

Is natuurkunde in context leerbaarder?

■ P. Lijnse/ Zeist

Dit is het derde van een aantal artikelen door deze auteur over de 'nieuwe natuurkunde'.

Motief

"Contexten zijn geen doel op zich, maar een middel om leerlingen begrip van de natuurkunde bij te brengen en ze het vak te laten ervaren als experimentele wetenschap." Aldus NiNa. Het lijkt alsof het hier dus gaat om een verondersteld leerbaarheidsaspect, dat als volgt nog iets nader wordt uitgewerkt: "In de contextconceptbenadering fungeren de contexten als brug tussen de (intuïtieve) begrippen en voorstellingen waar leerlingen al over beschikken en natuurwetenschappelijke concepten en de bijbehorende denk-

en werkwijzen." LeNa maakt zich vooral druk om de dreigende overladenheid, onhaalbaarheid en onduidelijkheid van de NiNa-voorstellen. Daarnaast wijst ze op het feit dat transfer van de ene context naar de andere niet automatisch plaatsvindt en zegt ten slotte: "Het eindexamen is leerbaar omdat door studeren en oefenen met oude opgaven antwoorden zijn te geven op originele vragen". In hoeverre zijn deze veronderstellingen terecht, vragen we ons af.

Leerbaarheid op begripsniveau

Zijn begrippen in context gemakkelijker te leren? Er is, bij mijn weten, geen bewijsmateriaal dat daarop wijst. Zo concludeert Van der Valk¹: "We hebben te gemakkelijk aangenomen dat realiteitsgericht onderwijs goed is voor het *leren van kernbegrippen* uit een natuurwetenschappelijk vakgebied. Er blijken aan het

gebruik van aan de realiteit ontleende situaties bezwaren te kleven vanwege (1) de complexiteit van de meerderheid van de situaties: veel begrippen en relaties spelen tegelijkertijd een rol; en (2) de leefwerelddenkenbeelden die door dergelijke situaties bij leerlingen kunnen worden opgeroepen."

Daardoor is het ook *onvermijdelijk* dat er een groter accent op taal komt te liggen². Hieruit volgt dus ook dat NiNa te gemakkelijk schrijft over contexten als een brug tussen intuïtieve kennis en natuurkundige kennis. Die brug kan soms een hinderenis blijken te zijn. Immers, als leerlingen beschikken over intuïtieve kennis van bepaalde contexten, dan ontkom je er niet aan om daar zorgvuldig mee om te gaan. En eigenlijk weten we nog lang niet hoe dat moet. Het door NiNa gepropageerde Kolb-model geeft daarvoor in ieder geval geen aanwijzing. De reactie van Pieters (NTvN, dec2006) op de door Brouwer (NTvN, dec2006) geuite bedenking dat het maar de vraag is of leerlingen, gezien hun diepgaande misconcepties op velerlei gebieden, wel ooit bij de grens van de natuurkunde kunnen uitkomen, is nogal merkwaardig. Pieters schrijft dat natuurkunde zoveel meer te bieden heeft dan een jarenlange therapie voor misconcepties. Maar het is het een of het ander. Of je streeft diepgang in begripsvorming na, en dan ontkom je er niet aan om steeds zorgvuldig om te gaan met de (mis)concepties van leerlingen (al of niet opgeroepen door de context). Of je doet dit laatste niet, maar dan kun je ook niet volhouden dat je het eerste nastreeft. En ten slotte, wat betekent het leren van begrippen in context voor hun algemene toepasbaarheid? Algemeen bekend is dat transfer van kennis moeilijk te verwezenlijken is. Wanneer een begrippenkader alleen in een bepaald contextgebied wordt onderwezen, mag niet worden verwacht dat het voldoende wendbaar is geworden voor toepassing in andere situaties, c.q. contextgebieden. Een mogelijke

Leerbaarder begrippen door de context?

Foto: Gerard Stout.



consequentie hiervan is dan dat het beperkende contextgebied wordt opgenomen in het examenprogramma. En als men dat niet wil, zal men andere wegen moeten zoeken om de gewenste wendbaarheid alsnog te bereiken. In het PLON-project werd dit, overigens met onvoldoende succes, nagestreefd door de thema-blok structuur van het vwo-curriculum. In het NiNa-voorstel wordt aan deze problematiek verder geen aandacht besteed. Ook LeNa heeft hierop geen antwoord. Het is juist dat oefening belangrijk is voor wendbare begripsvorming – oude opgaven kunnen daarvoor heel geschikt zijn – maar tegelijk weten we dat de daaruit resulterende wendbaarheid gewoonlijk beperkt blijft tot variaties op diezelfde opgaven. Die resulterende originaliteit valt dus wel mee (of eigenlijk tegen).



De auteur betoogt.
Foto: Andrea Denotti, denotti.com.

Leerbaarheid op curriculumniveau

LeNa wijst terecht op het probleem van de leerbaarheid van het NiNa-voorstel. Immers, het zou moeten gaan om grote diepgang in een veelheid van ‘moderne’ contexten en begrippen, die ook nog in minder dan de huidige beschikbare tijd moeten worden onderwezen. Enige twijfel over het realiteitsgehalte hiervan is dan niet overdreven. Juist ook omdat NiNa programmaoverladenheid noemt als één van de bottlenecks van de huidige situatie! Gezien de in grote mate hiërarchische opbouw van natuurkundige ken-

nis lijkt het me opnieuw van tweeën één. Of je kiest voor moderne natuurkunde, maar dan kun je de conceptuele diepgang waarschijnlijk wel vergeten. Het gevaar is dan groot dat je moet volstaan met een zeker niveau van ‘popularisering’. Of je kiest voor conceptuele diepgang, maar dan is het maar de vraag hoever je überhaupt kunt komen wat betreft ‘moderne’ natuurkunde.

Ook dit betreft immers een oud probleem. Al vele jaren worden pogingen gedaan het natuurkundeonderwijs inhoudelijk te moderniseren, en al even zovele jaren blijkt dat we daar onvoldoende in slagen. Kort gezegd komt het altijd neer op tijdgebrek. Leren kost tijd, en alle pogingen om dat te veel te versnellen, leiden tot begripsforcering (en misconcepties) en dus tot onvoldoende begrijpen. Iedereen ‘weet’ dat, en toch willen we er, vernieuwingscommissies voorop, steeds niet aan. “*Man braucht Zeit*”, schreven Jung en Wiesner over de invoering van quantumfysica³, want: “*Lernen ist ein Prozess des Vertrautwerdens und des Hineinwachsens, vergleichbar dem*

Een goed leer- en onderwijsbaar programma is het beste middel voor de ook zo gewenste motivatieverhoging

Hineinwachsen in eine andere Kultur”. En Arons⁴ was nog duidelijker. “*There is an understandable desire in the physics community for earlier introduction of students to aspects of modern physics. In some quarters these dreams of accelerated learning extend to advocacy of injection of the results of quantum mechanics, nuclear physics, and high energy physics as early as freshman, or even high school, level. In light of what we have been learning in recent years about cognitive development and concept formation, I doubt that genuine learning and understanding of such material is feasible at such early stages.*” Natuurlijk kunnen we het Amerikaanse systeem niet zonder meer vergelijken met het onze, en is het best mogelijk dat wij wat verder kunnen komen, zoals in het Project Moderne Natuurkunde is geprobeerd, maar wat Arons schrijft lijkt verdacht veel op onze ervaringen met het WEN-programma⁵ (Lijnse, 1993), waarvan NiNa zegt dat het juist niet modern genoeg is. Arons schrijft verder: “*It must be kept in mind that all of what we call ‘modern physics’ deals with levels of insight not direct-*

ly accessible to our senses. Students need time to absorb and comprehend the inferences drawn from the classical experiments that led to the deep insights we now assert so quickly and casually.” We zullen dan ook in ons onderwijs een conceptueel ‘gladgestreken’ historisch proces moeten volgen, omdat we daarin de vragen kunnen vinden die tot het exploreren van een diepere conceptuele laag hebben geleid. Ook al zegt NiNa dat het natuurkundeprogramma teveel historisch bepaald is: “Het huidige natuurkundeprogramma is voornamelijk gestoeld op de kennis van de natuurkunde zoals die al bestond aan het einde van de negentiende en de eerste helft van de twintigste eeuw. De gebruikelijke benadering van het schoolvak is die vanuit de historie.” Welnu, daar is een goede reden voor, namelijk: leerbaarheid. Arons kiest zelfs voor het standpunt dat het Bohr-atoom ongeveer het haalbare eindniveau is. “*To achieve this, it is impossible to include all the conventional topics of introductory physics. One must leave gaps, however painful this may seem. How does one decide what to be left out? One powerful way,*

in my experience, is to define what I call a ‘story line’.”

Hiermee wijst hij op de noodzaak van curriculumplanning. In zijn opvatting moet een curriculum gepland worden vanuit duidelijke conceptuele einddoelen. Van daaruit kun je ‘van boven af’ conceptuele curriculumlijnen ontwikkelen, zodat het curriculum als geheel interne conceptuele samenhang en consistentie vertoont en dat verzekerd is dat de nodige voorkennis ook inderdaad is onderwezen. Het gaat hier dus om een didactisch ontwerp van een goed *onderwijstraject*. Op die manier zijn einddoelen, conceptuele inhoud en leerbaarheid consistent met elkaar in evenwicht te brengen. Met als mogelijk nadeel geringere flexibiliteit en dat ‘andere belangrijke’ begrippen buiten het curriculum kunnen vallen. In zo’n opzet kan het dus niet gebeuren dat conceptuele einddoelen, zoals bij NiNa leken te zijn gegeven door het domein *Quantumwereld en Relativiteit*, ineens facultatief gemaakt worden. Dit illustreert dat in ons land programma’s niet

worden vastgesteld op grond van een doordachte didactiek. Dat wil zeggen: niet op grond van consistente curriculumlijnen, maar door het vaststellen van 'noodzakelijke' begrippen, zodanig dat elk deel-

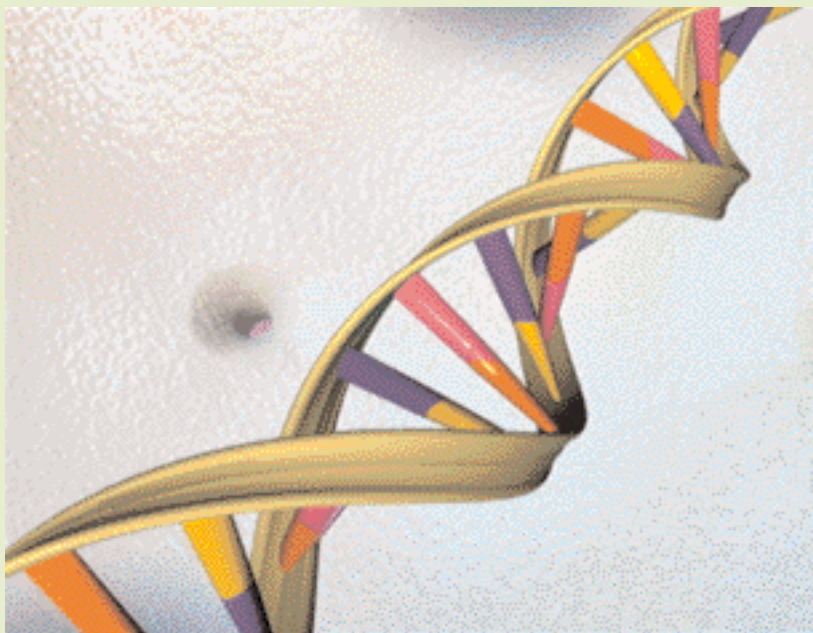
Nadruk op contexten verstoort eerder de gewenste samenhang dan dat ze die versterkt

gebied in 'voldoende mate' tot zijn recht komt. Het programma is dan de optelsom van deze delen. Dit leidt dus eerder tot overladenheid en gebrekkige afstemming dan samenhang. Zeker als ook nog flexibiliteit in curriculumkeuzen wordt nagestreefd. Nadruk op contexten verstoort dan eerder de gewenste samenhang dan dat ze die versterkt. Het is prachtig om flexibiliteit na te streven en samenhang met scheikunde en biologie, maar dat heeft een prijs. Als dat ten koste gaat van de interne samenhang en uitlijning van het natuurkundecurriculum, dan is de vraag of het kind niet met het badwater wordt weggegooid. Ik snap dat NiNa deze al jaren bestaande problematiek niet eventjes heeft kunnen oplossen, maar een beter onderbouwde argumentatie over de voor- en nadelen van door hen gemaakte keuzen zou discussie daarover gemakkelijker hebben gemaakt. Tenslotte is een goed leer- en onderwijsbaar programma misschien nog wel het beste middel voor de ook zo gewenste motivatieverhoging.

Noten

1. Valk, A.E. van der (1992). *Ontwikkeling in Energieonderwijs*. Utrecht: CDβ-Press.
2. In dit verband is het nuttig om nog even te memoren aan het protest van enkele jaren geleden van een aantal fysieke prominenten tegen contextrijke eindexamens die meer om tekstanalyse zouden vragen dan om fysisch inzicht. In navolging daarvan suggereert NiPro dat eventuele problemen met contexten meer te maken zouden hebben met uitgebreide leesteksten dan met contexten als zodanig. Een onzinnig argument, mijns inziens.
3. Jung, W. & Wiesner, H. (1985). Unterricht über Quantenmechanik. *Physica Didactica*, 12.
4. Arons, A. (1990). *Guide to introductory physics teaching*. New York: Wiley.
5. Lijnse, P.L. (1993). *Leerplandocument: Structuur der materie*. Enschede: SLO.

Biologie & Poëzie



Voorbeschikt

Mijn lot, en al mijn doen en laten
en waar ik ga en waar ik sta,
blijkt plotseling in hoge mate
gestuurd door de genetica.

Meende ik eenmaal ongedwongen
mijn zelfgekozen weg te gaan,
opeens ben ik ervan doordrongen
op weg te zijn naar Ispahaan.

Want wat er nog aan moois of lelijks
gebeuren mag, gebeuren moet,
in een dooreengevlochten helix
staat het geschreven in mijn bloed.

En waar ik mij ontkomen achtte
aan de predestinatieleer,
vind ik haar in een nooitgedachte,
noodlottiger gedaante weer.

Jan Pierre Rawie

*Met 'Ispahaan' verwijst de
dichter naar P.N. van Eycks
gedicht 'De tuinman en
de dood'
waarin de tuinman denkt de
dood te ontvluchten door
naar (het Perzische)
Ispahaan te gaan, terwijl hij
daar nu juist door de dood
wordt opgehaald.*

*Ingestuurd door Ton Umans.
Heeft u ook ergens een mooi gedicht
over natuurwetenschap gelezen?
Mail het naar m.bruinvels@orange.nl.
Hartelijk dank!*