



# Sal die 'evolusie' vanaf biologie na lewenswetenskappe 'uitsterwing' van die vakgebied voorkom?

**Author:**

 Johanna G. Ferreira<sup>1</sup>
**Affiliation:**
<sup>1</sup>Department of Curriculum and Instructional Studies, University of South Africa, South Africa

**Correspondence to:**

Gherda Ferreira

**Email:**

ferrejg@unisa.ac.za

**Postal address:**

PO Box 392, UNISA 0003, South Africa

**Dates:**

Received: 15 June 2012

Accepted: 24 Aug. 2012

Published: 12 Nov. 2012

**How to cite this article:**

 Ferreira, J.G., 'Sal die "evolusie" vanaf biologie na lewenswetenskappe "uitsterwing" van die vakgebied voorkom?', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 31(1), Art. #366, 5 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v31i1.366>

In hierdie artikel word die wysiging van die skoolvak van 'biologie' na 'lewenswetenskappe' bespreek, asook die gepaardgaande en verwagte implikasies van die verandering. Die vraag word gestel of die beoogde wysiging wel noemenswaardig is en of dit enigsins 'n verskil aan die dalende belangstelling in die lewenswetenskappe op tersiêre vlak sal maak. Die wysigings in die nuwe kurrikula verhoog die relevansie van die vakinhoud vir leerders en vir die gemeenskap, maar sekere kwessies kry nie aandag nie. Voorstelle word gemaak om die kurrikulum te wysig en onderrigmetodes aan te pas om die nodige vaardighede by leerders te vestig.

**Could the 'evolution' from biology to life sciences prevent 'extinction' of the subject field?**

In this article the change of the school subject 'biology' to 'life sciences' as well as the associated and expected implications of this change are discussed. The question arises whether the intended change is significant enough and whether it would address the decreasing interest in the life sciences at tertiary level. The changes in the new curricula make the content more relevant to learners and the community itself, but certain selected issues are not addressed. Suggestions are made to amend the curriculum and to adapt teaching methods to facilitate the development of the necessary skills in learners.

## Inleiding

Die afname in belangstelling in die natuurwetenskappe, en veral in die lewenswetenskappe op tersiêre vlak, is kommerwekkend en kan moontlik die voortbestaan van die vakgebied in gedrang bring. 'n Ondersoek deur Prokop, Prokop en Tunncliffe (2007) het bevind dat lewenswetenskapverwante beroepe 'n baie lae voorkeur geniet (11.1%), ongeag die feit dat al die leerders wat in die studie betrek is, biologie op skool neem. Trumper (2006) meld dat die volgehoue afname in tersiêre studie in natuurwetenskappe, wat oor twee dekades waargeneem is, 'n wêreldwye tendens is. Volgens die outeur het verskeie navorsers bevind dat die tendens toegeskryf kan word aan die feit dat daar te min aandag op sekondêre vlak aan die affektiewe domein in tipiese natuurwetenskap-kurrikula geskenk word. Die affektiewe domein word gekenmerk deur verskeie konstruksies soos gesindheid, voorkeure en belangstelling. 'n Negatiewe gesindheid teenoor 'n vak kan lei na 'n gebrek in belangstelling en meebring dat studente dit op tersiêre vlak vermy. Hierteenoor kan 'n positiewe gesindheid 'n lewenslange belangstelling in die vak aanwakker (Simpson & Oliver 1990). Dit is een van die hoofredes wat aangevoer word vir hervorming wat leerders se belangstelling sal prikkel en 'n herlewering in die natuurwetenskappe kan insisier.

Met die voorgaande in ag genome, word die volgende vrae geopper:

- Is die skoolkurrikulum aangepas om 'n positiewe gesindheid teenoor die lewenswetenskappe aan te moedig?
- Wat kan gedoen word om belangstelling te wek?

In 'n poging om hierdie vrae te beantwoord, word 'n oorsig gegee van wat tans ter tafel gelê word.

## Van biologie na lewenswetenskappe

Die feit dat die naam van die skoolvak in Suid-Afrika van biologie na lewenswetenskappe verander het, dui op 'n verandering in fokus wat in die kurrikulum gereflekteer behoort te word. Maar wat het verander? Biologie vorm deel van die lewenswetenskappe, wat benewens die studie van lewende organismes soos plante, diere en mense, ook aspekte insluit soos die ontwikkeling in biomediese tegnologie, omgewingskwessies, biotegnologie, molekulêre biologie en farmaseutiese ontwikkeling, om slegs 'n paar te noem. Die Kurrikulum en Assessering Beleidsverklaring (KABV) (Departement van Basiese Onderwys 2011) omskryf lewenswetenskappe as die wetenskaplike studie van lewende 'dinge', vanaf molekulêre vlak tot op 'n vlak waar hul interaksies met ander en met die omgewing bestudeer word. Die dokument meld verder dat om as wetenskap aanvaar te word die lewenswetenskappe bepaalde metodes moet gebruik om



bestaande kennis te verbreed of om nuwe kennis te ontdek. Hierdie metodes sluit hipoteseformulering in, asook die uitvoer van objektiewe ondersoeke en eksperimente om dié bepaalde hipotese te toets. Vervolgens word herhaalde ondersoeke uitgevoer en aangepas en die bevindings word geanaliseer, geëvalueer en gedebatteer voor wetenskaplikes die bevindings as geldig aanvaar. Die prosedure behels die alombekende prosesse wat wetenskaplikes deurgaang in hul strewe na kennisvernuwing en -verbreding. Die ontwikkeling van hierdie prosesvaardighede moet gevolglik deel van die onderrigbenadering tot die lewenswetenskappe wees en het reeds in 'n mate in tradisionele biologiekurrikula gefigureer (Sundberg *et al.* 1992). Die ontwikkeling van prosesvaardighede het egter nie altyd in die klaskamer gerealiseer nie en die meeste biologie-onderwysers het meer op vakinhoud, die bevestigende rol van laboratoriumwerk en die beskikbaarheid van tegnologie en toerusting gefokus.

Die verandering van biologie na lewenswetenskappe behoort egter meer as die blote beklemtoning van die ontwikkeling van prosesvaardighede te behels. Dit hou verband met hoekom leerders die vak sou wou neem. Die KABV (Departement van Basiese Onderwys 2011) identifiseer drie sogenaamde redes vir die neem van lewenswetenskappe, maar die redes dui eerder op waarom die vak aangebied word. Die redes is soos volg (Departement van Basiese Onderwys 2011:9):

- om nuttige kennis en vaardighede te voorsien wat in die alledaagse lewe nodig is
- om leerders bloot te stel aan die verskeidenheid en omvang van biologiese studies en daardeur hul belangstelling te stimuleer en bewustheid te skep van moontlike spesialisasie
- om voldoende agtergrondkennis te verskaf vir verdere studie in een of meer van die biologiese subdisiplines.

Die eerste is onbetwisbaar, maar die tweede en veral die derde rede wat aangevoer word, word bevestig. Skoolkurrikula behoort die onderskeie behoeftes van alle leerders in ag te neem. Sommige leerders sal moontlik op tersiêre vlak verder in die lewenswetenskappe spesialiseer, maar die oorgrote meerderheid sal waarskynlik alternatiewe rigtings kies, soos die bevindings van Prokop, Prokop en Tunnicliffe (2007) aangedui het. Ost en Yager (1993) bevestig die stelling:

Although the majority of students are *not* destined to become future biologists, biology programs are designed as if all students needed classical biological content rather than an understanding of life science concepts gained through rational problem solving and reasoning. [*Alhoewel die meerderheid studente nie bestemd is om bioloog te word nie, word biologieprogramme ontwerp asof alle studente klassieke biologie nodig gaan kry in plaas van 'n begrip van lewenswetenskapkonsepte deur rasionele probleemoplossing en beredenering.*] (bl. 283, [outeur se eie vertaling])

Hierdie realiteit bring mee dat dit onnodig is om voorgraadse tersiêre studie in lewenswetenskappe nader aan sekondêre vlak vir alle leerders te bring. Dit sal gevolglik vir leerders meer waarde hê om kennis te maak met die verband tussen lewenswetenskappe en verwante probleme, wat mense in hul daaglikse lewe ervaar, en om hul belangstelling op dié manier te stimuleer. As die bestaande uitgangspunt om aansluiting te vind by tersiêre studie egter volgehou word,

is die alternatief om 'n addisionele lewenswetenskappe-kurrikulum te ontwerp wat interessant, toeganklik en betekenisvol is vir diegene wat nie beoog om in die vakgebied te spesialiseer nie, maar steeds toepaslike en relevante kennis wil opdoen. Dis onwaarskynlik dat dié weg gevolg sal word. Derhalwe is dit van kardinale belang dat leerders eerder die vaardighede moet bemeester wat hulle in staat sal stel om wetenskaplik te dink en redeneer, en steeds die nodige etiese kodes van die groter gemeenskap te eerbiedig. Al manier hoe dit gedoen kan word, is om te fokus op die ontwikkeling van prosesvaardighede wat in die doel van die bestudering van lewenswetenskappe genoem word.

Die Departement van Basiese Onderwys (2011:12) bespreek die oorhoofse doel van bestudering van die lewenswetenskappe as:

- die ontwikkeling van wetenskaplike kennis en begrip
- die ontwikkeling van die wetenskaplike prosesvaardighede
- die ontwikkeling van 'n begrip van die rol van wetenskap in die gemeenskap.

Indien die drieledige doel ondersoek word, kom die volgende na vore in die bespreking van elk: Melding word gemaak van kwessies wat wel die gesindheid van leerders teenoor die lewenswetenskappe positief kan beïnvloed en terselfdertyd aandag gee aan die impak van die affektiewe domein in die lewenswetenskappe, maar weereens word die verwysing na aansluiting by tersiêre studies bevestig. Daar word gemeld dat wetenskaplike kennis en begrip antwoorde moet verskaf oor die aard van die lewende wêreld om ons (Departement van Basiese Onderwys 2011). Hierbenewens kan leerders voorberei word vir ekonomiese aktiwiteite en selfverwesening, asook vir 'n aktiewe deelname in 'n demokratiese gemeenskap wat menseregte waardeer. Die vestiging van verantwoordelike optrede teenoor die omgewing word ook genoem as deel van die doel van die bestudering van die lewenswetenskappe.

Klem word verder gelê op die ontwikkeling van verskeie prosesvaardighede wat in die alledaagse lewe, gemeenskap en werkplek gebruik kan word. Leerders is veronderstel om dié vaardighede te bemeester in 'n omgewing wat kreatiwiteit, verantwoordelikheid en selfvertroue bevorder. Wat pertinent genoem word, is dat leerders mettertyd oor verskeie beredeneringsvermoëns moet beskik terwyl hulle prosesvaardighede gebruik om ondersoek in te stel, te reflekteer, te sintetiseer en te kommunikeer. Die vraag of dit wel gedoen word, kom onmiddellik na vore, maar sal later in die artikel ondersoek word.

Wetenskap en tegnologie het beide 'n goeie en slegte impak op mense se lewens gemaak (Departement van Basiese Onderwys 2011). Gevolglik moet wetenskaplike inhoud versigtig gekies word en verskeie onderrigmetodes gebruik word om die begrip van wetenskap as menslike aktiwiteit te bevorder. Die geskiedenis van die wetenskap sowel as die verhouding tussen lewenswetenskappe en ander vakke, moet beklemtoon word. Hierbenewens behoort die bestudering van die lewenswetenskappe leerders te help om 'n begrip te vorm van hoe die wetenskap bydra tot maatskaplike



geregtigheid en ontwikkeling, asook van die noodsaaklikheid om wetenskaplike kennis verantwoordelik en in belang van die mens, gemeenskap en omgewing te gebruik. Deur wetenskap te begryp kan mense die gevolge van besluite wat etiese kwessies raak, verstaan.

Die doel van die bestudering van lewenswetenskappe, soos saamgevat deur die Departement van Basiese Onderwys (2011), impliseer dat die vakgebied stimulerend, relevant, toepaslik en boeiend behoort te wees. Hierdie standpunt word verwelkom, want dit was waarskynlik juis die aard van klassieke biologiese kurrikula wat gelei het na die afname in belangstelling in die vakgebied. Met die snelle spesialisering in die wetenskap en vooruitgang in tegnologie, het 'n gaping ontstaan tussen wat in kurrikula ingesluit is en hoe die verworwe kennis die leerders in hul daaglikse lewe te pas gekom het. In hierdie verband meld Ost en Yager (1993:284) die volgende: 'A large hiatus exists between the kind of science typical in instructional settings and the type of science value to the individual and to the broader society.' [*Daar bestaan 'n groot gaping tussen die soort wetenskap in tipiese onderrigssituasies en die wetenskapswaarde vir die individu en die breër gemeenskap.* (outeur se eie vertaling)] Alhoewel hierdie mening byna twee dekades gelede uitgespreek is, bly dit geldig. Coil *et al.* (2010) meld dat daar steeds hoofsaaklik gefokus word op die lewer van groot hoeveelhede feite en dat dit bloot aanvaar word dat leerders prosesvaardighede op 'n 'magiese' wyse tydens hul studie sal bemeester. Hierdie outeurs meld ook dat indien meer tyd aan die ontwikkeling van prosesvaardighede gewy word, dit gedoen word ten koste van die onderrig van inhoud en dat onderwysers onder druk is om vakinhoud in die geheel in die kurrikulum te dek. Kurrikula behoort derhalwe aangepas te word om die ontwikkeling van vaardighede, veral prosesvaardighede, in te sluit en sodoende minder maar meer toepaslike leerstof te onderrig.

## Die onderrig van lewenswetenskappe

Ost en Yager (1993) voer aan dat min van die belangrike kwessies in die ervaringsveld van die mens in die moderne samelewing in klassieke biologiese kurrikula weerspieël word en gevolglik nie onderrig word nie. Enige pogings om vrae te beantwoord wat verband hou met kwessies soos armoede, ekonomiese groei, energie of selfs die betekenis van lewe, word deur die erkende definisies van 'n bepaalde akademiese dissipline beperk. Kwessies soos hongersnood, die aard van lewe, die samelewing self, dwelmmisbruik en die toepassing van etik en waardes, is 'n paar van die onderwerpe waarmee leerders in hul daaglikse lewe in aanraking kom, maar omdat hierdie onderwerpe nie netjies in tradisionele biologiese kurrikula pas nie, word hulle vermy. Vir baie behels die vakgebied die memoriseer van terminologie en definisies verwant aan plante- en diereklassifikasie, anatomie, morfologie en fisiologie (Hershey 1992; Howitt 2008; Wood 2009), disseksies van diere en organe, die leer van 'onderdele' (onderdele van die sel; onderdele van die brein; onderdele van die mikroskoop, ensovoorts), en 'n gestoei met biochemiese diagramme wat

nie sin maak nie. Die inhoud benadeel die beeld van die vakgebied inderdaad omdat die waarde daarvan nie op die alledaagse lewe van leerders van toepassing gemaak word nie. Soos voorheen gemeld, is dit juis waarom die verandering van biologie na lewenswetenskappe gemaak is.

Alhoewel die nuwe KABV van lewenswetenskappe (Departement van Basiese Onderwys 2011) poog om relevansie te beklemtoon deur toepaslike onderwerpe in te sluit, is daar steeds te veel stof wat gedek moet word en wat leerders bloot gaan memoriseer. Gevolglik is dit onwaarskynlik dat onderrigmetodes wat in die verlede gebruik is, gewysig gaan word, ongeag die groot, direkte impak wat dit op persepsies van die lewenswetenskappe het. Wood (2009) stel dit onomwonde dat tradisionele onderrigmetodes wat in die meeste sekondêre skole en voorgraadse kursusse gebruik word, ver van optimaal is om leer te bevorder. Dit beïnvloed leerders se toekomstige persepsies van wetenskap en hoe dit die groter gemeenskap raak. Onderwysers het die plig om burgerlike verantwoordelikheid by leerders te vestig en daarom behoort die taak van onderwysers wat lewenswetenskappe gee, nie by die onderrig van vakinhoud te eindig nie. Leerders moet die geleentheid kry om die implikasies van hul kennis prakties te oorweeg (Caccavo 2008). Die verband tussen belangrike gemeenskapsvraagstukke en wat leerders op skool leer, kan nie net geïgnoreer word nie.

Volgens DeHaan (2009) het hervormers van wetenskap onderrig al vir baie dekades die idee voorgehou dat:

... learners should be engaged in the excitement of science; they should be helped to discover the value of evidence-based reasoning and higher-order cognitive skills, and be taught to become innovative problem solvers. [... leerders behoort betrek te word by die opwindende van wetenskap; hulle moet gehelp word om die waarde te ontdek van beredenering gebaseer op bewyse en hoër kognitiewe vaardighede, en onderrig te word om innoverende probleemoplossers te word.] (bl. 172, [outeur se eie vertaling])

Die afleiding wat hieruit gemaak word, is dat ongeag die aard van die vakinhoud wat in die kurrikulum vervat word, die onderrigstrategieë en -metodes wat in gebruik is eintlik vir die afname in belangstelling verantwoordelik is. Coil *et al.* (2010) meld dat onderrigmetodes wat bloot op vakinhoud fokus, vir leerders oninspirerend is en dat dit die oorsaak is hoekom hulle alternatiewe vakrigtings kies. Praktiese werk, wat veronderstel is om die belangstelling van leerders te wek, behels meestal die bestudering van mikroskoopplaatjies, fisiologiese of biochemiese toetse op plante of dele van plante (soos die bekende styseltoets in blare, verwydering van chlorofiel en tropismes) wat vir leerders irrelevant en vervelig is (Hershey 1992). Die aard van die inhoud kan dalk die probleem wees, maar die bevestigende en resepmatige gebruik van sodanige praktiese werk, is die grootste probleem.

Coil *et al.* (2010) se navorsingsbevindings oor die onderrig van prosesvaardighede toon dat die meeste van hul respondente (wat almal onderwysers is) grotendeels op die oordra van vakinhoud fokus en dat dit die hoofrede is waarom die ontwikkeling van prosesvaardighede afgeskeep word. Die onderwysers erken die belangrikheid van die



prosesvaardighede, maar hou vol dat die eise van oorlaaide kurrikula te min tyd oorlaat vir die korrekte implementering daarvan. Die probleem is nie nuut nie en is vroeër reeds deur Caccavo (2008) aanhangig gemaak:

Science faculty often feel burdened under the sheer mass of information that must be conveyed over the semester, and the hot breath of getting through the textbook provides a persistent tingling at the napes of their necks. [*Wetenskaponderwysers voel menigmaal oorveldig deur die loutere massa van inligting wat in 'n semester oorgedra moet word en die druk om deur die handboek te werk hang soos 'n swaard oor hul koppe.*] (bl. 333, [outeur se eie vertaling]).

Omdat onderwysers onder die verpligting is om deur die hele voorgeskrewe inhoud te jaag, kan leerders nooit die vaardighede ontwikkel om byvoorbeeld wetenskaplike verslae wat in die media verskyn te bevraagteken nie, of om ingeligte besluite te neem oor kwessies wat met beleid en die omgewing te make het nie. As die verwaarlosing van die onderrig van prosesvaardighede volgehou word, word nie slegs belangstelling in lewenswetenskappe geskaad nie. Dit sal ook 'n langtermyninvloed op leerders, en gevolglik ook die samelewing in die geheel, hê:

Although content is clearly important, science process skills provide the tools and ways of thinking that enable students to build the robust conceptual framework needed to gain expertise in the life sciences. [*Alhoewel vakinhoud duidelik belangrik is, verskaf wetenskapprosesvaardighede die gereedskap en denkwysse wat studente help om die stewige konseptuele raamwerk te skep wat noodsaaklik is vir vernuftigheid in die lewenswetenskappe.*] (Coil et al. 2010:533, [outeur se eie vertaling])

As leerders wetenskapsprosesvaardighede bemeester, help dit hulle om 'n konseptuele raamwerk te ontwikkel waarin nuwe inhoud gevoeg kan word en om hul benadering tot leer as wetenskaplikes te benader.

## Wat kan aan die situasie gedoen word?

Coker (2009) meld dat die mens tans die wêreld se ekosisteme so verander dat baie spesies gaan uitsterf; terselfdertyd maak biotegnologiese ontwikkeling dit egter moontlik om bestaande organismes deur genetiese manipulasie te dupliseer en nuwe organismes te skep. Hierbenewens is die skeidslyn tussen 'lewend' en 'nielewend' aan die vervaag. Gevolglik beïnvloed die mens die ewolusieproses. Die toekoms van lewe hang dus gedeeltelik af van watter denkpatrone die lewenswetenskappe in die volgende geslagte inprent. Leerders moet derhalwe die geleentheid kry om oor wetenskaplike konsepte te besin, te reflekteer en aspekte rondom bio-etiek te bespreek. Die werk waarmee leerders besig is, moet gevolglik vir hulle saak maak.

Alhoewel die KABV (Departement van Basiese Onderwys 2011) relevansie van sekere aspekte van die inhoud beklemtoon, gaan dit nie 'n merkwaardige invloed op die onderrigbenadering van onderwysers hê nie. Vakinhoud gaan steeds aangebied word op so 'n wyse dat leerders dit stellig sal memoriseer en praktiese werk sal steeds as bevestiging van die teorie dien. Op die kort termyn gaan niks verander

nie en gaan belangstelling in die vakgebied net verder daal. 'n Drastiese herbeskouing van wat en hoe geleer word, is onafwendbaar. Die eerste stap is om te herbesin oor wat in die lewenswetenskap-kurrikulum moet verskyn.

Pogings moet aangewend word om leermateriaal wat hoofsaaklik gememoriseer moet word te verminder. Hierbenewens moet assessering eerder op die evaluering van die bemeestering van prosesvaardighede fokus. Dit impliseer 'n totale herstrukturering van die kurrikulum om leerdoelstellings en -doelwitte in te sluit wat vaardigheidsgeoriënteerd is. Juis omdat dit onmoontlik is om vakinhoud volledig te dek is dit nodig om keuses te maak, en om dit te kan doen, moet bepaalde vroeë gevra word, soos:

- Wat is die belangrikste aspekte van lewenswetenskappe wat leerders moet weet?
- Watter vaardighede het leerders nodig om tred te hou met veranderinge in die lewenswetenskappe?
- Hoe sal die geselekteerde inhoud en vaardighede onderrig word?
- Watter opleiding sal onderwysers benodig om sukses te verseker?
- Watter leerstrategie van leerders moet in ag geneem word?
- Hoe sal leerders geëvalueer word om te bepaal of hulle die noodsaaklike vaardighede bemeester het, al dan nie?

Inhoud moet so geselekteer word dat dit aan die hand van prosesvaardighede onderrig kan word. Leerders behoort vaardighede te ontwikkel om bepaalde probleme te identifiseer en oefening te kry om sodanige probleme af te baken, te verduidelik en te verfyn. Kritiese denke en bevraagtekeningsvaardighede kan deur inoefening ontwikkel word. Wat die omvang en aard van 'n bepaalde probleem betref, meld Ost en Yager (1993) die volgende:

For our purposes, a problem is considered *real* when the individual is able to identify it as a problem. A problem is considered *comprehensive* when its solution requires more than simple knowledge within the discipline. [*Vir ons doeleindes word 'n probleem as werklik beskou wanneer 'n individu dit as 'n probleem kan identifiseer. 'n Probleem word as omvattend beskou wanneer die oplossing daarvan meer as basiese kennis binne die dissipline verg.*] (bl. 286, [outeur se eie vertaling])

As leerders die probleem as werklik ervaar, sal die oplossing daarvan waardevol vir hulle wees en betekenis hê. Uiteraard sal sulke probleme verband hou met leerders se omgewings, ervarings en kennis, en gevolglik geloofwaardig wees.

In die strewing na die ontwikkeling van prosesvaardighede en 'n lewenswetenskap-denkwysse en -geletterdheid by leerders, is aktiewe leer noodsaaklik (Brill, Falk & Yarden 2004). Omdat leerders beter leer wanneer hulle aktief betrokke is, moet hulle die geleentheid kry om kwessies te bespreek, te skets, daarvoor te lees, probleme op te los, eksperimente te ontwerp en uit te voer en navorsingsprojekte aan te pak. Weereens kan dit slegs gedoen word as die kurrikulum daarvoor voorsiening maak sodat leerders begelei word om ondersoekvaardighede te ontwikkel en toe te pas (Zion et al. 2004). Onderwysers sal egter opgelei moet word om hierdie strategie te fasiliteer.



Gereelde formatiewe assessering en terugvoer is noodsaaklik. Assessering moet sover moontlik nie memorisering van inhoud toets nie, maar eerder die begrip van konsepte, wat die vermoëns van ontsluiting en toepassing bepaal. Gevolglik is dit belangrik om 'n konteks te voorsien sodat leerders die verband tussen wat hulle geleer het en 'n bepaalde kwessie kan insien terwyl hulle kennis toepas. Leerders behoort aangemoedig te word om hul begrip van nuwe konsepte te ondersoek en daarvoor te reflekteer deur dit byvoorbeeld aan ander leerders te verduidelik. Op hierdie wyse kan leerders die nodige vaardighede ontwikkel en dit hulle werklik bemagtig.

## Gevolgtrekking

Om belangstelling in die lewenswetenskappe te stimuleer is dit noodsaaklik dat skoolkurrikula weldeurdag saamgestel word. Vandag se leerders word aan gevorderde tegnologie blootgestel en kan inligting maklik bekom. Dis gevolglik sinloos om hul koppe vol kennis te prop wat hulle maklik kan naslaan. Wat van meer waarde vir leerders en mettertyd die gemeenskap sal wees, is die bemeestering van prosesaardighede aan die hand van relevante inhoud en onderrigmetodes. Nie net sal dit leerders se waarnemings- en kommunikasievermoëns ontwikkel nie, maar sal dit ook bydra tot die interpretasie van kwessies wat die individu en die betrokke gemeenskap raak.

## Erkenning

### Mededingende belange

Die outeur verklaar dat sy geen finansiële of persoonlike verbintenis het met enige party wat haar nadelig kon beïnvloed in die skryf van hierdie artikel.

## Literatuurverwysings

- Brill, G., Falk, H. & Yarde, A., 2004, 'The learning processes of two high-school biology students when reading primary literature', *International Journal of Science Education* 26(4), 497–512. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069032000119465>
- Caccavo, F., 2008, 'The biology of HIV/AIDS: A case study in community engagement', *The American Biology Teacher* 70(6), 333–335. [http://dx.doi.org/10.1662/0002-7685\(2008\)70\[333:TBOAAC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1662/0002-7685(2008)70[333:TBOAAC]2.0.CO;2)
- Coil, D., Wenderoth, M.P., Cunningham, M. & Dirks, C., 2010, 'Teaching the process of science: faculty perceptions and an effective methodology', *CBE Life Sciences Education* 9, 524–535.
- Coker, J.S., 2009, 'Reinventing life: Introductory biology for a rapidly evolving world', *The American Biology Teacher* 71(5), 281–284. <http://dx.doi.org/10.1662/005.071.0507>
- DeHaan, R.L., 2009, 'Teaching creativity and inventive problem solving in science', *Life Sciences Education* 8, 172–181. <http://dx.doi.org/10.1187/cbe.08-12-0081>, PMID:19723812
- Departement van Basiese Onderwys, 2011, *Kurrikulum en assessering beleidsverklaring – Lewenswetenskappe – Graad 10–12*, Staatsdrukkery, Pretoria.
- Hershey, D.R., 1992, 'Making plant biology curricula relevant', *BioScience* 42(3), 188–191. <http://dx.doi.org/10.2307/1311824>
- Howitt, S., Anderson, T., Costa, M., Hamilton, S. & Wright, T., 2008, 'A concept inventory for molecular life sciences: How will it help your teaching practice?', *Australian Biochemist* 39(3), 14–17.
- Ost, D.H. & Yager, R.E., 1993, 'Biology, STS and the next steps in program design and curriculum development', *The American Biology Teacher* 55(5), 282–287.
- Prokop, P., Prokop, M. & Dale Tunnicliffe, S., 2007, 'Is biology boring? Student attitudes toward biology', *Journal of Biology Education* 42(1), 36–39. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2007.9656105>
- Simpson, R. & Oliver, J., 1990, 'A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students', *Science Education* 74, 1–18. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730740102>
- Sundberg, M.D., Kormondy, E.J., Carter, J.L., Moore, J., Postlethwait, S. & Thornton, J., 1992, 'Reassessing the commission on undergraduate education in the biological sciences', *BioScience* 42(6), 442–447.
- Trumper, R., 2006, 'Factors affecting junior high school students' interest in biology', *Science Education International* 17(1), 31–48.
- Wood, B.W., 2009, 'Innovations in teaching undergraduate biology and why we need them', *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 25, 93–112. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.cellbio.24.110707.175306>, PMID:19575638
- Zion, M., Shapira, D., Slezak, M., et al., 2004, 'Biomind – a new biology curriculum that enables authentic inquiry learning', *Journal of Biological Education* 38(2), 59–67. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2004.9655903>