

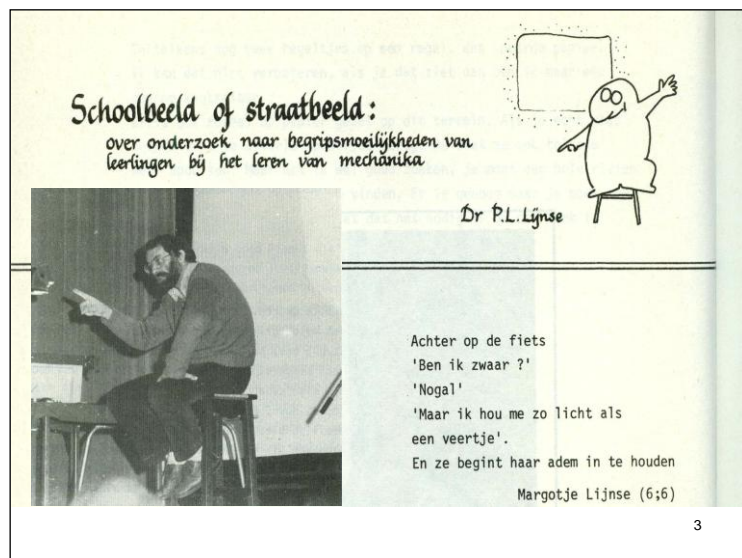
Een Canon van de Natuurkunde-Didactiek?

P.L. Lijnse

Emeritus hoogleraar Natuurkunde-Didactiek, Universiteit Utrecht

Inleiding

Allereerst mijn dank aan de organisatie voor deze uitnodiging. Mij is gevraagd iets te vertellen over de historie van de natuurkundedidactiek. Het *einde* van die historie is duidelijk, dat hebt u zojuist gehoord in de presentatie over de nieuwe natuurkunde. Maar het begin, en alles er tussenin, is minder eenduidig.



Als je, zoals ik, tegen de zeventig loopt, dan betekent deze vraag tegelijk dat het voor een belangrijk deel gaat over de historie van je eigen werkzame leven.

Zo maakte ik in 1981 mijn debuut op Woudschoten, met een lezing over 'Straatbeeld of Schoolbeeld'. Een verhaal over wat toen een belangrijke didactische ontwikkeling leek te worden, aandacht voor misconcepties van leerlingen. Het was het begin van het didactisch onderzoek, waarvan ik toen veel verwachtte. Het was toen trouwens sowieso een optimistische tijd. Het

was ook de tijd van het PLON-project, de nationale tegenhanger van de grote buitenlandse vernieuwingsprojecten uit de decennia daarvoor. En daarmee heb ik tegelijk twee hoofdzaken uit de natuurkundedidactiek aangestipt:

1. Curriculumontwikkeling, keuze van inhoud: het WAT!
2. Onderwijzen van begrippen en werkwijzen: het HOE!

En dat zullen dan ook de hoofdthema's zijn in de rest van mijn verhaal. Maar eerst nog even terug naar het al gememoreerde optimisme. Dat deed toen ook opgang in veel breder verband. We hadden immers in de jaren zeventig het kabinet Den Uyl gehad, met onderwijsminister

Van Kemenade, die vooral beroemd, of zo u wilt berucht, is geworden vanwege zijn contourennota. Gelijke kansen voor iedereen, vorm te geven in een middenschool. Dit weerspiegelde het optimisme van de maakbare rechtvaardiger samenleving, met het onderwijs als spil en motor. Helaas is dit een illusie gebleken. De middenschool is er nooit gekomen. Wel allerlei meer of minder brede, en kortere of langere brugperiodes, en ten slotte de basisvorming, die inmiddels weer is afgeschaft. Net als het studiehuis, maar dat had een andere achtergrond.

De Commissie Dijsselbloem heeft recentelijk al dat soort grote onderwijsvernieuwingen onder de loep genomen en geconcludeerd dat er veel is misgegaan. Maar ondertussen is er wel heel veel energie gaan zitten in het implementeren van al deze systeemveranderingen. Het vreemde is dat als je het op wat langere termijn bekijkt, soortgelijke vernieuwingsvoorstellen keer op keer opnieuw naar voren lijken te worden gebracht. Het is net alsof onderwijsvernieuwing geen geheugen heeft. Alleen de maatschappelijke context is steeds anders. Daardoor verandert er wel voortdurend van alles, maar wordt het onderwijs daarvan nu ook echt beter? Of is er veeleer sprake van wat je de *dictatuur van de dynamiek* zou kunnen noemen. Kortom, niet echt een gunstig uitgangspunt voor een canon!

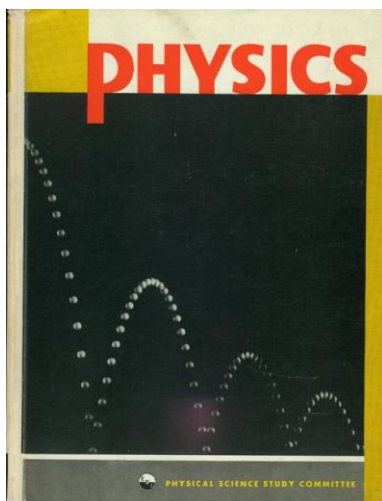
Laten we desalniettemin toch eens in de historie op zoek gaan naar elementen die opname in zo'n canon zouden verdienen. Wat zijn bijvoorbeeld de belangrijkste ontwikkelingen in het natuurkundeonderwijs geweest, zoals die door allerlei vernieuwingscommissies zijn bepleit? En heeft didactisch onderzoek daar nog iets aan toegevoegd?

Om maar ergens te beginnen, in 1928 formuleerde de NNV-commissie Fokker het volgende: *“Het doel van het onderwijs in de natuurkunde bestaat in het aanbrengen van de kennis der voornaamste natuurkundige verschijnselen en der wetten waardoor zij worden beheerst, op een wijze die uit proefondervindelijke waarneming opklimt tot het natuurkundig begrip, om de uit zulk begrip volgende conclusies wederom aan het experiment te toetsen, zodat de leerling ervaart hoe natuurkundekennis wordt verkregen en is verkregen. Het moet leiden tot kennis van de belangrijkste theorieën, bekendheid met de voornaamste toepassingen der natuurkunde in het dagelijks leven en in de techniek, en inzicht in de historische ontwikkeling van enkele problemen.”*

We zien hierin een drietal kernelementen:

1. *Inhoud*: voornaamste wetten/theorieën/begrippen

2. *Methode*: hier wordt een belangrijk uitgangspunt voor de didactiek gekozen, nl: dat het natuurkundig proces ook model staat voor het onderwijzen van natuurkunde; hier dus de inductieve methode, met de onbevangen waarneming. Het is duidelijk, aldus deze commissie, dat *eigen ervaringen*, het *zelf doen der dingen* andere indrukken in de ziel achterlaat, dan het zien doen of het horen zeggen door een ander.



3. *Context*: ook al bestond die term toen nog niet, de genoemde verschijnselen en toepassingen in leefwereld en techniek, met een beetje historie, zijn wel degelijk contexten.

Kortom, er lijkt eigenlijk niets nieuws onder de zon, zij het dat door de voortgang in wetenschap en techniek een regelmatige updating van deze zaken nodig zou kunnen zijn. In hun eigen woorden ging het deze commissie er vooral om natuurkunde als experimentele wetenschap te onderwijzen vanwege de grote *vormende kracht*, de intellectuele vorming, die daarvan uit zou gaan. Toen was de zaak nog eenvoudig: natuurkundeonderwijs voor het leren van natuurkunde, als doel op zich. Maar in de loop der jaren bleek dat niet genoeg te zijn. Natuurkundeonderwijs moest ook steeds meer gaan bijdragen aan het be-

reiken van algemenere doelen, zoals bredere persoonlijke en maatschappelijke vorming. De daarbij horende didactiekontwikkelingen van de laatste 50 jaar kunnen we, naar mijn idee, ruwweg indelen in drie perioden. Perioden die elkaar overlappen en tot op zekere hoogte ook op elkaar voortbouwen. Ik wil die nu achtereenvolgens in wat meer detail schetsen.

1960-1985 Structuur van de Discipline en Natuurkunde Doen!

Om te beginnen met de eerste periode, waarin de nadruk internationaal verschoof naar wat de 'theoretische structuur van de discipline' genoemd werd en naar het serieus nemen van 'natuurkunde doen'.

"... the curriculum of a subject should be determined by the most fundamental understanding that can be achieved of the underlying principles that give structure to that subject".

Aldus een bekende uitspraak die ten grondslag lag aan PSSC, het beroemde Amerikaanse project waarmee de curriculumgolf van de jaren 60 en 70 begon. Inhoudelijk kwam dit er op neer dat de corpusculaire bouw der materie tot begin en eindpunt voor curriculumkeuzen werd genomen, ten koste van toepassingen en fenomenologie. Kernbegrippen en kernprincipes, zouden we nu zeggen, volgens Nina.

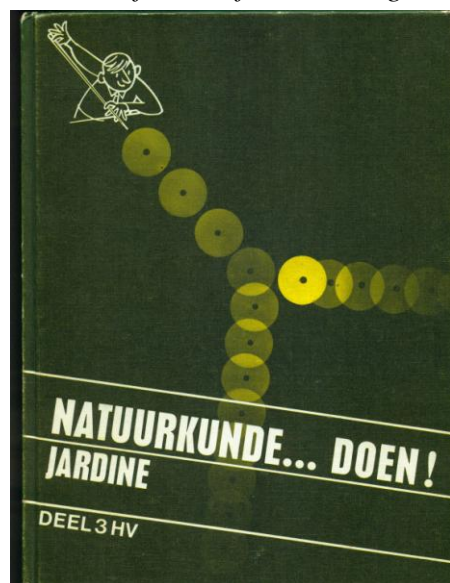
Van deze nadruk op structuur werd verwacht dat het 1) de transfer zou bevorderen, 2) zou leiden tot intellectueel uitdagender onderwijs, en 3) ook beter zou beklijven.

Het moest een einde brengen aan de situatie dat bestaande leergangen: a) een halve eeuw achter waren op de stand van de wetenschap; b) zo overladen waren met details dat ze niet behoorlijk behandeld konden worden in de beschikbare tijd; c) geen enkele structuur vertoonden, maar slechts een losse verzameling van onderwerpen waren; d) zo beheerst werden door toepassingen dat de natuurkunde als wetenschap niet tot haar recht kwam.

Het is frappant dat de eerste twee argumenten (mutatis mutandis) nog niets aan actualiteit lijken te hebben verloren, terwijl de laatste twee tot op zekere hoogte een nieuw toepassingsgebied hebben gekregen in vakken als ANW en NLT.

Naast deze nadruk op theoretische structuur, als middel tot het maken van essentiële inhoudelijke keuzen en het voorkomen van overladenheid (let wel, precies die zaken die nu worden toegeschreven aan de context-concept benadering), was er qua didactische aanpak de nadruk op 'the pupil as scientist'.

'Practical work is essential not just for learning material content, but for pupils to make their own personal contact with scientific work, with its delight and sorrows. They need to meet their own difficulties like any professional scientist and enjoy their own successes, so that the relation of scientific knowledge to experiment is something they understand'. Aldus Eric Rogers, de man achter het beroemde Nuffield curriculum. Er toe leidend dat in dit curriculum het leerboek werd afgeschaft en leerlingen alleen moesten werken met een vragenboek.



Er toe leidend dat in dit curriculum het leerboek werd afgeschaft en leerlingen alleen moesten werken met een vragenboek.

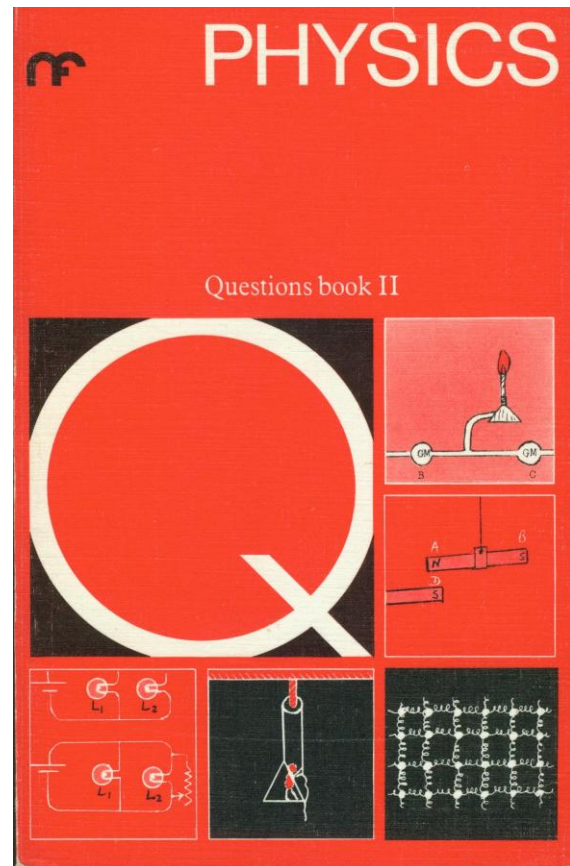
Ofwel: nadruk op ontdekkend leren. De natuur zou immers voor zichzelf spreken, de leerling moest alleen nog leren luisteren. In ons land kwam dit bijvoorbeeld tot uiting in de slogan: natuurkunde doen! En ook die speelt tegenwoordig nog steeds een rol.

Het was de CMLN (1974), een commissie die (net als NiNa nu) vooral bestond uit hooggeleerde natuurkundigen en andere vrijgestelden, die deze aandacht voor de theoretische structuur van de discipline als leidraad overnam. Evenals, in ieder geval voor de onderbouw, voor 'ontdekkend leren en practicum'. Daarmee kwam een sterk accent te liggen op het inzichtelijk leren van con-

cepten. Daarnaast gaf de CMLN ook vorm aan inhoudelijke updating, door middel van een verdeling in kernleerstof en keuzegroepen (waaronder heel geavanceerde als meteorologie, astrofysica, relativiteitstheorie en quantumfysica), omdat ze (net als nu) keuzevrijheid voor docenten en leerlingen belangrijk vonden. En wat minstens zo belangrijk was, daarmee creëerden ze experimenteerruimte voor de invoering van nieuwe onderwerpen.

Maar naast deze inhoudelijke vernieuwing was en is er ook altijd de niet-inhoudelijke invloed van de onderwijspsychologie, in die tijd nog gedomineerd door het behaviorisme. Sturen op gedrag, door belonen en straffen. Onderwijs dat hierop gebaseerd is, ging voornamelijk uit van een passieve opvatting over leren. Het is de docent die het moet doen. Als de docent de informatie maar helder genoeg overdraagt, dan snapt de leerling het ook. Om die informatieoverdracht te structureren werd het onderwijs opgedeeld in kleine hapklare brokken, gestuurd door te formuleren operationele doelstellingen en bijpassende toetsen.

Uit die tijd stamt naast de geprogrammeerde instructie ook het idee van ‘mastery learning’ en individuele studiesystemen¹. Voor het natuurkundeonderwijs is dit uitgewerkt in het Basisstof-Herhaalstof-Verrijksstof-model van het succesvolle DBK-project. Een project dat gericht was op het vormgeven en hanteerbaar maken van differentiatie in de klaspraktijk. Maar daarmee zijn we eigenlijk al aangekomen bij mijn tweede periode.



1975- 2000 Leerlinggerichtheid en doelverbreding (WEN, NABISK)

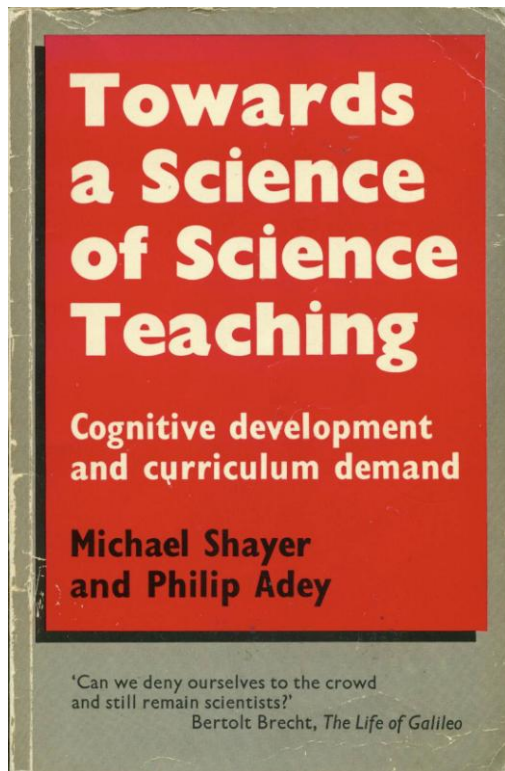
Inmiddels was de pedagogische aandacht verschoven van het leren van vakkennis naar de volledige (zelf)ontplooiing van de leerling. Dit leidde tot een aanzienlijke doelverbreding. Het onderwijs als middel om, zoals eerder al gezegd, leerlingen tot betere en volwaardiger burgers te maken. Zo werd in een ministeriële nota gezegd dat meer aandacht moest worden besteed aan de ontwikkeling van ‘creatief/artistische, technische, huishoudelijke en sociale vaardigheden’. En deze opsomming is nog verre van volledig.

Deze doelverbreding moest niet alleen plaatsvinden door middel van nieuwe vakken, zoals bijvoorbeeld verzorging, techniek, of (geïntegreerd) natuuronderwijs maar ook door didactiekverandering in bestaande vakken. Ook in het vak natuurkunde, zoals dit bijvoorbeeld in het PLON-project werd uitgewerkt. De structuur van de discipline bleef weliswaar uitgangspunt voor de keuze van curriculuminhouden, maar deze moesten wel op een leerlinggerichte en inhoudelijk brede manier worden onderwezen. Dit kwam met name tot uiting in de toenemende aandacht voor de interesse van meisjes, voor techniek, en voor contexten die geacht werden aan te sluiten bij de huidige en toekomstige leefwereld van de leerling. En dat leidt dan onvermijdelijk tot een moeilijk te hanteren spanning t.a.v. te maken keuzen!

¹ Lijnse, P.L., Individuele studiesystemen in universitair natuurkunde onderwijs, *Ned.Tijdschrift voor Natuurkunde*, 41, 119-121, 1975.

Uiteindelijk formuleerde de WEN (1988) dit als: naar meer omgevingsnatuurkunde, toepassingen en natuurkunde in context. Ook werd volgens de WEN, naast de persoonlijke ontwikkeling, ‘voorbereiding op bewust burgerschap’ een van de hoofddoelstellingen. Bij een bijdrage van het natuurkundeonderwijs aan dit laatste doel dacht de WEN aan: bewust consumentengedrag, weerbaarheid in een technische omgeving, een kritische instelling ten aanzien van maatschappelijke problemen met fysieke en technische aspecten, en aan inzicht in de wisselwerking tussen wetenschap, techniek en samenleving.

Ook vroeg de WEN aandacht voor een authentieker beeld van de natuurkunde, waardoor er, naast uiteraard weer de inhoudelijke updating, steeds meer nadruk kwam te liggen op reflectie op aard, methode en maatschappelijke impact van de natuurkunde. Dit alles leidend tot wat tegenwoordig ‘scientific literacy’ wordt genoemd. In ons land werd dit min of meer het hoofddoel van ANW, wat overigens niet tot algemene tevredenheid is gebeurd, zoals we nu weten. Dit weerspiegelt dat te veel doelverbreding soms niet meer is in te passen in één curriculum. De CMLN-keuzegroepen werden door de WEN trouwens weer afgeschaft, want die hadden toch teveel examenproblemen gegeven. Maar voor sommige van die keuzegroepen, zoals Fysische Informatica en Biofysica (vanwege de meisjes), werd ruimte gemaakt in het reguliere programma.



Onderwijspsychologisch kreeg leerlinggerichtheid o.a. vorm door, zoals al gezegd, vooral aandacht voor differentiatie in de klas, vooral om ook de zwakkere leerling zolang mogelijk mee te kunnen nemen. Natuurkunde was immers relevant voor alle leerlingen. Als middel tot deze differentiatie probeerde men, naast een zekere keuzevrijheid op inhoudelijke motivatie (PLON), en op leereffect zoals in het BHV-model, ook meer aan te sluiten bij verschillen in cognitieve ontwikkeling van de leerlingen. In dit verband kreeg toen met name de Piagettheorie, over logische denkpatronen en niveaus in concreet en formeel denken, veel aandacht. Over de realiteit van de Piagetniveaus is sindsdien veel geschreven. Hoe die ook zij, in ieder geval werd met behulp van deze niveaus overduidelijk aangetoond dat de prachtige invloedrijke Nuffield-curricula, qua cognitieve eisen, volstrekt niet aangepast waren aan het niveau van de leerlingen. Ofwel, zelfs ervaren docenten en ontwikkelaars bleken geneigd, meegesleept door hun enthousiasme voor de door hen voorgestane vernieuwingen, het niveau van hun leer-

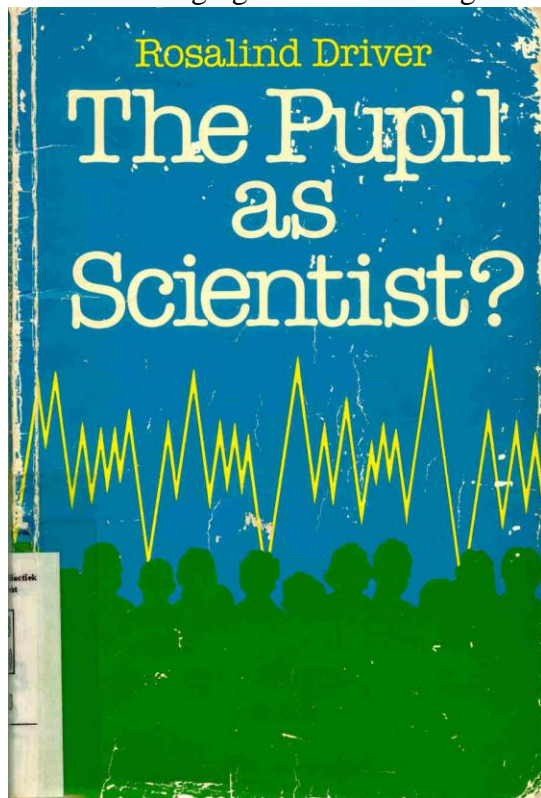
lingen drastisch te overschatten. Een les die we ons, volgens mij, ook heden ten dage nog zeer ter harte kunnen nemen.

Inmiddels is deze aandacht voor de niveaus van Piaget weer grotendeels verdwenen, maar zijn opvatting over kennisverwerving als een actief constructief proces is nog steeds zeer invloedrijk. Deze opvatting sloot direct aan bij de ‘cognitive swing’ in de onderwijspsychologie, waarvan een belangrijk adagium kernachtig werd samengevat door Ausubel:

“The most important factor in influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly”.

Deze uitspraak, waarin het niet gaat om onderliggende denkpatronen maar om de inhoudelijke cognitieve structuur, sloot prachtig aan bij wat sindsdien de triviaal constructivistische opvatting over leren is gaan heten. Nieuwe kennis wordt niet passief overgenomen, maar actief geconstrueerd op basis van al bestaande kennis. Hoe triviaal deze uitspraak ook moge lijken, de didactische consequenties zijn nog niet zo eenvoudig te verwezenlijken. In de praktijk van het onderwijs bleek, en blijkt, op grote schaal niet goed op de voorkennis van leerlingen te worden ingespeeld. Met als gevolg dat het daarop aansluitende, veelal nog vooral op informatie-overdracht gerichte leerproces, als je preciezer gaat kijken, sterk geforceerd verloopt. Met als begrijpelijk resultaat gebrekkig inzicht en vele misconcepties. Grote hoeveelheden onderzoek naar het verloop van leerprocessen, en naar pre- en misconcepties van leerlingen over allerlei begrippen, hebben dit uitgebreid gedocumenteerd. En dat gold niet alleen voor het reguliere onderwijs, maar ook voor de buitenlandse vernieuwingsprojecten uit die tijd en hun Nederlandse tegenhangers als het PLON, DBK en MENT.

Deze aandacht voor preconcepties en constructivisme hield impliciet ook het falen in van het idee van ‘ontdekkend leren.’ De ‘pupil as scientist?’ was nu een *vraag* geworden in plaats van een credo. Vanuit hun voorkennis kunnen leerlingen in een experiment immers vaak helemaal niet datgene zien wat ze juist geacht worden te ontdekken, zodat ze niet anders *kunnen* dan te vragen: “What am I supposed to see sir?” In wetenschapsfilosofische termen valt dit samen met de vervanging van de onbevangen waarnemer door de theoriegebondenheid van de waar-



neming, en de vervanging van de inductieve methode door de hypothetisch-deductieve methode van Popper. Wat dit betreft is het leerzaam om te lezen wat de bekende Engelse didacticus Ogborn hierover recentelijk nog schreef:

“Many theories of the learning of science draw their inspiration, (.....), by relying on some idea of the nature of science. For example, theories which stressed ‘discovery’ as essential to learning science relied on a simple empiricism in which scientific knowledge could be read direct from the face of Nature.(.....). At least we are now clear that this is all nonsense”.

Sindsdien is er veel werk gedaan aan de ontwikkeling van constructivistische onderwijsstrategieën, gericht op ‘begripsverandering’ in plaats van begripsoverdracht, al of niet met toepassing van ICT. Enerzijds moet hierin voldoende ruimte zijn voor de voorkennis, inbreng en constructies van de leerling, en anderzijds voldoende aandacht voor sturing door de docent. ‘Guided discovery’, of zoals Freudenthal het formuleerde ‘guided

reinvention’, waarbij het vinden van de juiste mate van ‘guidance’ een uiterst moeilijke variabele is. Met teveel guidance dreigt weer een geforceerd leerproces en met te weinig guidance worden leerlingen het bos in gestuurd. Daarbij kwam ook steeds meer nadruk te liggen op het sociale constructieproces. Inhoudelijke interactie in de klas, tussen leerlingen onderling en tussen leerlingen en de docent, omdat dit essentieel is voor het bevorderen van inzichtelijke begripsvorming. Natuurkunde leren is immers ook in natuurkundige taal leren denken en communiceren.

Ook al is er zo meer inzicht ontstaan in het soms onverwachte verloop van natuurkundige leerprocessen, het ontwerpen van voor docenten bruikbare strategieën is nog niet zo eenvou-

dig gebleken. En we kunnen dan ook zeker niet zeggen dat er wat dit betreft veel praktisch hanteerbare vooruitgang is gemaakt. Of in ieder geval heeft die vooruitgang de praktijk nauwelijks bereiktⁱⁱ.

In deze strategieën werd in feite steeds geprobeerd de leerling, al of niet door middel van een op te roepen cognitief conflict, te brengen tot reflectie op en zo nodig bijstelling van eigen ideeën. Leerlingen moesten dus steeds meer hun eigen inhoudelijk leerproces kunnen monitoren en reguleren. En dat sloot aan bij een nieuwe onderwijspsychologische ontwikkeling, die steeds meer gericht was op het onderwijzen van vaardigheden en metacognitie. Niet het kennen, maar het kunnen werd belangrijk. Of, anders gezegd, minder aandacht voor weten dat, en meer voor weten hoe en zelfs voor weten waarom. De WEN besteedde hier al aandacht aan, maar dat was nog niets in vergelijking met wat nog moest komen.

1990-2015 Vaardigheden en talent (NABISK, NINA)

“Vaardigheden zijn de inhoud van een gereedschapskist, die leerlingen in staat stelt niet alleen met nieuwe kennis op een verantwoorde wijze om te gaan, maar ook met complexe maatschappelijke en levensvraagstukken, waarmee ze in hun verdere leven geconfronteerd worden.”

Aldus de Stuurgroep Vernieuwing Tweede Fase in 1991. Nadruk op vaardigheden als antwoord op de kritiek van de vervolgoopleidingen van “ze hebben het wel gehad, maar ze kunnen er niets mee”.

Vaardigheden, in allerlei soorten en maten, leren probleem oplossen, leren onderzoeken, leren ontwerpen, leren samen werken, leren besluiten nemen, leren modelleren, leren kennis verwerven, leren informatie verwerken, en als klap op de vuurpijl leren leren, en dat alles ten koste van kennis, omdat die te snel zou verouderen. Een drogredenering, zoals ik op deze conferentie eerder beargumenteerd hebⁱⁱⁱ. Natuurlijk is zelfstandig leren een belangrijk doel, maar het mag niet ten koste gaan van de noodzakelijke vakkennis. Als uit het misconceptie-onderzoek immers één ding is gebleken, dan is het wel dat het leren van natuurkunde, zelfs met de hulp van ervaren docenten, vele problemen kan opleveren. Dus is het absurd te veronderstellen dat leerlingen dat dan grotendeels zelfstandig beter zouden kunnen. Toch was dat de opdracht, waaraan de onderwijspraktijk moest gaan voldoen.

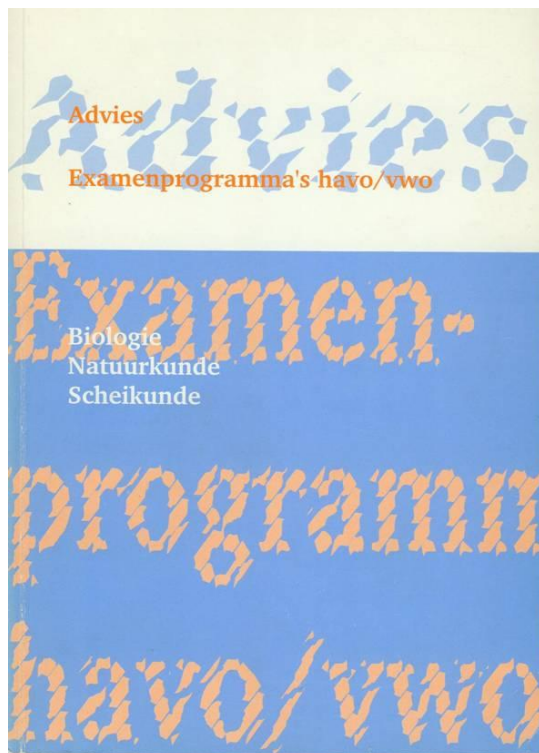
Inmiddels is dit studiehuis weer afgeschaft. Kennis verwerven is weer in ere hersteld. Maar ondertussen is er veel energie gaan zitten in het ontwikkelen van studiewijzers en andere hulpmiddelen die dit zelfstandig leren mogelijk moesten maken. Leerboeken zijn herschreven en opgedeeld in informatie- en verwerkingsboeken. En juist nu klaagt het vervolgonderwijs opnieuw steen en been dat het niveau zo gedaald is, terwijl de hele operatie juist ten doel had aan hun eisen te kunnen gaan voldoen.

En dan verschijnt, zoals gezegd, het rapport ‘Tijd voor onderwijs’ waarin de commissie Dijsselbloem verslag doet van zijn onderzoek naar de politieke onderwijsvernieuwingen van de laatste decennia. Het resultaat is toch verrassend. De basisvorming en het studiehuis hadden eigenlijk nooit zo mogen worden ingevoerd. Ook de doelverbreding wordt bekritiseerd. Dat is eveneens verrassend, want alhoewel de eisen die wat dat betreft aan het onderwijs worden gesteld misschien nogal zijn doorgeschoten, toch is het evenzeer waar dat de maatschappelijke rol van de school t.o.v. andere instituties als gezin, kerken, verenigingen, onherroepelijk is

ⁱⁱ Lijnse, P.L., Op weg naar een didactische structuur van de natuurkunde? Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen 19 (1/2), p. 62-92, 2003.

ⁱⁱⁱ Lijnse, P.L., Vakdidactiek; het vergeten fundament van het studiehuis? Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen, 14, 72-91, 1997.

veranderd. De vraag is dan ook of de recente roep om terug te keren naar nadruk op de basisvakken als nederlands, engels, wiskunde en science ('back to the basics'), niet net zo zeer wordt ingegeven door de politieke mode van dit moment, als de genoemde vernieuwingen dat waren in hun tijd. Ten slotte wordt de vloer aangeveegd met het 'nieuwe leren', in het bijzonder met de didactiek van het studiehuis. De Commissie komt tot de conclusie dat de overheid zich voortaan alleen moet bezighouden met het *wat* in het onderwijs en dat het *hoe* moet worden overgelaten aan het onderwijs zelf. Naar mijn idee ligt hier toch een merkwaardige misvatting aan ten grondslag. Immers, het studiehuis werd ingevoerd om vorm te geven aan een onderwijsdoel, nl. het zelfstandig leren leren. Uiteraard kun je het studiehuis als didactische vormgeving afwijzen (als een ongeschikte manier van het hoe), maar daarmee staat het doel (het wat) nog steeds overeind. De Commissie lijkt dit onderscheid echter niet te maken.



De vakontwikkelgroep NABISK heeft zich indertijd uiteraard aangesloten bij deze nadruk op *algemene* vaardigheden, met het profielwerkstuk als een soort meesterproef. Daarnaast kozen zij voor vakoverstijgende contexten die echter zo algemeen waren geformuleerd dat niemand zich daar een buil aan kon vallen. Sindsdien kwam natuurlijk ook steeds nadrukkelijker de vraag naar voren hoe je dat soort vaardigheden dan wel zou moeten onderwijzen.

Kun je bijvoorbeeld iemand op een effectievere manier problemen leren oplossen dan door hem gewoon veel problemen te laten oplossen. Dat is nog niet zo eenvoudig gebleken. Op allerlei manieren werden er heuristieken opgesteld, zoals bijvoorbeeld de bekende SPA, maar deze waren veelal te algemeen. Bovendien werden ze veelal top down geïmplementeerd en niet van onderop ontwikkeld. Dat zou eigenlijk samen met leerlingen moeten gebeuren in reflectie op hun eigen oplosgedrag, maar reflectie is niet gemakkelijk te

hanteren voor docenten^{iv}. Hetzelfde geldt voor zaken als leren onderzoeken of leren ontwerpen, waarbij overigens te gemakkelijk lijkt te worden aangenomen dat er zoiets is als een generale methode van onderzoeken of ontwerpen. Ofwel, wat is er bij dit soort vaardigheden eigenlijk precies te onderwijzen?

Ondertussen is de maatschappelijke tijdgeest drastisch veranderd: van nadruk op solidariteit naar nadruk op individualiteit. Keuzevrijheid voor de leerling, de docent en de school staan nu voorop, wat inhoudt dat curricula flexibel en liefst modulair moeten worden opgebouwd. Dat zou overigens wel eens een behoorlijke spanning kunnen opleveren met hun leerbaarheid, maar daar is nu niet veel aandacht voor omdat het accent immers is verschoven van de zwakkere naar de talentvolle leerling. De KNAW (2003)^v formuleerde het als volgt:

“Nederland staat voor grote opgaven als het gaat om het op peil brengen en houden van het kennisniveau in ons land. Het onderwijs moet alles op alles zetten om het aanwezige talent

^{iv} Lijnse, P.L. (2005) Reflections on a problem posing approach. In K.Th.Boersma, M. Goedhart, O. de Jong & H.M.C. Eijkelhof (eds.) Research and the Quality of Science Education (p. 15-26) Dordrecht: Springer.

^v Ontwikkeling van talent in de tweede fase. KNAW, Amsterdam, 2003.

vroegtijdig op te sporen, te stimuleren en te motiveren. Hoe hoger de bevolking is opgeleid, des te beter een samenleving er voor staat.”

En daaraan wordt tegenwoordig hard gewerkt. Het natuurwetenschappelijk onderwijs wordt in korte tijd, met behulp van nieuwe media en het bedrijfsleven, ontdaan van zijn suffe saaie imago. Het is frappant te zien hoe leerlingen ineens enthousiast in staat lijken om interdisciplinaire opdrachten, bijna zelfstandig en tot volle tevredenheid van hun buitenschoolse opdrachtgevers uit te werken. Over misconcepties of gebrek aan inzicht praat niemand meer, en ik moet dan ook concluderen dat ik kennelijk een groot deel van mijn leven aan de verkeerde problemen heb gewerkt.



Natuurkunde leeft

Visie op het vak natuurkunde in havo en vwo
Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs havo/vwo

En aan dit nieuw elan wil ook NiNa, de nieuwe natuurkunde, bijdragen. Daarbij staat opnieuw inhoudelijke updating hoog in het vaandel, maar het bewuste burgerschap lijkt te zijn gesneuveld. Curriculumontwikkeling wordt nu gedaan door de ‘professionele leraar’, wat misschien wel goed is voor de implementatie, maar zeker niet voor de kwaliteit. Goede onderwijsmethoden ontwikkelen is een vak, waarvan de complexiteit door subsidiegevers grandioos onderschat wordt. Het vraagt ook om een duidelijke en eenduidig uitgewerkte onderwijsvisie. De vraag is of die bij NiNa wel voldoende is ontwikkeld. Ook wat dit betreft heeft Ogborn een leerzame boodschap:

“A traditional view of the learning of science is to see scientific knowledge as a clearcut, explicit and 'logical' account of how things are, so that teaching science is essentially a matter of laying out definitions, facts and their consequences with the greatest possible clarity. (...) Learning is understood as a process of the learner becoming rationally convinced, by the power of a logical

system of thought. This leads to a curriculum planned around “central concepts” and the logical relations between them.

I argue that it would be better to construct the science curriculum around “stories that science has to tell about how things are. (...) Another way to put the point is to say that the building blocks of the curriculum – of what goes on in the classroom – ought to be scientific explanations”.

Ofwel, minder aandacht voor losse kernconcepten en meer voor verklaringen, dus voor een samenhangend verhaal. Ik denk dat het goed zou zijn als de NiNa-ontwerpers hier nog eens goed over zouden nadenken. Net zo als over hun context-concept-benadering. NiNa heeft met de nodige pretentie een hierop gebaseerde programmavernieuwing aangekondigd, die inmiddels wordt uitgewerkt en ingevoerd. Nu is daarmee één groot probleem, niemand weet wat die context-concept



benadering eigenlijk precies inhoudt, behalve dat die iets te maken heeft met contexten en concepten. Maar een curriculum dat gericht is op het beheersen van kernconcepten, verdraagt zich nu eenmaal slecht met een curriculum dat recht wil doen aan contexten. Desalniettemin heeft NiNa voor de uitwerking een aantal kennisdomeinen geselecteerd, waarbinnen contexten kunnen worden gekozen, met hun uitwerking in lesmodules, zoals bijvoorbeeld in onderstaande tabel:

<i>NiNa-domeinen (HAVO),</i>	<i>Contexten</i>	<i>'NiNa' modules</i>
<i>Beeld en geluidstechniek</i>	<i>Communicatie</i>	<i>Muziek</i>
<i>Verkeer en transport</i>	<i>Vervoermiddelen</i>	<i>Verkeer</i>
<i>Ontwerpen met materialen</i>	<i>High tech materialen</i>	<i>Lichtbronnen</i>
	<i>Constructies</i>	<i>Elektrische machines</i>
	<i>Medische toepassingen</i>	
<i>Aarde en heelal</i>	<i>Ruimtevaart</i>	
	<i>Natuurverschijnselen</i>	<i>Weersveranderingen</i>
	<i>Planeten en sterren</i>	
<i>Menselijk lichaam</i>	<i>Sport</i>	
	<i>(medische) beeldvorming</i>	
	<i>Radioactiviteit</i>	<i>Ioniserende Straling</i>
<i>Meten en regelen</i>	<i>Medische technologie</i>	
	<i>Controlekamer</i>	<i>Elektronica</i>

Misschien gaat bij een aantal van u nu een lampje branden, zo van: hé, zijn dat NiNa modules? Die kennen we helemaal niet! En bij een klein aantal ouderen onder u misschien een ander lampje: Hé, waar kennen we die van? Inderdaad, ik heb iets gedaan wat niet klopt. Dat zijn helemaal geen NiNa-modules, maar de thema's uit het PLON-Havo-Bovenbouw curriculum van zo'n dertig jaar geleden^{vi}. Toen al werd immers de vernieuwing gezocht in contextrijk onderwijs, net zo als nu voorgesteld door NiNa. En u ziet, de thema's van toen passen nog prima bij de contexten van nu, al zouden hier en daar wel wat detailaanpassingen nodig zijn. Dus met die vernieuwingsdrift valt het kennelijk wel mee. Is er dan niets veranderd sinds toen, kunt u zich afvragen? Jawel, ik heb voor twee thema's geen plaats kunnen vinden. Het PLON-thema 'Materie' past niet echt binnen de NiNa-domeinen, evenmin als het PLON-thema 'Energie en Kwaliteit', wat sterk geïnspireerd was op de toenmalige brede maatschappelijke energiediscussie. Dat zou kunnen betekenen dat het Havo-NiNa-programma nu minder ruimte biedt voor natuurkunde als fundamentele wetenschap en dat ook voor de kritisch-maatschappelijke dimensie van de jaren tachtig geen aandacht meer is. Toch illustreert dit dat de keuze van dit soort domeinen en contexten veel minder tijdsgebonden is dan tegenstanders nogal eens willen suggereren. De vernieuwing zit dus niet zozeer in de inhoudelijke voorstellen als wel in het feit dat de tijd er nu rijper voor lijkt te zijn dan 30 jaar geleden. Ofwel, zoals al gezegd, de maatschappelijke context is veranderd, alhoewel dat geen invloed lijkt te hebben gehad op de weerstand tegen de NiNa-voorstellen, want die is nog grotendeels dezelfde als toen. Inmiddels weten we trouwens ook dat de context-soep niet zo heet wordt gegeten als ze aanvankelijk leek te worden opgediend.

Contextrijk onderwijs wordt steeds verdedigd met argumenten als motivatie en leerbaarheid, dus gericht op leereffecten bij leerlingen. Als didactisch middel tot. Ik denk dat die argumen-

^{vi} . Lijnse, P.L., K.Kortland, H.M.C.Eijkelhof, D.van Genderen and H.P.Hooymayers, A thematic physics curriculum: a balance between contradictory curriculum aspects?, *Science Education*, 74, 95-103, 1990.

tatie niet houdbaar is^{vii}. Voor zover er onderzoek is gedaan dat hierover iets betrouwbaars zegt, is de uitkomst steeds dat het effect tegengvalt. Contextrijk onderwijs is, naar mijn overtuiging, in de eerste plaats een zaak van onderwijsvisie, van doelstellingen. Het gaat er dan om dat je vindt dat op die manier vormgegeven onderwijs inhoudelijk zinvoller is voor leerlingen en voor jou als docent. Daar kun je natuurlijk over twisten, maar het maakt wel een discussie mogelijk. Helaas wordt diè discussie niet of nauwelijks gevoerd, toen niet en nu niet.

En daarmee ben ik aan het einde gekomen van mijn ruwe persoonlijke historische rondgang door de ontwikkelingen in het natuurkunde- onderwijs en -didactiek.

Een canon?

Wat betekent dat nu voor de vraag of er ook een natuurkunde-didactische canon valt op te stellen? Laat ik eens wat proberen.

1. Praktijkkennis

Allereerst is er natuurlijk de grote hoeveelheid praktijkkennis die elke docent dient te kennen, t.a.v. experimenten, verschijnselen, toepassingen, soft/hardware, examenprogramma's, leerstofvolgorden, behandelwijzen, etc.

Maar daarnaast is er ook een zekere theoretische verdieping belangrijk, zoals:

2. Curriculumhistorie

Elke docent zou toch op de hoogte moeten zijn van de belangrijkste motieven voor en producten van curriculumprojecten uit de recente historie, zodat er een historisch besef ontstaat op grond waarvan nieuwe voorstellen op hun merites kunnen worden beoordeeld.

3. Achtergronden van de schoolnatuurkunde

Een op de didactische problematiek toegespitste kennis van zaken als: inhoudelijke structuur van de discipline, conceptuele analyse van kernbegrippen, relatie met common sense, reflectie op de natuurkundige methode, en kennis van de ideeëngeschiedenis van de natuurkunde.

4. Het denken van leerlingen

Kennis van de meest voorkomende inhoudelijke en methodologische pre- en misconcepties van leerlingen, in relatie tot het interpretatieprobleem en van hun opvattingen over leren en onderwijzen.

5. Strategieën en heuristieken, met voorbeelden en voor en nadelen

Concrete voorbeelden van mogelijke didactische strategieën voor het onderwijzen van concepten en werkwijzen, met theoretische verantwoording en discussie van voor- en nadelen

Aldus kort samengevat de mogelijke inhoud van een canon, zoals die volgt uit het voorgaande. Daarmee is alleen één groot probleem. Zo u het al met mij eens zou zijn over het nut hiervan, helaas is deze canon nergens zo beschikbaar voor docenten. En dat is misschien toch wel een beetje jammer!

^{vii} Lijnse, P.L. (2007) De nieuwe kleren van de concept-contextbenadering. NVOX, 32, 241-243; Lijnse, P.L. (2007) Over contexten en motivatie voor natuurkunde. NVOX, 32, 280-282; Lijnse, P.L. (2007) Is natuurkunde in context leerbaarder? NVOX, 32, 323-325; Lijnse, P.L. (2007) NiNa op haar kop? NVOX, 32, 370-372.