; Robbins *et al.* 2006) wat hom of haar sal help om 'n beroep te kies waarin wiskunde gebruik kan word, 'n beroep wat hom of haar terselfdertyd in staat sal stel om 'n gelukkige lewe te ontwerp en 'n nuttige bydrae tot die samelewing te kan lewer. Om bogenoemde fasette te ondervang, behoort assessering in wiskunde dus te geskied in ooreenstemming met wat algemeen as 'beste praktyk' bekend staan. Die studie sluit sterk aan by die bevindings van Casillas *et al.* (2012), wat die volgende bevind het: *'Our findings suggest that specific measures of motivational, social control, and self-regulatory factors are related to subsequent academic performance and course failure, which is a precursor to dropout.'* ['Ons bevindinge suggereer dat daar 'n verwantskap is tussen bepaalde maatstawwe van motivering, sosiale beheer, asook selfregulering en latere akademiese prestasie, maar ook mislukking in bepaalde kursusse wat (dikwels) uitval voorafgaan.'] (bl. 417, [outeur se eie vertaling]).

Dié benadering tot assessering in wiskunde sal onderwysers help om kwantitatiewe data (punte behaal in toetse en eksamens) beter te interpreteer en met kwalitatiewe data te integreer. Sodoende kan redes vir onbevredigende prestasie nie slegs geïdentifiseer word nie, maar toepaslike intervensieprogramme ontwerp word om leerders te help om hulself meer bevredigend te konstrueer (voorheen beskryf as selfaktualiseer [Maree 2013; Savickas 2013] of op 'n hoër vlak fasiliteer [Maslow 1987]) in terme van die keuse van 'n beroep, die ontwerp van 'n suksesvolle en gelukkige lewe, en die maak van waardevolle bydraes tot die samelewing. Deur in diepte op die redes vir mislukking in wiskunde te fokus en leerders te help om toepaslike aanpassings in die wiskundeklas te maak, kan die vier kritiese aspekte van beroepsaanpasbaarheid (Savickas 2011) – kommer, nuuskierigheid, beheerneming en selfvertroue oor die toekoms – toepaslik gehanteer word. Dus, afgesien van die wiskundige insigte wat verwerf word, word krities belangrike psigososiale vaardighede verwerf. Hierdie sleutelvaardighede behoort leerders in staat te stel om beroepskeuseverwante kruispaaie te bestuur, ontwikkelingstake te bemeester en potensiële werkverwante trauma te hanteer (Savickas 2008). Leerders word derhalwe in staat gestel om beter te presteer en tegelykertyd ook die lewe self beter te hanteer.

Ten slotte moet nogeens beklemtoon word dat aspekte soos leerders se vermoë om akkuraat te verbaliseer wat hulle doen, asook hul kennis van die wiskundewoordeskat in samehang met hul syfermatige prestasie (punte soos tradisioneel toegeken in toetse en eksamens) deel behoort uit te maak van die refleksie op rapporte van die stand van hul wiskundevaardigheid op 'n bepaalde tydstip. In wese is hierdie artikel dus 'n pleidooi vir 'n strewe weg van 'n positivistiese na positiewe wiskundeassessering. Hierdie ideaal kan stellig ten beste bereik word wanneer 'n gekombineerde kwantitatiewe + kwalitatiewe benadering tot wiskundeassessering en leerfasilitering in wiskunde (tewens, tot natuurwetenskappe in die algemeen) aanvaar word.

Erkenning

Mededingende belange

Die outeur verklaar hiermee dat hy geen finansiële of persoonlike verbintenis het met enige party wat hom nadelig of voordelig kon beïnvloed het in die skryf van hierdie artikel nie.

Literatuurverwysings

- Bagley, T. & Gallenberger, C., (1992), 'Assessing students' dispositions: Using journals to improve students' performance', *The Mathematics Teacher* 85(8), 660–663.
- Benford, R. & Gess-Newsome, J., 2006, Flagstaff, AZ, *Factors affecting student academic success in gateway courses at Northern Arizona University*, Center for Science Teaching and Learning, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & William, D., 2004, 'Working inside the black box: Assessment for learning in the classroom', *Phi Delta Kappan* 86(1), 8–21.
- Bogdan, R. & Biklen, S., 1998, *Qualitative research in education; an introduction to theory and methods* (3rd edn.), Allyn & Bacon, Needham Heights, MA.
- Brown, W.F. & Holtzman, W.H., 1974, *Opname van Studiegewoontes en -houdings (OSGH) Vorm H*, Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Pretoria.
- Casillas, A., Robbins, S., Allen, J., Kuo, Y.-L., Hanson, M.A. & Schmeiser, C., 2012, 'Predicting early academic failure in high school from prior academic achievement, psychosocial characteristics, and behaviour', *Journal of Educational Psychology* 104, 407–420. <http://dx.doi.org/10.1037/a0027180>



- Chamberlain, J.C., 1995, 'Gestandaardiseerde toetse en itembanke vir skoolvakke', in K. Owen & J.J. Taljaard (reds.), *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van die RGN*, bl. 311–358, Pretoria, Suid-Afrika, Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
- Denvir, B., 1984, *Low attainers in Mathematics 5–16*, Methuen, London.
- Desoete, A., 2007, 'Evaluating and improving the mathematics teaching-learning process through metacognition', *Electronic Journal of Research in Educational Psychology* 15, 705–730.
- Di Fabio, A., 2012, July, *Narratability and career construction: Empirical evidence of intervention effectiveness*, Key paper, 30th International Psychology Congress, Cape Town, South Africa. PMID:PMC3398727
- Di Fabio, A. & Maree, J.G., 2011, 'Group-based life design counselling in an Italian context', *Journal of Vocational Behaviour* 80(1), 100–107. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvb.2011.06.001>
- Du Toit, L., 1995, *Survey of Study Habits and Attitudes, Form H*, Human Sciences Research Council, Pretoria.
- Du Toit, R., 1992, *South African Vocational Interest Inventory*, Human Sciences Research Council, Pretoria.
- Gannon, K.E. & Ginsburg, H.P., 1985, 'Children's learning difficulties in Mathematics', *Education and Urban Society* 17(4), 405–415. <http://dx.doi.org/10.1177/0013124585017004004>
- Glesne, C., 1998, *Becoming qualitative researchers: An introduction*, Longman, New York. PMID:PMC28056
- Guichard, J., 2009, 'Self-constructing', *Journal of Vocational Behavior* 75, 251–258. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvb.2009.03.004>
- Hall, B.A., Halstead, M.E. & Taylor, T.R., 1986, *Rothwell-Miller Interest Blank*, Human Sciences Research Council, Pretoria.
- Hartung, P.J., 2013, 'Using narratives in life-career design', ICAP Symposium Proposal: Counseling Psychology, Unpublished document, Paris, France.,
- Johnson, M.H., 2012, 'An analysis of retention factors in undergraduate degree programmes, in Science, Technology, Engineering and Mathematics', Unpublished doctoral thesis, University of Montana, Missoula.
- Maree, J.G., 1997, 'The development and evaluation of a study orientation questionnaire in Mathematics', Unpublished DPhil thesis, University of Pretoria, Pretoria.
- Maree, J.G., 2005, *Ontrafel wiskunde*, Lapa Uitgewers, Pretoria. PMID:PMC1185647
- Maree, J.G., 2010, 'Critical appraisal of the system of education and prospects of meeting the manpower and developmental needs of South Africa', *Africa Insight* 40(2), 85–108.
- Maree, J.G., 2011a, 'Reflecting on research and practice in psychology: Serving and facilitating rigour', *South African Journal of Psychology* 41(2), 125–130. <http://dx.doi.org/10.1177/008124631104100201>
- Maree, J.G., 2011b, *Studieoriëntasievraelys in Wiskunde*, Jopie van Rooyen & Partners, Randburg.
- Maree, J.G., 2013, *Counselling for career construction: Connecting life themes to construct life portraits. Turning pain into hope*, Sense Publishers, Rotterdam.
- Maree, J.G. & Steyn, T.M., 2003, *Study Orientation Questionnaire in Mathematics (Tertiary)*, University of Pretoria, Pretoria. PMID:PMC1773583
- Maree, J.G. & Steyn, T.M., 2004, 'A study orientation questionnaire in mathematics for use in a tertiary environment', *Psychological Reports* 95, 981–987. PMID:15666941
- Maslow, A.H., 1987, *Motivation and personality*, 2nd edn., Addison-Wesley, New York, NY.
- McAdams, D.P. & Olson, B.D., 2010, 'Personality development: Continuity and change over the life course', *Annual Review of Psychology* 61, 517–542. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100507>
- Movshowitz-Hadar, N., Inbar, S. & Zaslavsky, O., (1986), 'Students' distortions of theorems', *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 8(1), 49–57.
- Nasionale Kurrikulumverklaring (NKV), 2011, *Kurrikulum- en assesseringsbeleidsverklaring graad 10-12 wiskunde*, Staatsdrukkery
- Ntshwanti-Khumalo, T., 2003, 'A tertiary update', October 2002 to September 2003, *Edusource* 42, 1–20.
- Nunoo, F.K.E., Evans, S.M., Gebbels, S. & Murphy, L.A., 2009, 'Act local, think global!', *Biologist* 56(3), 164–169.
- Owen, K. & Chamberlain, J.C., 1995, 'Meting en evaluering in die sielkunde en die opvoedkunde', in K. Owen & J.J. Taljaard (eds.), *Handleiding vir die gebruik van sielkundige en skolastiese toetse van die RGN* (bl. 9–15), Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Pretoria.
- Owen, K., 1995, 'Test bias and test fairness', in K. Owen & J.J. Taljaard (eds.), *Manual for the use of psychological and scholastic tests* (pp. 85–106), SA, Human Sciences Research Council, Pretoria.
- Owen, K., 1999, *Handleiding vir die Senior Aanlegtoets (Gevorderd) SAT Vorm L*, Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing, Pretoria.
- Patton, W.A. & McIlveen, P., 2009, 'Annual review: Practice and research in career counseling and development – 2008', *The Career Development Quarterly* 58, 118–161. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2161-0045.2009.tb00052.x>
- Peterson, C.H., Casillas, A. & Robbins, S.B., 2006, 'The Student Readiness Inventory and the Big Five: Examining social desirability and college academic performance', *Personality and Individual Differences* 41, 663–673. <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2006.03.006>
- Posthuma, B., Maree, J.G. & Stols, G., (in druk), 'Ondersoek na die gehalte en inhoud van vyf onderwysers se besinning oor hul onderrig van wiskunde', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, Psychologists Press, Inc.
- Radatz, H., 1980, 'Students' errors in the Mathematical learning process: A survey', in *For the Learning of Mathematics* 19(1), 16–20.
- Ramnarain, U., (ed.), 2010, *Teaching scientific investigations*, MacMillan South Africa (Pty) Ltd. Northlands. PMID:20097340 PMID:PMC2934535
- Robbins, S.B., Allen, J., Casillas, A., Peterson, C. & Le, H., 2006, 'Unraveling the differential effects of motivational and skills, social, and self-management measures from traditional predictors of college outcomes', *Journal of Educational Psychology* 98, 598–616. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.98.3.598>
- Savickas, M.L., 2005, 'The theory and practice of career construction', in S. Brown & R.W. Lent (eds.), *Career development and counseling: Putting theory and research to work*, pp. 42–70, John Wiley, New York, NY.
- Savickas, M.L., 2008, Interaktiewe werkwinkel in Lewensontwerpberading by die XXXIXe Internasionale Sielkundekongres, Berlyn, Duitsland.
- Savickas, M.L., 2011, *Career counseling*, American Psychological Association, Washington, DC. PMID:21648406
- Savickas, M.L., 2013, 'The theory and practice of career construction', in S.D. Brown & R.W. Lent (eds.), *Career development and counseling: Putting theory and research to work*, 2nd edn., pp. 147–186, John Wiley, Hoboken, NJ.
- Schminke, C.W., Maertens, N. & Arnold, W., 1978, *Teaching the child Mathematics*, New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Slattery, P., 2006, *Curriculum development in the Postmodern Era*, 2nd edn., Routledge, Taylor and Francis Group, New York.
- Smit, G.J., 1991, *Psigometrika*, HAUM-Tersiër Pretoria, Suid-Afrika.
- Steyn, T., 2003, 'A learning facilitation strategy for mathematics in a support course for first year engineering students at the University of Pretoria', Unpublished PhD thesis, University of Pretoria.
- Subich, L.M., 2011, August, 'Tracing the evolution of career counseling theory', Paper presented in P.J. Hartung, (Chair), *Career counseling: Definitions and new directions*, American Psychological Association 119th annual meeting, Washington, DC, USA.
- Van der Walt, M.S., Maree, J.G. & Ellis, S.M., 2009, 'Developing a Basic Mathematics Questionnaire for Grades 4 to 7', *Journal for Psychology in Africa* 19(3), 329–340.
- Willmott, C.J.R., 2011, 'Introduction to experimental design: Can you smell fear?', *Journal of Biological Education* 45(2), 102–105. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2010.546008>