



Relevante onderrig van fisiese wetenskappe: Benutting van kulturele en inheemse kennisbronne in semilandelike skoolkontekste

Author:Annemarie Hattingh¹**Affiliation:**¹School of Education,
University of Cape Town,
South Africa**Correspondence to:**

Annemarie Hattingh

Email:

annemarie.hattingh@uct.ac.za

Postal address:Private Bag X3, Rondebosch
7701, South Africa**Dates:**Received: 15 May 2015
Accepted: 21 July 2015
Published: 16 Sept. 2015**How to cite this article:**Hattingh, A., 2015,
'Relevante onderrig van
fisiese wetenskappe:
Benutting van kulturele en
inheemse kennisbronne
in semilandelike
skoolkontekste', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir
Natuurwetenskap en
Tegnologie* 34(1), Art.
#1312, 10 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v34i1.1312>**Copyright:**© 2015. The Authors.
Licensee: AOSIS
OpenJournals. This work is
licensed under the Creative
Commons Attribution
License.**Read online:**Scan this QR
code with your
smart phone or
mobile device
to read online.

'n Studie is geloods om insig te verkry in die onderrigbenaderings en -prakteke van onderwysers in die fisiese wetenskappe wat kulturele en inheemse kennisbronne op een of ander wyse benut wanneer hulle die vak in semilandelike skole onderrig. Die skole is geleë in omgewings met 'n lae sosio-ekonomiese indeks, en geen laboratoriums en toerusting is beskikbaar vir die onderrig van fisiese wetenskappe nie. Die teoretiese raamwerk steun op konstrukte soos beskryf in kulturele oorgrense-migrasie en kultuurrelevante pedagogiek. Vier gevalle is geïdentifiseer en die narratiewe data geanaliseer deur gebruik te maak van die Banks se Topologie wat vier vlakke van inheemse kennissintegrasie klassifiseer. Die gekategoriseerde gevalle het die implikasie dat hulle gekritiseer kan word tydens professionele ontwikkeling en voordiensopvoeding ter voorbereiding van die onderrig van fisiese wetenskap aan multikulturele leerders.

Employing cultural and indigenous sources of knowledge in the context of semirural schools. The study was conducted to gain insight into the pedagogical approaches and practices of physical science teachers who used cultural and indigenous knowledge in some way in semirural schools. All the schools were situated in environments with a low socio-economic index and none of the schools had a science laboratory or equipment available for teaching physical science. The theoretical frame emanates from constructs as described in cultural border-crossing and culturally relevant pedagogy. Four cases were identified and the narrative data analysed, using the Banks Topology which describes four levels of indigenous knowledge integration. The implication of the four categorised cases is that they may be critically unpacked during the professional development and preservice preparation of teachers who have to teach physical science to multicultural learners.

Inleiding

Inheemse kennis is 'n integrale deel van kulturele identiteit. Dit word gedefinieer as die somtotaal van kennis en vaardighede van mense in 'n spesifieke geografiese area wat hulle daartoe in staat stel om in hul omgewing te oorleef en te floreer (Grenier 1998). Die kennis word van een generasie na die volgende oorgedra en voortdurend aangepas om veranderende omgewingstoestande te akkommodeer (Odora-Hoppers 2004). Sedert die Nasionale Navorsingsraad 'n fokusarea vir inheemse kennissisteme onderskryf (Nasionale Navorsingsraad [NNR] 2015), is daar die afgelope ongeveer 15 jaar hernude akademiese belangstelling getoon in die bydrae wat inheemse kennissisteme (IKS) kan lewer tot volhoubare wetenskaplike en ekonomiese vooruitgang (Odora-Hoppers 2004; Onwu & Mosimege 2004).

Ook op internasionale front het een van die mees gesaghebbende publikasies in die veld van wetenskaponderwysnavorsing, *Journal of Research in Science Teaching* (impakfaktor 3.02; rangorde in 2013: 6/219) 'n spesiale uitgawe gehad wat IKS omvattend insluit in hul verwysing na die rol van kultuur in wetenskaponderwys. Die tema van die uitgawe was *Culture and Science Education in the 21st Century: Extending and Making the Cultural Box More Inclusive* (Parsons & Carbone 2013). Die inleiding tot die spesiale uitgawe meld dat kultuur as konstrukt reeds die afgelope 20 jaar as relevant geag word in wetenskapkurrikula, maar dat dit na 'n volgende vlak geneem behoort te word waar IKS as 'n meganisme kan dien wat 'n sosiaalverantwoordbare leerervaring vir alle leerders in wetenskap bied (Maulucci 2013).

Die doel van die studie was om insig te verkry in die onderrigbenaderings en onderrigprakteke van onderwysers in die fisiese wetenskappe wat kulturele en inheemse kennisbronne op een of ander wyse benut wanneer hulle onderwys gee in minderbevooregte skole in semilandelike gebiede.



Anders gestel, die doel was slegs om te verstaan 'wat', 'hoe' en 'tot watter mate' onderwysers wat wel inheemse kennis op 'n manier benut, dit in fisiese wetenskaponderrig doen.

Die semilandelike skole was geleë in gebiede waar lae sosio-ekonomiese omstandighede heers en geen skoollaboratorium, toerusting, chemikalië vir die voorgeskrewe chemiekomponent of 'n biblioteek was beskikbaar vir onderrig in die fisiese wetenskappe nie.

'n Teoretiese perspektief: Kulturele oorgrense-migrasie

Die metafoor van *kulturele oorgrense-migrasie* is reeds in 1992 deur Giroux gebruik as 'n kritiserende pedagogiek wat bestaande kennismgrense en epistemologieë wou uitdaag en nuwes daarstel in die onderrig van vakke. Vanuit die raamwerk van kulturele oorgrense-migrasie word in ag geneem dat leerders daagliks beweeg tussen veelvoudige kultuurdomene, naamlik 'n huis-, skool- en klaskamerkultuur, sosiale en portuurgroepkulture en ook vakwetenskaplike kulture. Alle leerders moet egter die kultuurgrens na die kultuur van die fisiese wetenskappe oorsteek. Binne hierdie raamwerk word dié wetenskappe as vak beskou as 'n kultuur waar 'n spesifieke vaktaal, diskoers en bevoegdhede aangeleer, geakkommodeer en geassimileer moet word om beweeglik en produktief aan die praktykgemeenskap te behoort (Gee 2004). Die proses van kulturele assimilasie moet intensioneel bewerkstellig word en is meer voor die hand liggend vir sommige leerders vanweë belyning tussen die kultuurwêrelde (Aikenhead 2001; Aikenhead & Jegede 1999). Waar sterk dissonansie aanwesig is, ervaar leerders subtiese konflik (Gilbert & Yerrick 2001) rakende hul identiteit en interpersoonlike wyse van wees (Gilbert & Yerrick 2001), en gevvolglik vind leerders dit moeilik om binne die skoolkonteks te navigeer en sukses te ervaar in 'n kultuur wat as dissonant beleef word (Piliouras & Evangelou 2012). Boonop is die onderrigtaal die tweede of selfs derde taal van meeste semilandelike leerders wat konseptuele hindernisse tot gevolg kan hê (Gee 2004).

Die onderwys van fisiese wetenskap kom voor 'n groot pedagogiese uitdaging te staan wanneer die kultuur van die wetenskapvakgebied nie enigsins betekenisvol resoneer met die wêreldbeskouing van die kinders wat dit moet leer nie. Die mate van konflik wat leerders ervaar wat tussen die kultuurgrens beweeg, hang van kulturele bewustheid, kennis aangaande die leerdergroep en die mediasieproses van die betrokke onderwyser af. Die kernidees van familiariteit en resonansie binne die raamwerk van kulturele oorgrense-migrasie sluit betekenisvol aan by die prominente leerteorie vir wetenskap wat konstruktivistiese leer is (Driver *et al.* 1996). Die konstruktivistiese leerteorie stel dat diepgaande leer die effektiefste plaasvind wanneer 'n leerder nuwe insigte en kennis bou op bestaande idees en ervaringe en dat 'n onderwyser nie leerders se voorkennis kan ignoreer wanneer leergieleenthede ontwerp word nie (Ausubel 1968).

Kultuurrelevante pedagogiek in fisiese wetenskap

Voortbouend op die werk van kulturele oorgrense-migrasie het benaderings ten opsigte van wetenskaponderrig gevolg wat oorkoepelend bekend staan as kultuurrelevante pedagogiek (Ladson-Billings 1995). Genuanseerde vertakkings van kultuurrelevante pedagogiek het bekend gestaan as multikulturele onderwys (Atwater 1996), kulturgevoelige instruksies (Mtetwa 2006; Suriel & Atwater 2012 en onlangs ook kultuurbehoudende pedagogiek (Jegede & Aikenhead 1999).

Die verwysing na kultuurrelevante pedagogiek sal oorsigtelik gehanteer word, aangesien dit toepaslik geag word as 'n teoretiese raamwerk vir hierdie studie. Ladson-Billings (1995) het die raamwerk ontwikkel en verduidelik dat dit op drie fundamentele idees berus wat dinamies van mekaar afhanklik is, naamlik: (1) leerders se akademiese sukses, (2) leerders se kulturele bevoegdheid en (3) leerders se kritiese sosiale bewustheid. Die interafhanklikheid en interaksie van die idees impliseer dat leerders akademies potensieel beter sal kan presteer indien hul gemeenskappe opgehef word deurdat plaaslike inheemse kennis waardeg en sinvol vir insluiting in die kurrikulum geag word. Deur die insluiting van inheemse kennis as ryke kennisbron, word 'n leerder se sosiale bewustheid positief opbouend beïnvloed. Die wetenskaplike konsepte word ontsluit, onder meer, deur die kumulatiewe kulturele bevoegdheid, waарoor die leerder reeds as voorkennis bessik, as vertrekpunt te gebruik tydens die ontwerp van leergieleenthede wat kulturele oorgrense-migrasie faciliteer (Lee & Buxton 2011; Moll *et al.* 1992). Indien kulturele voorkennis verontgaam word, sal prestasie in wetenskap nie verbeter nie, aangesien die situasie dan voortduur waar 'vierkantige penne in ronde gate' ingedryf word (Mutemeri 2003).

Die vraag ontstaan wat die posisie van kultuur en inheemse kennismisluiting in die Suid-Afrikaanse kurrikulum vir fisiese wetenskappe is, en hierdie aspek sal vervolgens verken word.

Kultuur en inheemse kennis as bron vir fisiesewetenskap-onderrig

Die Kurrikulum- en Assessering Beleidsverklaring (KABV) vir Fisiese Wetenskappe Graad 10–12 (DBO 2011) omskryf die vakgebied en verwys na inheemse kennis soos volg:

Fisiese wetenskap ondersoek fisiese en chemiese verskynsels. Dit word gedoen deur wetenskaplike ondersoek, toepassing van wetenskaplike modelle, teorieë en wette om gebeurtenisse in die fisiese omgewing te verklaar en te voorspel. Hierdie vak handel ook oor die gemeenskap se behoeftes om te verstaan hoe die fisiese omgewing werk met die doel om voordeel daaruit te trek en verantwoordelik daarvoor te sorg. Alle wetenskaplike en tegnologiese kennis, insluitend Inheemse Kennissisteme (IKS), word gebruik om probleme wat die gemeenskap in die gesig staar, op te los. Inheemse Kennis is kennis wat gemeenskappe gehad het, gebruik het of steeds gebruik; hierdie kennis is aangegee deur geslagte en was die bron van baie vernuwingen en ontwikkelings insluitend wetenskaplike ontwikkeling. Sekere begrippe wat in Inheemse Kennissisteme gevind word, leen hulself tot verklaring deur die wetenskaplike metode terwyl

**TABEL 1:** Inheemse kennis soos omskryf in die Kurrikulum- en Assessering Beleidsverklaring vir Fisiese Wetenskappe Graad 10–12.

Inhoud	Riglyne vir onderwysers
Graad 10 Chemie: Materie en materiale Eienskappe van materiale	Leerders word aangemoedig om op te let na voedselbymiddels en preserveermiddels. <i>Hierdie inligting moet vergelyk word met inheemse maniere van voedselbewaring (DBO 2011:9).</i>
Graad 11 Fisika: Newton se wette en toepassing van Newton se wette Verskillende soorte kragte: gewig, normale krag, wrywingskrag, toegepaste krag, (stoot, trek), spanning (toue of kabels)	Inheemse Kennisselsels: <i>Die eerste mense om vuur te maak het dit gedaan met behulp van wrywing (DBO 2011:11).</i>
Graad 12	Geen

ander begrippe nie wetenskaplik verklaar kan word nie, maar nienteenstaande bly dit steeds kennis. (p. 9)

Vir die doeleindes van hierdie studie word die bogenoemde definisie van inheemse kennis gebruik.

Die KABV vir fisiese wetenskappe Graad 10–12 (DBO 2011) meld verder dat dit op sekere beginsels berus naamlik: sosiale transformasie; aktiewe en kritiese leer; hoe kennis en hoe vaardighede; progressie; menseregte, inklusiwiteit, omgewings- en sosiale geregtigheid en ook waardering vir inheemse kennissysteme. Die laaste beginsel word verder verhelder: ‘Om erkenning te gee aan die ryke geskiedenis en erfenis van hierdie land as bydraende faktore om die waardes in die Grondwet te laat gedy’ (DBO 2011:10). In die KABV vir fisiese wetenskappe Graad 10–12 waar die vakonderwerpe per graad aangedui word, word daar in slegs twee gevalle (graad 10 chemie en graad 11 fisika) na inheemse kennis verwys in ’n paragraaf wat as ‘Riglyne vir onderwysers’ bekend staan. In Tabel 1 word ’n direkte uittreksel uit die kurrikulum getoon en die verwysings na inheemse kennis in kursief aangebied om aandag daarop te vestig.

Ook nie in die Eksamensriglyne vir fisiese wetenskappe in graad 12 is daar ’n enkele verwysing na inheemse kennis of kultuurbronnie nie (DBO 2014a). Aangesien inheemse kennis en kultuurbronnie nie meer prominensie in beide die KABV en die Eksamensriglyne geniet nie, kan daar verwag word dat onderwysers in fisiese wetenskappe nie noodwendig inheemse kennis of kultuurbronnie breedvoerig in hul onderrig sal integreer nie (Onwu & Mosimege 2004). In gevalle waar onderwysers wel inheemse kennis benut, kan dit op ’n verskeidenheid van maniere plaasvind waarvan sommige praktekye meer of minder effektfie kan wees. Dit is egter *nie* die doel van hierdie studie *nie* om die effektiwiteit te beoordeel van enige onderrigpogings wat onderwysers aanwend wat in moeilike omstandighede werk. Soos vroeër gemeld, die doel van die studie is om insig te verkry in die onderrigbenaderings en onderrigpraktekye van onderwysers in die fisiese wetenskappe wat kulturele en inheemse kennisbronnie wel op die een of ander wyse benut waar hulle onderwys gee in minderbevooregte skole in semilandelike gebiede.

Die navorsingsontwerp, metodologie en betroubaarheid van die data

Gegrond in die interpretiewe navorsingsbenadering is vier gevallestudies onderneem van onderwysers wat fisiese

wetenskap in semilandelike skole in omgewings met ’n lae sosio-ekonomiese indeks onderrig het. Yin (2003) stel dat ’n gevallestudie diepgaande insigte kan bied in die kennis en ervaringe van individue of fenomene, terwyl die alledaagse natuurlike omgewing van die nagevorste individue of fenomene behoue bly. Etnografiese momente is ingeweef, aangesien etnografie duï op ’n holistiese studie wat geskiedkundige agtergrond, ruimte, klimaat en omgewing insluit om sodoende refleksief by te dra tot ’n genuanseerde verstaan van die individu of fenomeen wat bestudeer word (Ember & Ember 2006). In hierdie studie word daar kortlik ’n oorsig gebied oor die onderwysers se onderwysagtergrond, asook die fisiese omgewing waarin die minderbevooregte skole geleë was.

Seleksie van die vier gevallestudies

Die metode vir die seleksie van die vier respondentte wat as gevalle dien in hierdie navorsing was ’n omvattende proses en word vervolgens verduidelik. In ’n ander studie, wat as die primêre studie bekend sal staan en wat 2 jaar gelede begin het en tans steeds onderneem word, is onderwysers in die fisiese wetenskappe geïdentifiseer wat in semilandelike skole onderrig gee in omgewings met lae sosio-ekonomiese indekse. Die leerders van die twaalf onderwysers wat vir die primêre studie geïdentifiseer is, het drie agtereenvolgende jare ’n gemiddeld in wetenskap behaal in die nasionale Graad 12 eindeksamen wat dieselfde of hoër as die nasionale vakgemiddeld was. Distrikskantore (DBO 2012, 2014b) was behulpsaam met die seleksie van geskikte onderwysers vir die primêre studie. Al minder skole in semilandelike gebiede bied die vak fisiese wetenskap aan en waar dit wel aangebied word, is die prestasie meestal onder die graad 12-vakgemiddeld (DBO 2012, 2014b; RGN 2005). Prestasie bo die vakgemiddeld is ’n positiewe verskynsel wat aanleiding gegee het tot die onderneming van die primêre studie.

Een van die databronne wat vir die primêre studie geanaliseer is, is die beplanningslêer van elke onderwyser wat onderrigleermateriale ingesluit het wat die onderwysers tydens hul onderrig gebruik het. ’n Dokumentanalise van die beplanningslêers het getoon dat *vier* van die twaalf onderwysers kultuur en inheemse kennis op die een of ander wyse in die onderrig van fisiese wetenskap benut het.

Alhoewel die vier onderwysers reeds vrywillig toegestem het om aan die oorspronklike primêre projek deel te neem, is toestemming weer gevra om die inheemse kennisaspek van hul onderrigpraktek wat na vore gekom het tydens die dokumentanalise verder te bestudeer. Deelname was



vrywillig en die onderwysers kon in enige stadium hul deelname aan die sekondêre projek beëindig. Anonimititeit is gehandhaaf deur skuilname vir die vier onderwysers, hul skole en distrikte te gebruik. Algemene geografiese verwysings in die narratiewe data wat volg, is egter oorspronklik behou.

Data insameling

Elk van die onderwysers is op vier skooldae besoek, twee dae aan die begin en twee dae aan die einde van die skooljaar. Tydens die besoeke is verskeie metodes en bronne gebruik om data te versamel. Eerstens het elke onderwyser 'n demografiese vraelys (dv[1–4]) voltooi wat, onder meer, hul kwalifikasies, vorige werkgeskiedenis en spesifiek hul onderwyservaring aandui in terme van vakke en grade wat onderrig is. Tweedens is elke onderwyser geobserveer tydens die onderrig van fisiese wetenskap, asook tydens naskoolse wetenskapverwante aktiwiteweite soos ekstra klasse en praktiese werk in 'n garagelaboratorium. Observasienotas is tydens die eerste (obA[1–4]) en tweede besoek (obB[1–4]) gemaak. Derdens is 'n dokumentanalise (da[1–4]) gedoen van die beplanningsleer wat onderrig- en leermateriale, soos leertake en werkskaarte ingesluit het. Vierdens is 'n semigestrukteerde onderhoudprotokol tydens albei besoeke (onA[1–4]; onB [1–4]) gebruik wat 'n tweeledige doel gehad het, naamlik om (1) inligting wat uit die ander databronne gegenereer is in verband te bring met mekaar en om meer duidelikheid te verkry oor spesifieke data (Kvale 1996), (2) om verder te eksploreer wat, hoe en waarom (Kvale 1996) die onderwysers inheemse kennis en kultuur in hul onderrigbenadering en praktyk benut soos wat hulle dit gedoen het.

Die semigestrukteerde onderhoudprotokol het, onder meer, vrae ingesluit soos (1) waarom die onderwysers besluit het om by die semilandelike, minderbevoordele skool onderrig te gee en nie by 'n skool wat goed toegerus is om fisiese wetenskap te onderrig nie, (2) wat die onderwysers as hul benadering tot die onderwys beskou, (3) wat onderwysers se beskrywing van inheemse kennis is, (4) of die onderwysers enige opleiding in die integrasie van inheemse en kultuurkennis gehad het, (5) waarom daar besluit is om inheemse kennis te benut tydens hul onderrig en (6) hoe daar besluit is op die inheemse kennisbronne wat hulle benut het. Ongeveer drie ure se oudiobandopnames is getranskribeer.

Narratiewe as databron

Vanuit die vier databronne (demografiese vraelys, twee stelle observasienotas, dokumentasie-analise en twee stelle onderhoude) is 'n narratief vir elke geval gekonstrueer deur die navorsers as 'n sentrale instrument in die interpretatiële naturalistiese navorsingsbenadering (Cohen, Manion & Morrison 2005). Clandinin en Connelly (2000), en ook Lillejord en Gunn (2003) beskryf twee domeine vir die analisering van narratiewe data waarvan die een bekend staan as *narratiewe analise* en die ander as *analise van narratiewe*. 'Narratiewe analise' belig die epistemologiese oriëntasie van 'n enkele

narratief, terwyl die 'analise van narratiewe' sistematies te werk gaan om die gemeenskaplike temas te identifiseer wat aanwesig is in 'n reeks verskillende narratiewe. Beide hierdie modi van narratiewe analise was noodsaaklik vir die doel van hierdie studie.

Elke narratief wat deur die navorsers gekonstrueer is vanuit die veelvuldige databronne, is aan 'n individuele onderwyser voorgelê om gekontroleer te word. Validering van die eerste weergawe van die gekonstrueerde narratief, deur die persone wat nagevors word, is een tegniek wat ingespan word om die betrouwbaarheid en geloofwaardigheid van kwalitatiewe data te verhoog (Clandinin & Connelly 2000; Cohen *et al.* 2005). Die narratiewe van die individuele gevalle wat eerste gekonstrueer is, verteenwoordig 'n eerste vlak van interpretasie deur die navorsers. Die tweede vlak van die groter narratief is geïnterpreteer nadat onderrigprakteke na vore getree het wat op 'n spesifieke wyse geklassifiseer kan word, gebaseer op temas soos beskryf deur Banks se Topologie (2001).

'n Analitiese raamwerk: Banks se Topologie

Ter sake hier as analitiese raamwerk vir die narratiewe data kom Banks se Topologie (2001) handig te pas. Banks se Topologie (2001) is 'n generiese raamwerk wat nie spesifiek op 'n natuurwetenskapkurrikulum gerig is nie, maar wat oorkoepelend beskryf hoe multikulturele en inheemse kennisbronne in die skoolkurrikulum geïntegreer kan word. Op Vlak 1 bekend as die 'Bydrae tot kennisbenadering' sal onderwysers hoofsaaklik meld dat daar bydraes van ander kultuurgroepe was en na helde en heldinne van diverse kultuurgroepe verwys. So byvoorbeeld kan verwys word na die koper- en ysteroksied 'verfmengsels' van rotstekeninge van die Khoi en San wat na honderde jare steeds nie verweer het nie en die goudontgunningstegnieke wat die kultuurgroep van Mapungupwe gebruik het. Op Vlak 2, die 'Toevoegingsbenadering', bly die kurrikulumstruktuur steeds onveranderd, maar daar word tyd afgestaan om die bydraes van vroue en swart wetenskaplikes te bestudeer, soos die eerste swart of vroue-ruimtereisigers, Suid-Afrikaners soos die jong ingenieur, professor Thokozani Majozi, wat die NNR se Presidensiële Toekenning as hoogste erkenning ontvang het, asook die bydraes van antieke Afrika-beskawings soos in Egipte en Timboektoe tot argitektuur, struktuurleer en filosofie. Op Vlak 3 die 'Transformasiebenadering' word die struktuur van die kurrikulum verander deurdat wanneer plantdisseksies byvoorbeeld gedoen word, daar ook gekyk word wat die rol en betekenis van die plant in verskillende kultuurgroepe was soos die helende en immuunversterkende werking van die plant bekend as die Afrika-aartappel en die infeksieverende eienskappe van die knoffelkruid. Die doel is dat leerders veelvuldige kultuurperspektiewe op die funksies van dieselfde plant ervaar. Vlak 4, die 'Aksiebenadering', verwys na kurrikulumgeleenthede waar besluite en aksies deur leerders geneem kan word om dilemmas en probleme in hul persoonlike, sosiale en burgerlike lewe op te los. So byvoorbeeld kan leerders as deel van kurrikulumwerk



aansluit by projekte soos drinkwatersuiwersprojekte van gemeenskappe in- en om myngebiede en dokumentering van die medisinale werking van inheemse plantspesies deur met die sangomas in hul landelike gebiede onderhoude te voer.

In die narratiewe data word die term 'benut' eerder as 'integrasie' gebruik, aangesien sommige onderwyspraktyke inheemse kennis hoogstens meld en ander inheemse kennis integrer op transformerende en aktiewe wyses.

Narratiewe data van gevallestudies waar inheemse kennis benut is in fisiese wetenskap-onderrig

Soos reeds gemeld, is alle name van persone en skole wat in die narratiewe gebruik word skuilname. Verder moet dit vooraf gestel word dat geen van die onderwysers gerapporteer het dat hulle in enige stadium tydens hul voordiensopvoeding of tydens professionele ontwikkeling enige insette rakende inheemse kennis of die integrering daarvan in die kurrikulum gehad het nie.

Geval 1: Nomhla en haar ubuntu-filosofie

Nomhla is 'n Noord-Sothosprekende onderwyseres in haar vyftigs en het 7 jaar as 'n laboratoriumtegnikus gewerk by 'n farmaseutiese affiliaal op 'n dorp. Na haar bedanking as laboratoriumtegnikus het sy 'n onderwysdiploma gaan voltooi en het nou reeds 18 jaar onderwyservaring. Die laaste 9 jaar gee sy onderwys by haar tuisnederersetting in Limpopo waar sy grootgeword het. Nomhla was die eerste onderwyser wat die vak fisiese wetenskappe by die skool gevestig het (dv1; onA1).

Tydens onderhoude met Nomhla kom die tema van *konneksies maak* as 'n sentrale element in haar onderrigbenadering na vore en meld sy dat sy opsetlik probeer om 'n persoonlike konneksie met elke individu te maak, dat leerders met mekaar konneksie moet maak en studiegroepe moet vorm wat na skoolure saam studeer en dat skoolwetenskap 'n konneksie moet maak met die leerders se lewe buite die klaskamer. Op die vraag oor hoe sy haar eie onderrigbenadering sal beskryf, verduidelik sy soos volg:

'Konneksies tussen mens en mens, asook mens en natuurlewe en interafhanklikheid is vir my die gees van ubuntu en dit is ook my lewensfilosofie. My lewensfilosofie is ook maar my onderwysfilosofie.' (onA1)

Odora-Hoppers (2004:10–11) beskryf ubuntu as die interafhanklikheid tussen mense, hul gemeenskap en die natuur en stel dat 'ek menslik is omdat ek behoort'. Vanuit Nomhla se interpretasie van ubuntu, wat ook haar onderwysfilosofie is, is dit haar intensie om konneksies te bewerkstellig. Van verskeie wetenskapkonsepte in die kurrikulum soek sy inheemse voorbeeld, legendes, bygelowe en geloofsoortuigings wat sy as sneller kan gebruik om konneksie met 'n wetenskapkonsep te bewerkstellig.

Sy posisioneer haar as die kulturele buitestander toe sy op skool en later gestudeer het by 'n tersiêre instansie wat nie kultuursensitief was nie, en sê dat dit aanvanklik bitter moeilik was om sin te maak van al die wêrelde waartussen sy oor grense heen beweeg het. Sy verduidelik die bron van haar pedagogiese besluitneming en praktyk soos volg:

'Indien ek die leerders nie gaan help om die wetenskap met hulle gewone lewe te verbind nie, gaan die wetenskap irrelevant bly en sal hulle nie verder kan studeer nie. Ek is in die beste posisie om leerders te help om hul tradisies en geloof hier te gebruik om relevansie te bewerkstellig, aangesien ekself presies in hul skoene was en 'n vol sirkel voltooi het om weer in my gemeenskap te kom werk – hierdie keer met nuwe insigte wat my leerders kan help. Ek maak 'n punt daarvan om voorbeeld te soek wat kinders ken en wat ek kan verbind met 'n wetenskapkonsep. Jy weet, ons bly in een van die droogste en warmste provinsies waar die arm mense nie eers vrieskaste het nie. Die voorbeeld in handboeke van twee blondekop-ysskatsers wat mekaar wegstoot om gelyke maar teenoorgestelde rigtingkragtpare aan te toon en die tol op ys om hoekmomentum bekend te stel, werk nie. Ek kan nie op daardie voorkennis bou nie en moet maar voorbeeld soek soos tollende fietswiele of die tolle waarmee kinders tuis speel om hoekmomentum te verduidelik.' (onB1)

Op verdere navraag oor die inheemse voorbeeld wat sy gebruik en die konneksie met die wetenskapkonsepte wys sy haar beplanningsleer (da1). Onder meer, neem sy as die voorkennisvertrekpunt 'n legende van die reëngodin Modjadji wat buite seisoen reën moet bring vir landbougewasse en maak dan konneksie met die watersiklus, omgewingsweerpatrone, gepaardegaande statistiek en atmosferiese vogbepaling. Verskeie ander voorbeeld is aangeteken in haar voorbereidingsdokumentasie waarvan enkeles hier aangehaal word (da1):

- *Mosadi ya rwetseng ngata ya patsi*: Vroue wat onreëlmatige voorwerpe soos houtbondels op hul koppe balanseer, word gebruik om konsepte soos kragte, ewewig en massamiddelpunt te verduidelik.
- *Uthingo iwenkosazana*: Dit sluit in al die mites en gelowe wat te make het met die reënboog wat sy gebruik om dispersie van wit lig en die praktiese werk met 60°-prismas in te lui.
- *Gambla*: Dit is a plaaslike speletjie wat sy gebruik om die abstrakte konsep 'waarskynlikheid' en elektronorbitaalvulling te verduidelik.

Geval 2: Lynette betrek wyse gemeenskapslede wat inheemse kennis besit

Lynette is 'n blanke Afrikaanssprekende vrou in haar dertigs wat eers 4 jaar lank fisiese wetenskap en wiskunde by 'n bekende hoërskool in 'n stad gegee het, maar besluit het om te gaan skoolhou by 'n kleiner semilandelike skool (dv2; obA2). Sy durf die smal stofpad van 70 kilometre na haar verwaarlooste skoolgeboutjie daagliks aan – ook sommige Saterdae wanneer sy ekstra wetenskapklasse aanbied ter voorbereiding van die eksamens. Leerders van goed toegeruste skole stroom ook Saterdae na haar vervalle skool toe vir ekstra klasse. Sy werk nou reeds 6 jaar daar (dv2; onA2). Al die leerders in die skool is swart en behoort tot 'n

ander kultuurgroep as Lynette (obA2). Lynette onthou, wat sy haar 'grootste kultuurskok' (onA2) noem, was:

'My wetenskapleerders het nooit vrae gevra het nie en aanvanklik kon ek leerders nie tot die besef bring dat wetenskap huis kritiese en kreatiewe vrae vra wat dan sistematies nagevors kan word nie.' (onA2)

Sy sou later besef dit was uit respek vir ouer persone in die plaaslike kultuur waar leerders nie dit wat 'n volwassene sê, krities mag bevraagteken nie:

'Dit was moeilik en frustrerend by tye om 'n ondersoekende en kritiese denkkultuur in my wetenskapklas te vestig en gesprekke te voer oor wat as geldige, betroubare metodes, data en bewyse kan dien.' (onB2)

Anders as Nomhla, was Lynette inderdaad die kulturele buitestaander in haar skool, maar sy was bewus daarvan en het die wetenskapkurrikulum nie kultuurblind geïmplementeer nie. Aangesien sy nie van dieselfde kultuurgroep as haar leerders was nie, het sy wetenkapprojekte geloods waarin sy die wyse ouer gemeenskapslede na die skool toe genooi het om hul ryke inheemse kennis te kom deel. So byvoorbeeld het sy die Amagogo's (oumas) genooi om tradisionele seepmaaktegnieke te kom demonstreer wanneer sy die eenheid oor organiese chemie inlei (onA2; da2). Sy het ook 'n groepie ouer mans van die plaaslike kultuurgroep genooi om die sterrekostellasiestasies van die Suidelike Halfrond in Afrika te kom illustreer waar diere die twaalf kostellasiestasies uitbeeld (onA2; da2). Sy sê:

'Ek was self verstom hieroor en het die SA Astronomie Assosiasie gekontak wat wel hiervan bewus was en sedertdien onderrigmateriaal beskikbaar stel van die Afrika-kostellasiestekaart. Jaarliks stuur hulle vir ons skool die plakkate wat leerders dan huis toe neem om teen hul kamermuur te hang.' (onA2; da2vb)

Alhoewel die kostellasiestasieprojekte dalk nie direk belyn met kurrikulumkonsepte wat leerders moet bemeester nie, het sy tog 'n verwantskap probeer vind met die Dopplereffek en rooiverskuwing (da2).

Die grootste waarde van hierdie pedagogiese besluit lê moontlik in die feit dat leerders se inheemse leefwyse en hul gesagsfigure se kulturele kennis erkennig en status gekry het wat leerders se selfvertroue gebou en hulle as mede-eienaars van kennis ingesluit het (Sien Ladson-Billigs 1995).

Op die vraag waarom Lynette by die minderbevooregte skool werk stel sy omonwonde haar redes soos volg:

'Ek sal nooit weer teruggaan na die vorige skool toe met al sy mooi geboue en tuine nie. Dit is hier waar ek regtig 'n verskil kan maak om vir kinders 'n beter toekoms te bied en deure vir hul oopmaak. Niks gee vir my meer innerlike vreugde nie as wanneer oudleerders vir my hul toelating tot ingenieurswese by 'n universiteit of hul kwalifikasies kom wys nie. Ek nooi daardie oudleerders elke jaar om met my kinders te kom praat en om vir hulle te vertel wat dit behels om suksesvol te wees op universiteit. Hulle bied inspirasie vir harde werk in wiskunde en wetenskap.' (onA1)

Lynette openbaar 'n sosiaalgeregtigdisposisie en die 'helde' waarna Banks se Topologie (2001) verwys, kom vanuit haar eie skool en eie gemeenskap.

Geval 3: Kgotele van die Koen-a- (krokodil-) stam en die studie van kinematika by Thaba Bosigo

Kgotele van die BaKoen-a- (krokodil-) stam is Basotho-skoolhoof in sy laat veertigs wat fisiese wetenskap gee en wat ook 'n wenner was van die kompetisie om die SA Wetenskap-en Wiskunde-Onderwyser van die Jaar aan te wys (dv3). Soos Nomhla, het Kgotele teruggekeer na sy gemeenskap en hou hy die laaste 16 jaar reeds daar skool (dv3. onA3). Sy grootste onderrighulpmiddede is nie 'n gesofistikeerde laboratorium nie, maar die prys wat hy as wenner van die kompetisie ontvang het. Dit sluit onder meer in 'n TV-skerm, DVD-speler en 'n reeks DVD's met werkkaarte wat die wetenskapsperiments vir grade 8 tot 12 demonstreer (obA3).

Tydens die eerste besoek aan Kgotele het hy 'n geskiedkundig inheemse aktiwiteit, wat ook in sy beplanningsdokumente (da3) aangeteken is, gebruik om konsepte vir graad 10 en graad 11 te onderrig. Hy gebruik hierdie geskiedkundige inheemse aktiwiteit ook vir graad 12, maar het dit nie tydens die besoek onderrig nie. Die volgende kurrikulumuittreksel in Tabel 2 toon die onderwerpe waarvoor die kultuurrelevante voorbeeld gebruik word (DBO 2011:15).

Hy bied 'n relevante probleemformulering deur oorlogstrategieë van koning Mosjesj I (1822–1870) te gebruik. Deur die topologie van Thaba Bosigo en die afrol van rotste op die vyand, genaamd '*Fika le thetheng Thabeng*' met '*Matla amandla*' (krag) (opA3; da3), word 'n ryk relevante konteks geskep. Figuur 1 toon die topografie van die berg. Daar is ses bergpasse wat tot op die plato lei, naamlik Ramaseli, Maebeng en Rahebe aan die oostekant, Mokhachane-pas lê suid en Khubelu lê noord. 'n Reeks lesse volg hieruit vir verskillende grade. Leerders moet dan tipies, soos Mosjesj

TABEL 2: Fisika-onderwerpe in die Kurrikulum en Asseseringsbeleidsverklaring.

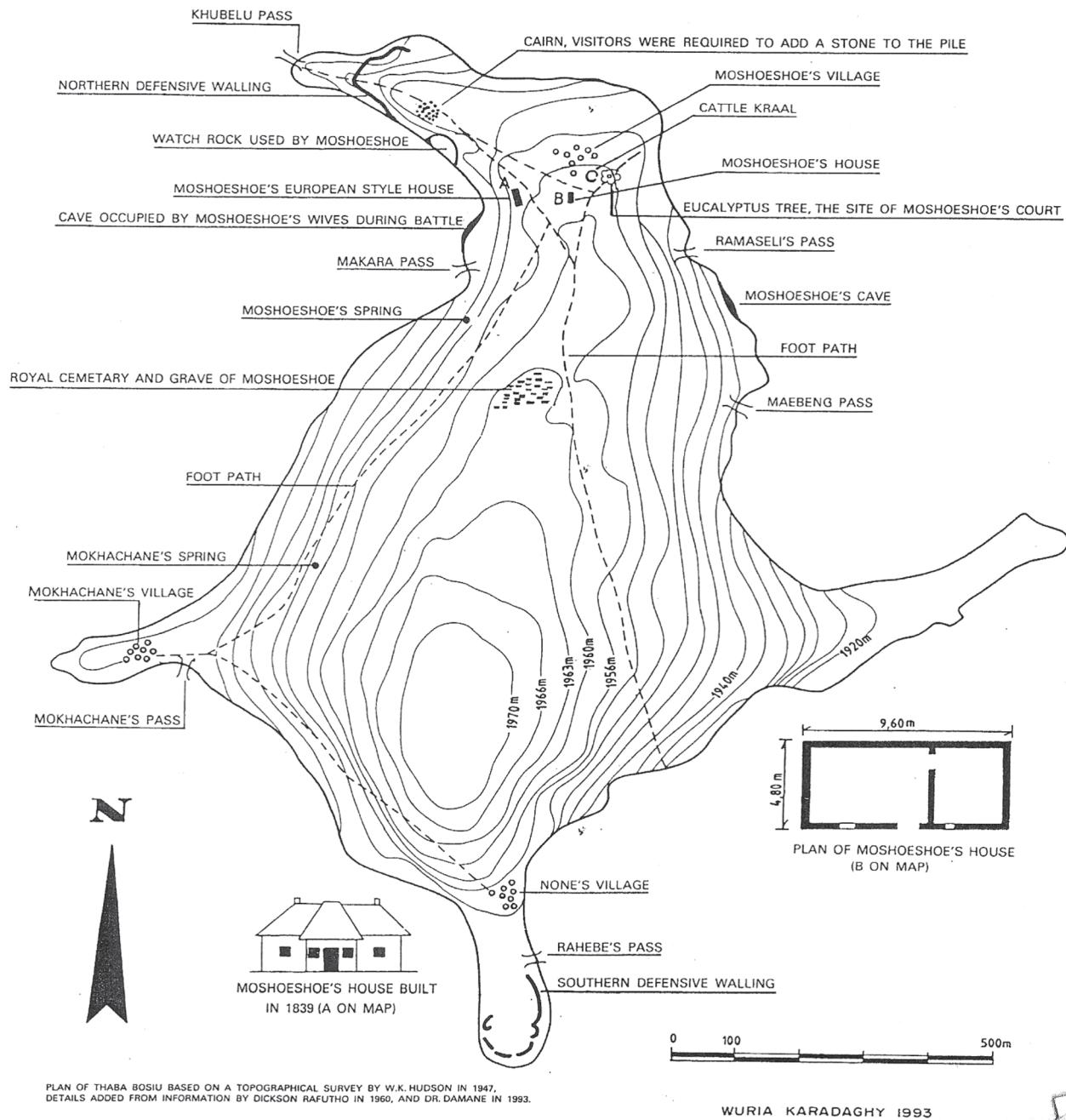
Onderwerp	Inhoud
Graad 10: Energie	Potensiële gravitasie-energie, kinetiese energie, meganiese energie, behoud van meganiese energie [in die afwesigheid van verkwistende kragte].
Graad 11: Vektore in twee dimensies	Resultate van loodregte vektore, ontbinding van 'n vektor in sy parallele en loodregte komponente; Newton se Wette en Toepassings van Newton se Wette (Newton se eerste, tweede en derde wette en Newton se wet van universele gravitasie, verskillende soorte kragte: gewig, normaalkrag, wrywingskrag, toegepaste krag [druk, trek], spanning [toue of kabels], kragtediagramme, vryliggaamsketse en toepassing van Newton se wette [ewewig en nie-ewewig].
Graad 12: Momentum en impuls	Momentum, Newton se tweede wet uitgedruk in terme van momentum, behoud van momentum en elastiese en onelastiese botsings, en impuls.

Bron: Departement van Basiese Onderwys (DBO), 2011, *Die Nasionale Kurrikulum- en Asseseringsbeleidsverklaring vir Fisiese Wetenskappe Graad 10–12*, Staatsdrukkery, Pretoria, bl. 15



undp

PRESERVATION AND PRESENTATION OF THABA BOSIU, THE NATIONAL MONUMENT



Bron: Meneer Kgoteli

FIGUUR 1: Die topografiese kaart van Thaba Bosigo wat meneer Kgoteli gebruik.

destyds, die kontoerlyne van die klowe en passe bestudeer en bepaal waar die rollende rotse maksimum snelheid, kinetiese energie en momentum sal bereik vir die effekiefste resultaat.

Vektordiagramme word vir verskillende rotsmassas op die verskillende pashekkings gekonstrueer en Newton se wette word prakties verduidelik en benut om berekeninge te doen.



Geval 4: Catherine ontwikkel kritiese denke deur interaksie tussen inheemse en Westerse wêreldbouings

Tussen die lowergroen, golwende heuwels van KwaZulu-Natal se middellande gee Catherine, 'n Engelspreekende dame al 14 jaar fisiese en lewenswetenskappe (dv4) in 'n armoedige, maar uiters funksionele skoolkonteks (opA4). Die skool is 'n multikulturele skool waar Indiër-, Zulu- en blanke kinders skoolgaan en die graad 12-slaagsyfer vir fisiese wetenskap meestal 100% is (onA4; opA4).

Sy glo dat 'prakties ontdekkende leer in wetenskap belangrik is om konseptuele leer te bevorder, asook om belangstelling te prikkel' (onA4). Sy dra basiese apparaat wat sy mettertyd opgebou het in 'n krat van klas tot klas rond (opA4). Tydens die tweede besoek het sy 'n na-nurse praktiese sessie aangebied in 'n koshuisgarage wat sy toegerus het om as 'n 'laboratorium' te dien (opB4). Sy verduidelik:

'Ek het die Van der Graafversneller by 'n skool in Durban gekry en dit is werklik 'n noodsaklike stuk apparaat wat leerders moet gebruik wanneer ek die eenheid oor statiese elektrisiteit en die weerligverwante bygelowe behandel.' (onB4)

Catherine, ook as kulturele buitestaander, gebruik die interseksie te vinde in die konflikterende en komplementerende manifestasies van die inheemse en Westerse kennissysteme, veral in die verskillende metodologieë en metodes van validering van data om kritiese denke te ontwikkel. Sekerlik die treffendste in haar eie woorde beskryf sy haar onderrigfilosofie en haar insig in die aard van wetenskap:

'In my studiemateriaal wat ek in 'n stadium as 'n boek wil publiseer, sluit ek onder meer die bygelowe van verskeie Afrikakulture aangaande weerlig in. Een van die bygelowe stel dat weerlig 'n gees is wat vanuit die hemele na die aarde gestuur is deur 'n voorvadergees om towerkrag op 'n niksvermoedende persoon uit te oefen. Ek verwag dan van leerders om die bygeloof kritis te bespreek nadat hulle die praktiese aktiwiteite gedaan het en statiese elektrisiteit en wolkformasie geëksploréer en wetenskaplik verduidelik het.' (onB4)

Verder sê sy sy is baie bewus daarvan dat sy nie disrespekvol teenoor enige inheemse bygeloof wil voorkom nie. Tog voel sy daar is voordele daarin om leerders aan te moedig om bygelowe kritis te beskou en om sodanig die geleentheid te skep om ander bygelowe ook kritis te benader. Die groter doel is eintlik dat leerders leer om te onderskei tussen wetenskap en die bonatuurlike. Terselfdertyd waarsku sy teen die gevraar om die indruk te skep dat wetenskap al is wat bestaan en dat die bonatuurlike nie bestaan nie.

Die meeste van haar leerders is van landelike gebiede en daar waar hulle leef, is die bonatuurlike 'n integrale deel van hul daaglikse bestaan. Dit is daarom noodsaklik dat hulle ook besef dat die wetenskap nie al die antwoorde verskaf nie, wat goed is, omdat die wetenskap ook 'n mensgemaakte konstruk of interpretasie is.

'n Verdere voorbeeld van hoe sy inheemse kennis integreer in haar studiemateriaal is in die hoofstuk wat handel oor chemikalieë. Sy het die Zuluname van die chemiekalieë gebruik en waarvoor die Zulu's dit in hul daaglikse lewe gebruik. Die kinders het dit geweldig geniet, aangesien dit die wetenskap van iets abstraks na iets prakties verander het waarmee hulle kon identifiseer. Sy is veral geïnteresseerd in take en opdragte wat kritiese denke ontwikkel. Inheemse kennis speel 'n rol in die ontwikkeling van kritiese denke (onA4; onB4).

Bespreking

Die narratiewe data toon dat ondanks die minimale verwysing na inheemse kennis en verskralde riglyne oor die 'hoe' vir integrering in die KABV vir Fisiese Wetenskap (DBO 2011), daar onderwysers is wat inheemse kennis in hul onderrigpraktyk benut het. Hierdie onderwysers wat in armoedige omstandighede werk, het 'n ryk bron van inligting ontplooï wat *kosteloos* tot hul beskikking is – die kulturele aktiwiteite, plaaslike en inheemse kennis wat die leer van wetenskapkonsepte moontlik meer relevant en betekenisvol gemaak het. Al vier die onderwysers het hul onderrig benader vanuit 'n kulturele raamwerk van oorgrense-migrasie en het op verskillende maniere gestalte gegee aan onderrigpraktyke wat Ladson-Billings reeds in 1995 as kultuurrelevante pedagogiek beskryf het. Of alle onderrigpraktyke wat inheemse kennis en kultuur op 'n bepaalde manier benut, ewe effektief is tydens die onderrig is nie die fokus van hierdie studie nie.

Indien die analitiese raamwerk van Banks se Topologie (2001) gebruik word, blyk dit dat van die onderrigbenaderings en -praktyke op meer as een van die vlakke kan manifesteer. Tabel 3 bied 'n oorsigtelike analise van onderrigbenaderings en -praktyke van die vier gevalle van inheemse kennis en kultuurintegrasie in fisiese wetenskaponderrig.

Gevolgtrekking

Implikasies vir professionele ontwikkeling en sosiale regverdigheid

Waar onderwysstudente voorberei word om in multikulturele skole te gaan werk en waar onderwysers reeds werk, kan professionele ontwikkelingsinsette die outentieke gevalle, soos wat hier beskryf is, asook ander wat gedokumenteer is in die literatuur, kritis bestudeer, analyseer en verbeter. Sommige programme bied reeds formele modules in kultuurrelevante wetenskaponderwys aan (Mushayikwa & Ogunniyi 2011). In 'n ander metodiekprogram vir fisiese wetenskap word die vier onderwysers van die gevallenstudie genooi om insette vanuit hul outentieke kontekste te lewer. Nomhla, as kultureelingewye en Catherine, as kulturele buitestaander, is gereelde gasdosente wat hul kultuurrelevante praktyke met voornemende onderwysers in die fisiese wetenskappe deel. Ook van waarde is dat die onderwysers in die gevallenstudie hul praktyke kritis reflekterend aanpas en verbeter om meer gesofistikeerde integrasie van inheemse kennis te bewerkstellig wat dan aan

**TABEL 3:** Integrasie van inheemse kennis en kultuur in die kurrikulum vir fisiese wetenskap.

Benaderingstipes	Kultureelingewyde	Kulturele buistemaander
Aksie-benadering	-	<i>Catherine as kulturele buistemaander:</i> In die afwesigheid van gesikte handboeke en kurrikulumleiding rakende inheemse kennis gaan sy oor tot die daad en skryf sy haar eie onderrigmateriaal wat as 'n boek gepubliseer gaan word. Die doel met die boek is om inheemse kennis en kultuurkritieke te benut wat die potensiaal het om kritiese denke te ontwikkel en wat ook die tentatiewe aard van wetenskap illustreer.
Transformasie- benadering	-	<i>Catherine as kulturele buistemaander:</i> Haar onderrigbenadering is daarop ingestel om kritiese denke te ontwikkel. Sy transformeer die wetenskapkurrikulum epistemologies deur die komplementerende en konflikterende aspekte van inheemse en Westerse kennis te gebruik om kritiese denke te ontwikkel.
Toevoegings-benadering	<p><i>Nomhla as kultureelingewyde:</i> Huldig die ubuntu-filosofie as haar onderrigbenadering. Vanuit haar ubuntubenadering wat sy as konneksies interpreteer tussen huis- en wetenskapklaservarings, neem sy besluite vir die benutting van inheemse kennis. Opsetlik identifiseer sy konneksies om relevansie in die wetenskapkurrikulum te bewerkstellig deur op die ervaring van kulturele praktyke en (by)gelowe as voorkennis van leeders te bou. Modadjji die reënkoninkin het byvoorbeeld die potensiaal gebied om haar praktykintegreergring navlak 3 te neem indien sy die voorbeeld doelbewus gebruik het om byvoorbeeld ook kritiese denke te ontwikkel soos Catherine.</p> <p><i>Kgoteli as kulturele binnestaander:</i> Hy het nie 'n spesifieke onderrigbenadering aangedui nie. Hy gebruik inheemse kultuurgeschiedenis, naamlik Mosjesj se oorlogstrategie om as relevante probleemkonteks te dien waaruit die wetenskaplike konsepte dan ontrek en gekonstrueer word. Wat veral sinvol gedoen word, is hoe dieselfde voorbeeld in inheemse kultuurgeschiedenis vooruitgang bied vir die ontsluiting van meganikakonsepte vanaf graad 10 na graad 11, en eindelik ook na graad 12.</p>	<i>Lynette as kulturele buistemaander:</i> Vanuit 'n sosiale regverdigheidsbenadering word Lynette se praktyk bedryf. Sy voeg by tot die wetenskapervaring van die inheemse kennisbronne souss bewaar deur die gesaghebbende wyse en ouer lede van die kultuurgemeenskap. Haar waardevolste toevoeging lê waarskynlik in die status, eerbied en erkenning wat sy aan die ouer draers van inheemse kennis gee deur hulle te nooi om dit by die skool aan die jeug te kom mee deel.
Bydrae tot kennis-benadering	<p><i>Kgoteli as kultuur eingewyde:</i> Verwys onder ander na Moshoeshoe se bydrae, maar voer dit verder na vlak 2 deur dit in die kurrikulum te integreer.</p>	<i>Lynette as kulturele buistemaander:</i> Die 'helde' wat Lynette aan haar leerders voorhou is oudleerders wat toelating tot universiteitstudie kry of gegradueer het in wetenskapverwante rigtings soos ingenieurswese.

Bron: Banks, J.A., 2001, *Cultural diversity and education: Foundations, curriculum and teaching*, 5th edn., Allyn and Bacon, Boston

onderwysstudente gemodelleer word in die afwesigheid van kurrikulumriglyne.

Deur 'n kultuursensitiewe en veral kulturrelevante pedagogiek vir wetenskaponderwys te benut word sosiale regverdigheid in wetenskaponderwys moontlik gemaak (Calbrese Barton *et al.* 2004). Volgens Maulucci (2013) is sosialgeregverdigde onderwys die volgende:

... sosiaal geregverdigde wetenskaponderwys erken die plek van wetenskaponderwys in die gemeenskap en die potensiële rol wat dit kan speel in die daarstelling van mag, voorreg en/of marginalisering. Sosialgeregverdigde wetenskaponderwys verwelkom en ondersteun tradisioneel gemarginaliseerde groepe, soos onder andere swart meisies om deel te neem aan wetenskap. (p. 454, [vertaling deur outeur])

Die benutting van kultuur en inheemse kennis op verskillende maniere is nie die enigste wyse om vir leerders 'n betekenisvolle leerervaring in fisiese wetenskap te bied nie, maar dit kan wel bydra tot 'n sosialgeregverdigde leerervaring wat leerders verwelkomend insluit in die kultuur van fisiese wetenskap.

Erkenning Mededingende belang

Die outeur verklaar dat sy geen finansiële of persoonlike verhouding(s) het wat haar op 'n voordelige of nadelige wyse in die skryf van die artikel beïnvloed het nie.

Literatuurverwysings

Aikenhead, G.S., 2001, 'Students' ease in crossing cultural borders into school science', *Science Education*, 27, 1–52. [http://dx.doi.org/10.1002/1098-237X\(200103\)85:2<180::AID-SCE50>3.0.CO;2-1](http://dx.doi.org/10.1002/1098-237X(200103)85:2<180::AID-SCE50>3.0.CO;2-1)

Aikenhead, G.S. & Jegede, O.J., 1999, 'Cross-cultural science education: A cognitive explanation of a cultural phenomenon', *Journal of Research in Science Teaching* 36, 269–287. <http://dx.doi.org/10.1.1.489.9123>

Atwater, M., 1996, 'Social constructivism: Infusion into the multi-cultural science education research agenda', *Journal of Research in Science Teaching* 33(8), 821–837. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199610\)33:8<821::AID-TEA1>3.0.CO;2-Y](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199610)33:8<821::AID-TEA1>3.0.CO;2-Y)

Ausubel, D.P., 1968, *The psychology of meaningful verbal learning*, Grune and Stratton, New York.

Banks, J.A., 2001, *Cultural diversity and education: Foundations, curriculum and teaching*, 5th edn., Allyn and Bacon, Boston.

Calbrese Barton, A., Drake, C., Perez, G. & St. Louise, K., 2004, 'Ecologies of parental engagement in urban education', *Educational Researcher* 33(4), 3–12. PMID: 25459206, <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2014>

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K., 2005, 'Research methods in education 5th edition', Routledge Falmer, New York.

Clandinin, D.J. & Connelly, F.M., 2000, *Narrative inquiry. Experience and story in qualitative research*, Jossey-Bass Incorporated, San Francisco.

Departement van Basiese Onderwys (DBO), 2011, *Die Nasionale Kurrikulum-en Asseseringsbeleidsverklaring vir Fisiese Wetenskappe Graad 10–12*, Staatsdrukkery, Pretoria.

Departement van Basiese Onderwys (DBO), 2012, *National Senior Certificate Examination: School Subject Report*, Staatsdrukkery, Pretoria.

Departement van Basiese Onderwys (DBO), 2014a, *'Fisiese Wetenskappe eksamenriglyne graad 12'*, Staatsdrukkery, Pretoria.

Departement van Basiese Onderwys (DBO), 2014b, *National Senior Certificate Examination: Technical Report*, Staatsdrukkery, Pretoria

Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P., 1996, *Young people images of science*, Open University Press, Bristol.

Ember, C. & Ember, M., 2006, *Cultural Anthropology*, Prentice Hall, New York.

Gee, J., 2004, *Situated language and learning: A critique of traditional schooling*, Routledge, New York.

Gilbert, A. & Yerrick, R., 2001, 'Same school, separate worlds: A socialcultural study of identity, resistance and negotiations in a rural, lower track science classroom', *Journal of Research in Science Teaching* 38, 574–598. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.1019>

Giroux, H.A., 1992, *Border crossings: Cultural workers and the politics of education*, Routledge, New York.

Grenier, L., 1998, *Working with indigenous knowledge: A guide for researchers*, IDRC, Ottawa.

Jegede, O. & Aikenhead, G.S., 1999, 'Transcending cultural borders: implications for science teaching', *Research in Science and Technological Education* 17(1), 45–66. <http://dx.doi.org/10.1080/0263514990170104>

Kvale, S., 1996, *Interviews*, Sage Publications, London.

Ladson-Billings, G., 1995, 'Towards a theory of culturally relevant pedagogy', *American Educational Research Journal* 32, 465–491. <http://dx.doi.org/10.3102/00028312032003465>



- Lee, O. & Buxton, C., 2011, 'Engaging culturally and linguistically diverse students in learning science', *Theory into Practice* 50, 277–284. <http://dx.doi.org/10.1080/00405841.2011.607379>
- Lillejord, S. & Gunn, E.S., 2003, "Tell me your story": Using narratives from interviews to understand indigenous knowledge', *Indilinga: African Journal of Indigenous Knowledge Systems* 2(1), 89–97. <http://dx.doi.org/10.4314/indilinga.v2i1.46999>
- Maulucci, M.S.R., 2013, 'Emotions and positional identity in becoming a social justice science teacher: Nichole's story', *Journal of Research in Science Teaching* 50(4), 453–478. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21081>
- Moll, L.C., Amanti, C., Neff, D. & Gonzalez, N., 1992, 'Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms', *Theory into Practice* 31, 132–141. <http://dx.doi.org/10.1080/00405849209543534>
- Mtetwa, D.K.J., 2006, 'Cultural activity, mathematics and classroom instruction: Taping local knowledge resources to enhance learning', *South African Journal of Higher Education* 20(4), 478–487. <http://dx.doi.org/10.4314/sajhe.v20i4.25678>
- Mutemeri, G., 2003, 'Phenomenology, hermeneutics and the study of indigenous knowledge systems', *Indilinga: African Journal of Indigenous Knowledge Systems* 2(1), 81–88. <http://dx.doi.org/10.4314/indilinga.v2i1.46995>
- Mushayikwa, E. & Oggunniyi, M., 2011, 'Modelling the integration of IKS into the teaching and learning of science', *19th SAARMSTE Conference Proceedings*, pp. 409–425, Mafikeng, South Africa.
- Nasionale Navorsingsraad (NNR), 2015, 'Focusing research on regionally relevant and strategic areas', viewed 13 July 2015, from <http://www.nrf.ac.za/division/iepd/instruments/focusing-research-regionally-relevant-and-strategic-areas>
- Odora-Hoppers, C.A., 2002, '*Indigenous knowledge and the integration of knowledge systems*', New Africa Books, Claremont.
- Odora-Hoppers, C.A., 2004, 'Culture, indigenous knowledge and development: The role of the university', March, Occasional paper No. 5, Centre for Education and Policy Development, Braamfontein, Johannesburg.
- Onwu, G. & Mosimege, M.D., 2004, 'Indigenous knowledge systems and science and technology education: A dialogue', *African Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 8(1), 10–12. <http://dx.doi.org/10.1080/10288457.2004.10740556>
- Parsons, E.C. & Carbone, H.B., 2013, 'Culture and science education in the 21st century: Extending and making the cultural box more inclusive', *Journal of Research in Science Teaching* 50(1), 1–11. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21068>
- Piliouras, P. & Evangelou, O., 2012, 'Teachers' inclusive strategies to accommodate 5th grade pupils' crossing of cultural borders in two Greek multicultural science classrooms', *Research in Science Education* 42, 329–351. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-010-9198-x>
- Suriel, R.L. & Atwater, M.M., 2012, 'From the contribution to the action approach: White teachers experiences influencing the development of multicultural science curricula', *Journal of Research in Science Teaching* 49(10), 1271–1295. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21057>
- Raad vir Geestelike Wetenskaplike Navorsing (RGN), 2005, '*Emerging voices: A report on education in South African rural communities*', RGN Drukkery, Kaapstad.
- Yin, R.K., 2003, *Case study research: Design and methods*, Sage , Thousand Oaks, CA.