

Zelfstandige kennisverwerving als aspect van het wetenschappelijk denken*

H. J. M. VAN OERS

Afdeling Onderwijsleerprocessen P.A.W., Vrije Universiteit Amsterdam

Samenvatting

Zelfstandige kennisverwerving is een onvervreemdbaar aspect van wetenschappelijke activiteit. Ontwikkeling van wetenschappelijk denken bij leerlingen vereist derhalve aandacht voor het proces van zelfstandige kennisverwerving. Het traditionele discovery-onderzoek heeft ten onrechte verzuimd dit proces op theoretisch niveau grondig te analyseren. In dit artikel wordt bepleit, dat er binnen de zelfstandige kennisverwerving minstens twee kwalitatief verschillende varianten onderscheiden moeten worden: een op analyse gericht proces en een op synthese gericht proces. Beide vervullen binnen het wetenschappelijk denken hun eigen functie en stellen elk hun eigen cognitieve eisen aan de persoon. Onderwijs dat de ontwikkeling van wetenschappelijk denken nastreeft, dient aan beide processen aandacht te besteden. Enige problemen daarbij worden besproken.

1. Inleiding

Zoals bekend, begint in ons onderwijs langzaam maar zeker het streven op gang te komen om het wetenschappelijk denken bij leerlingen al in een vroeg stadium tot ontwikkeling te brengen. Dit streven wordt gevoed vanuit een besef van de invloed die de wetenschap heeft op ons persoonlijk en maatschappelijk leven. Tegen die achtergrond moet de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken bij leerlingen dan ook als belangrijke onderwijsdoelstelling worden beschouwd. Daar komt bij, dat we in vergelijking met een aantal decennia geleden optimistischer zijn t.a.v. de mogelijkheden om deze ontwikkeling daadwerkelijk te stimuleren: empirisch kan bijvoorbeeld aangetoond worden, dat vormen van abstract-symbolisch denken eerder binnen het bereik van kinderen komen, dan bijvoorbeeld de theorie van Piaget deed vermoeden. Voorts is het

* Bewerking van een voordracht gehouden op de Nederlands-Belgische conferentie 'Onderzoek van de onderwijs-leerprocessen' te Utrecht, 10-11 december 1980.

ongetwijfeld ook zo, dat veranderingen op het maatschappelijk vlak een stimulerende invloed uitoefenen op de belangstelling van bijv. het basisonderwijs voor het wetenschappelijk denken: het beeld van de mens of van het kind is aan het veranderen van een spelende, maar berustende mens, naar een discussiërende, mondige mens. Wat is – bijvoorbeeld – een rationele discussie anders dan een bepaalde verschijningsvorm van wetenschappelijk denken?

Ik zal me thans niet met deze maatschappelijke en antropologische problematiek bezighouden, maar wil veeleer de onderwijskundig prealabele vraag aan de orde stellen, wát 'wetenschappelijk denken' eigenlijk inhoudt. Om wetenschappelijk denken als onderwijsdoelstelling te kunnen realiseren, moeten we immers op zijn minst weten wat de elementen daarvan zijn. Ik haast mij om hieraan toe te voegen, dat ik hier niet wil proberen een *definitie* van wetenschappelijk denken te vinden. Deze *wezensvraag* laat ik liggen voor kentheoretici; ze valt buiten ons terrein. Ons past veeleer – en toch zeker op dit ogenblik – vragen van bescheidener aard die ik *identificatie-vragen* zou willen noemen: valt fenomeen X of handelwijze Y onder het wetenschappelijk denken, zoals we dat bij wetenschapslieden kunnen observeren? In de regel zijn deze vragen gemakkelijker te beantwoorden dan de vraag naar het wezen. De werkwijze die we hierbij thans willen volgen is het nagaan welke opvattingen en gegevens er in de literatuur te vinden zijn die ons aanwijzingen verschaffen over de mogelijke inhoud van het wetenschappelijk denken. In feite wordt hierbij dus een analyse gegeven van expert-gedrag met het oog op de vraag wat minstens nagestreefd dient te worden bij de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken bij leerlingen in het onderwijs. De vraag of het hier gaat om gelegitimeerde denkvormen is een wetenschapsfilosofische kwestie, welke binnen een empirische wetenschap als de psychologie niet beantwoord kan worden. Op de kentheoretische problemen verbonden met de wetenschappelijke denkvormen zal in dit artikel niet ingegaan worden. Evenmin is het de bedoeling een historisch overzicht te geven van de discussie over onder-

wijsmethoden welke de denkontwikkeling van leerlingen zouden stimuleren (voor een overzicht daarvan zie: Riedel, 1973; Nuthal & Snook, 1973). In dit artikel gaat het om een analyse van het wetenschappelijk denken en wel in het bijzonder één aspect daarvan: de zelfstandige kennisverwerving.

2. Analyse van het wetenschappelijk denken

In dit kader valt in de Verenigde Staten de naam van Bruner te noemen. Zoals bekend heeft hij aan het begin van de jaren zestig al gewezen op het belang van de 'structure of discipline' voor het onderwijs. Hij pleitte er m.a.w. voor om bij de inrichting van het onderwijs de *structuur* van de betrokken wetenschappelijke discipline als criterium te hanteren. Hij stelde daarbij voor om leerlingen niet meer een verzameling losse kenniselementen bij te brengen, maar hen juist gesystematiseerde kennis te doen verwerven. In *The process of education* (1960, p. 20) voegt hij daar echter aan toe, dat het er niet alleen om gaat leerlingen algemene principes (wetmatigheden, concepten) te leren, maar dat het óók van belang is om bij hen de attitude tot ontwikkeling te brengen om te onderzoeken, eigen kennis uit te proberen, te durven en te kunnen gissen, om zelfstandig problemen te leren oplossen en nieuwe kennis te verwerven. Bruner ging zelfs zo ver, dat hij de veronderstelling uitte, dat er eigenlijk weinig wezenlijk verschil is tussen de onderzoeksactiviteit van een wetenschapper en die van een leerling op een basisschool geplaatst in een adequate probleemsituatie.

We zien dus, dat in het werk van Bruner twee aspecten van het wetenschappelijk denken naar voren worden gehaald: enerzijds het structurele, *conceptueel-systematische* aspect, anderzijds het *heuristische* (onderzoekende) aspect. Helaas heeft Bruner het conceptueel-systematische aspect van het wetenschappelijk denken nooit diepgaand geanalyseerd en heeft hij de concept-vorming, voor zover hij zich daarmee beziggehouden heeft, vrijwel los van conceptuele systemen onderzocht. De vraag naar de aard van wetenschappelijke begrippen is daardoor ver buiten zijn gezichtsveld gebleven. Voorts heeft hij nergens de relatie tussen het conceptuele en het heuristische onderzocht of beschreven. Hij heeft het heuristische aspect van het wetenschappelijk denken opgevat als een verzameling zeer algemene vaardigheden die psychologisch begrepen kunnen worden los van de inhoud waarop deze betrekking hebben. Bruners nadruk op met name het heuristische aspect van het wetenschappelijk denken – en de verwaarlozing van het conceptueel-systematische – komen duidelijk

naar voren in zijn pleidooi voor *discovery-learning*. Zijn onderwijskundige ideeën ten behoeve van de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken mogen dan ook op zijn minst eenzijdig genoemd worden.

In de *Sovjet-Unie* wordt sedert Vygotskij aandacht besteed aan de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken. Conform de marxistische kentheorie wordt de wetenschap gekenschetst als noodzakelijk middel om de wereld te ontmaskeren, van zijn uiterlijke schijn te ontdoen en *het wezen* van de wereld op te sporen en te verduidelijken. Het onderwijs valt daarbij de loffelijke taak ten deel om het kind voor die schijn te behoeden en hem te laten zien hoe de wereld werkelijk in elkaar zit. Vanuit deze optiek wordt in het onderwijs in de Sovjet-Unie dan ook met veel zorg de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken nagestreefd. In de theorie-vorming daaromtrent neemt vooral het werk van Davydov een belangrijke plaats in (zonder hiermee overigens het werk van zijn medewerk(st)ers te willen geringschatten).

Belangrijk aan zijn werk is, dat hij met name dát aspect van het wetenschappelijk denken geanalyseerd heeft, dat Bruner over het hoofd gezien heeft: de logische en psychologische aard van de wetenschappelijke begrippen. Voor Davydov bestaat het wetenschappelijk denken uit het afleiden van nieuwe concrete gevallen uit een algemeen abstractum. De aldus voortgebrachte (en gedachte) concretheden kunnen vervolgens weer opgevat worden als bijzonderheden, d.w.z. als verschijningsvormen van het algemeen-abstracte, dat zich op zijn beurt weer laat ontleden in concretheden (concretiseren). Zo ontstaat een vertakt systeem van begrippen die volgens bepaalde, in de meeste gevallen uiteenlopende, relaties samenhangen. Wanneer Davydov het heeft over de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken, streeft hij er primair naar om leerlingen te leren dit systeem te hanteren, d.w.z. zich foutloos door dit systeem te leren bewegen. De wijze waarop een leerling wordt geïntroduceerd in een bepaald wetenschappelijk systeem is een belangrijke, maar complexe zaak. Mij ontbreekt evenwel hier de ruimte, om daar uitvoerig op in te gaan; men kan echter voorbeelden daarvan vinden in de beschikbare Duitse en Nederlandse literatuur: Davydov (1977) en Van Pareren & Nelissen (1977). Eén van Davydovs didactische aanwijzingen mag in het huidige kader echter niet onvermeld blijven. Hij is namelijk van mening, dat we leerlingen in het wetenschappelijk denken van een bepaalde discipline moeten inleiden op het niveau dat die discipline op dát ogenblik bereikt heeft.

We moeten de leerlingen niet de wetenschapsgeschiedenis laten herhalen. De taak van het onderwijs is juist om de leerlingen alle moeilijkheden, fouten, trial-and-error welke de wetenschapsgeschiedenis kenmerken te besparen en hen via een sterk verkorte weg in te leiden in het wetenschappelijk denken overeenkomstig de moderne eisen van de betrokken discipline. De leerlingen hoeven – nog anders gezegd – de stelling van Pythagoras of de differentiaalrekening niet opnieuw te bedenken, maar moeten zich deze eigen maken als elementen van een theoretisch systeem. Hoe de wetenschapper komt (of: in het verleden kwam) aan vruchtbare modellen en ideeën is voor het onderwijs van ondergeschikt belang, aangezien het daar primair gaat om de *overdracht* van vruchtbare modellen en theorieën welke in de cultuur-historische ontwikkeling zijn voortgebracht en niet zozeer om de produktie daarvan. Hoewel *modelvorming* binnen Davydovs visie op wetenschap een belangrijke plaats inneemt, blijft het echter binnen zijn psychologische en onderwijskundige theorie een blinde vlek. Een psychologische beschrijving van de wijze waarop algemene modellen of bijvoorbeeld hypothesen gegenereerd worden – en dat is nu juist weer het heuristisch aspect van het wetenschappelijk denken – ontbreekt bij hem vrijwel volledig; zijn verwijzing in dat verband naar de *produktieve fantasie* helpt ons niet veel verder. Het zou nu echter onjuist zijn om te beweren, dat in de groep Davydov geen enkele aandacht is geschonken aan het heuristische aspect van het wetenschappelijk denken – ik verwijs dan met name naar het werk van Adjarova e.a. (1979), – maar over het algemeen genomen mag gezegd worden, dat de aandacht vooral gericht is geweest op het *conceptueel-systematische* aspect van het wetenschappelijk denken en dat deze groep in elk geval theoretisch geen visie heeft op het heuristisch aspect van het wetenschappelijk denken (het heuristische komt vaak slechts naar voren als aspect van de gekozen didactische methode!).

Naar aanleiding van het voorafgaande ligt de vraag voor de hand of het niet juist zinvol is om tegelijk met het *conceptueel-systematische* (Davydov) ook het *heuristische* (Bruner) aspect van het wetenschappelijk denken tot ontwikkeling te brengen. Het belang van het leren hanteren van conceptueel-systematische produkten van de wetenschappen wordt vrij algemeen erkend. De aandacht voor het heuristisch proces als kenmerk voor wetenschappelijke activiteit is thans groeiende. Twee voor de onderwijsleerpsychologie relevante aanleidingen daartoe wil ik nog kort bespreken.

1. *Het ontwikkelend onderwijs*. Het streven om via het onderwijs de cognitieve ontwikkeling van leerlin-

gen te stimuleren staat momenteel midden in de belangstelling. Aan het eind der jaren zestig heeft Menčinskaja (1968) het idee van het ontwikkelend onderwijs met name in verband gebracht met de *status van de leerling* daarin. De leerling wordt daarbij niet meer uitsluitend opgevat als *object* waarop de kennisoverdracht gericht is en die vervolgens die kennis volgens de gestelde criteria moet kunnen hanteren. Binnen het ontwikkelend onderwijs wordt de leerling meer dan elders erkend als *subject* dat kennis integreert in zijn persoonlijkheid en daarmee *zelf*, onder eigen verantwoordelijkheid, iets doet, of in elk geval: iets mee leert te doen volgens zijn eigen inzichten. Recent heeft Menčinskaja (1979) daar nog aan toegevoegd, dat daarmee in wezen óók het karakter van de zone van de naaste ontwikkeling verandert. Deze 'zone' verwijst dan niet meer naar de kennis en vaardigheden die een leerling met meer of minder hulp van een volwassene kan verwerven, maar naar de mogelijkheden van de leerling om op bekende terreinen *zelfstandig* (zonder hulp) zijn eigen kennis uit te breiden. Voor de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken betekent dit, dat we niet mogen volstaan met het overdragen van de actuele wetenschappelijke begrippensystemen, maar dat evenzeer aandacht besteed moet worden aan het ontwikkelen van mogelijkheden bij de leerling om *zelf* volgens wetenschappelijke normen deel te nemen aan de theorie-ontwikkeling, d.w.z. zelfstandig theoretische kennis te maken.

2. *Recente ontwikkelingen binnen de wetenschapsfilosofie*. Binnen de moderne wetenschapsfilosofie wordt sinds Hanson (1958) weer met verve beargumenteerd, dat wetenschappelijke activiteit ook in de kentheorie niet gereduceerd mag worden tot de wijze waarop theorieën worden gehanteerd en gelegitimeerd (Nickles, 1980). Het proces waarin kennis tot stand wordt gebracht is volgens een aantal moderne wetenschapsfilosofen (wel aangeduid als 'the friends of discovery' – zie Nickles, 1980, p. 1) geen onna-specuurlijk, idiosyncratisch proces zoals lange tijd werd gedacht, maar een proces dat gebonden is aan bepaalde normen die ter discussie kunnen worden gesteld, en dat als zodanig onderwerp van studie kan zijn. Dit proces van wetenschappelijke kennisverwerving omvat het opstellen van theorieën, c.q. ideeën, het uitbreiden van theorieën en het desnoods veranderen van theorieën (Toulmin, 1972; 1974; Shapere, 1974; Gutting, 1980). De kentheoretische problemen die hiermee samenhangen diep ik hier niet verder uit; de geïnteresseerde lezer vindt daarover het nodige in de genoemde literatuur. Momenteel is het voldoende om vast te stellen, dat de beschouwing van de zelfstandige kennisverwerving als

objectief en authentiek aspect van de wetenschappelijke activiteit, ondersteund kan worden met argumenten uit de wetenschapsfilosofie.

Op grond van de tot nu toe gegeven overwegingen moeten we concluderen, dat m.b.t. de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken bij leerlingen niet volstaan mag worden met de overdracht van conceptuele systemen, maar dat ook aandacht besteed moet worden aan het proces van zelfstandige kennisverwerving, d.w.z. aan de mogelijkheden om zelf theoretische systemen te ontwerpen, uit te breiden of te veranderen. Een realisatie van dit laatste in het onderwijs vereist een visie op het proces van zelfstandige kennisverwerving zelf. De volgende paragrafen van dit artikel zullen gewijd zijn aan de analyse van dit proces. Voorafgaande aan deze analyse is echter een korte toelichting bij het zelfstandigheidsaspect van dit kennisverwervingsproces onmisbaar. Men zou immers de tegenwerping kunnen maken, dat elke vorm van kennisverwerving noodzakelijkerwijs moet berusten op eigen activiteit van het lerende subject, zodat eigenlijk elke vorm van kennisverwerving zelfstandig genoemd moet worden. 'Zelfstandig' is in dat geval dus niet meer dan een pleonastische toevoeging. Wanneer echter in dit artikel sprake is van zelfstandige kennisverwerving heeft de zelfstandigheid niet zozeer betrekking op de uitvoering van de activiteit, maar juist op de *oriëntering* daarop: bedoeld wordt een kennisverwervingsproces waarin een subject zoveel mogelijk zijn eigen handelingen, strategieën, controles e.d. selecteert en ordent. Alleen in deze zin kan op niet-triviale wijze over zelfstandige kennisverwerving gesproken worden.

3. *Faillissement van het discovery-onderzoek*

Bij de bestudering van het proces van zelfstandige kennisverwerving ligt het voor de hand eerst eens na te gaan welke vruchten het 'discovery-onderzoek', dat vanaf het midden der vijftiger jaren is uitgevoerd, heeft opgeleverd.

Op basis van dit onderzoek worden de volgende 'mérites' van het 'discovery-learning' min of meer frequent aangehaald:

- ontdekken leidt tot betere retentie van het geleerde (vooral op langere termijn);
- ontdekken verhoogt de transfer-waarde van het geleerde;
- ontdekken werkt motiverend, stimuleert nieuwsgierigheid;
- door zelfstandig ontdekken maken leerlingen zich heuristische onderzoeksstrategieën eigen;

- bij ontdekken is verbalisering van de leerstof origineler en genuanceerder; (vgl. o.a. Bruner, 1961; Andrejew, 1976).

Het klinkt wellicht hoopvol en indrukwekkend, maar nadere analyse leert, dat ten aanzien van deze resultaten grote reserve gepast is. Zo is er bijvoorbeeld ten aanzien van de relatie tussen 'discovery-leren' en motivatie en intellectuele potentie nog zeer weinig empirisch onderzoek gedaan, terwijl de theoretische relaties tussen genoemde factoren ook nog verre van helder zijn. In alle andere gevallen zijn er in de regel zowel ondersteunende als niet-ondersteunende, soms zelfs ontkrachtende onderzoeken te vinden. Alles bij elkaar is dit een terrein dat het karakter draagt van een ondoorzichtige, warrige collage van empirische resultaten. Van een duidelijke tendentie die houvast biedt voor verder onderzoek of voor de inrichting van onderwijsleersituaties, is geen sprake. De waarde van deze onderzoeksresultaten wordt voorts nog verder teruggedrongen door methodologische kritiek op de betrokken onderzoeken zelf (zie bijv. Cronbach, 1966). In bijna alle gevallen is er sprake van vergelijkingsonderzoek waarin 'discovery-learning' met 'expository-teaching' wordt vergeleken. Men klampt zich daarbij vast aan de *relatieve resultaten*, terwijl de vraag of de 'beste' methode in het vergelijkingsonderzoek ook in absolute zin resultaten oplevert die tot tevredenheid stemmen, vrijwel nergens aan de orde komt. Wanneer we – denkend vanuit optimaliseringsoogmerk – deze vraag wél stellen, dan blijkt de discovery-methode ondanks relatief betere resultaten in absolute zin toch vaak teleurstellende resultaten op te leveren (zie bijv. Einsiedler, 1976). De waarde van de resultaten uit het vergelijkend discovery-onderzoek daalt voorts nog verder, wanneer we ons realiseren, dat de onderwijsvormen waarmee de discovery-methode vaak vergeleken werd, volgens onze huidige maatstaven van *inferieure kwaliteit* is: de leerlingen in de sturende onderwijsvorm weten in vele gevallen niet welke handelingen nu precies van hen verwacht worden. Hoeveel waarde moet gehecht worden aan een overwinning op een kreupele dwerg?

Ik denk dat deze kritieken de dubieuze waarde van het traditionele discovery-onderzoek in voldoende mate illustreren. Verdere, meer gedetailleerde kritiek bijv. met betrekking tot de werkelijke vergelijkbaarheid van gebruikte instructie-procedures, laat ik maar achterwege (meer daarover is te vinden in Shulman & Keislar, 1966; Hermann, 1969; Van Oers, 1980).

Het lijkt met thans niet overdreven om tot het faillissement van dit soort onderzoek te concluderen, maar niet zonder vastgesteld te hebben waar de ver-

moedelijke oorzaak voor dit falen gezocht moet worden. Het faillissement van het discovery-onderzoek is hoofdzakelijk het gevolg van de empiristisch-positivistische wetenschapsopvatting die achter dit onderzoek in Amerika schuil ging. Men verwachtte ten onrechte dat de theorie zou ontstaan uit het verzamelen van *feiten* en liet achterwege de feiten zelf te bevragen op de theoretische vooronderstellingen. Een theoretische bezinning op de gebruikte concepten ontbreekt volledig. Men liet zich in zijn onderzoek te veel leiden door de *gegevens* die toevallig werden aangetroffen, en te weinig door een theorie over het onderzochte object.

Naar aanleiding van een vrij uitvoerig literatuuronderzoek (Van Oers, 1980) moeten we dan ook concluderen dat de theoretische achtergrond van het discovery-onderzoek erbarmelijk is. Illustratief is bijvoorbeeld het feit, dat er niet eens eenduidigheid bestaat ten aanzien van de wijze waarop een fundamentele term als 'discovery' geïnterpreteerd dient te worden. Er zijn verscheidene, onsamenhangende interpretaties te vinden, die vaak elk voor zich oppervlakkig, weinig doordacht, en resultaat- (i.p.v. proces)gericht zijn. De gegeven omschrijvingen geven voorts vaak geen duidelijke informatie over hoe 'discovery' in onderwijs en onderzoek gerealiseerd kan worden. Succesvolle vormen van discovery-onderwijs zullen op basis daarvan dan ook zeer moeilijk te verwezenlijken zijn. Verder hoeft het ons niet te verbazen, dat vanuit deze conceptuele chaos aan de ene kant geen duidelijk gericht onderzoeksprogramma opgezet kon worden (het is bijvoorbeeld nog niet eens zeker of onderzoekers allen wel hetzelfde fenomeen onderzochten), terwijl aan de andere kant ook de resultaten niet eenduidig geïnterpreteerd konden worden. Al met al moeten we vaststellen, dat het discovery-onderzoek zoals dat in het verleden in de Westerse onderwijsleerpsychologie is uitgevoerd, ons weinig verder gebracht heeft wat ons inzicht in de zelfstandige kennisverwerving betreft. Als psychologisch proces blijft het een onduidelijk fenomeen, waarvan de relatie met de bij de persoon reeds aanwezige begrippen en andere kenniselementen ongespecificeerd is en wellicht zelfs ontkend wordt. Wanneer we echter van mening blijven, dat in onderwijs in het kader van de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken ook de zelfstandige kennisverwerving gestimuleerd dient te worden, dan is theoretische verheldering van het concept zelfstandige kennisverwerving een eerste vereiste.

In het hiernavolgende wil ik een begin maken met een theoretische analyse van het proces van zelfstandige kennisverwerving als onderdeel van het weten-

schappelijk denken. Ik zal daarbij vaak, maar niet uitsluitend, gebruik maken van voorbeelden uit de wetenschapsgeschiedenis. Ik doe dit enerzijds omdat het gaat om – naar ik meen – duidelijke illustraties bij mijn betoog. Anderzijds wordt met die voorbeelden nog eens onderstreept, dat we hier te maken hebben met processen die binnen de wetenschap reëel zijn en die het verloop van de wetenschap zelfs in hoge mate mede beïnvloeden.

4. Zelfstandige kennisverwerving

In het verleden is het fenomeen van de zelfstandige kennisverwerving meestal in verband gebracht met de productie van minstens voor het subject nieuwe kennis zonder hulp van buitenaf. Het manco van een dergelijke definitie zal duidelijk zijn: de definitie is *resultaatgericht* (verwijst alleen naar het produkt en niet naar het proces) en *negatief* (beschrijft alleen wat *niet* gedaan moet worden, positieve aanwijzingen ontbreken). Proberen we thans de zelfstandige kennisverwerving positief te beschrijven, d.w.z. op grond van de activiteiten die daarbij verricht worden. Een analyse van verschillende vormen van zelfstandige kennisverwerving in de wetenschap en daarbuiten leidt tot de veronderstelling, dat er binnen de zelfstandige kennisverwerving minstens twee essentieel verschillende varianten onderscheiden moeten worden. Enerzijds laten zich processen identificeren die leiden tot *analyse* van de bestaande persoonlijke kennisinhouden; deze processen leiden tot een meer gedifferentieerd kennissysteem. Anderzijds zijn er zelfstandige kennisverwervingsprocessen die uitmonden in een *synthese* op grond van beschikbare cognitieve elementen; kenmerkend hierbij is een toenemende integratie binnen een kennisbestand¹. Beide processen blijken in het wetenschappelijk denken een belangrijke functie te vervullen. In het onderwijs stellen ze ook elk voor zich speciale objectieve cognitieve eisen aan de leerlingen.

4.1. Analyse-gerichte processen ('ontdekken')

Een belangrijke vorm van de wetenschappelijke activiteit is het *reflecteren op de theorie* met de bedoeling de grenzen daarvan te bepalen, alle implicaties te doordenken en de eigenschappen van de theorie en hun samenhangen op te sporen. Op deze wijze komen niet zelden eigenschappen (waaronder fouten, paradoxen) aan het licht die inherent zijn aan de gegeven theorie – daarin als het ware opgesloten waren – maar die tot dan toe onopgemerkt gebleven zijn. We kunnen dit proces in zijn totaliteit karakteri-

seren als *analyse* van een bepaald theoretisch systeem die leidt tot verrijking (verdere differentiatie) van het systeem als zodanig. Er is dus – om het nog anders te zeggen – een nieuw stuk kennis met betrekking tot het theoretisch systeem verworven.

Met behulp van een aantal voorbeelden wil ik dit verder verduidelijken. De activiteit van een wiskundige wordt in hoge mate gekenmerkt door analyse van relaties en functies en het opsporen van de impliciete eigenschappen daarvan. Op deze wijze zijn vermoedelijk op een bepaald moment in de geschiedenis even en oneven getallen en priemgetallen aan het licht gekomen als eigenschap van het getsysteem. Een ander voorbeeld is het 'onbepaaldheidsprincipe' dat door Heisenberg (zie: Hanson, 1958) aan het licht gebracht werd op het terrein van de quantummechanica (ter toelichting, dit principe houdt in, dat het principieel onmogelijk is om van elementaire deeltjes zowel de plaats als de snelheid exact te bepalen, één van beide grootheden is noodzakelijk onbepaald). Heisenberg bracht dit principe aan het licht door theoretische analyse – in de vorm van een gedachtenexperiment – van een bepaald gedeelte van de quantumtheorie en liet zien dat dit 'onbepaaldheidsprincipe' een onvermijdelijke eigenschap was die in die theorie besloten lag. Men zou nu misschien de indruk kunnen krijgen dat de vrucht van zulke analyses steeds een ontdekking van een nieuwe, opzienbarende eigenschap is. Dat is echter niet zo: in de meeste gevallen leidt de theoretische analyse tot het opmerkelijk worden van hiaten, fouten of ongerijmdheden in de theorie. Een bekend voorbeeld daarvan is te vinden bij de Engelse filosoof Russell die een paradox ontdekte in verzamelingenleer. Deze paradox was een immanente eigenschap van de toenmalige verzamelingentheorie die door Russells theoretische analyses aan het licht gebracht kon worden.

Maar niet alleen op zulk hoog wetenschappelijk niveau komt dit verschijnsel voor. Ook uit de dagelijkse praktijk zijn dergelijke voorbeelden bekend. Een kind dat goed kan tellen en zich op een bepaald moment bewust wordt van het feit dat de volgorde waarin een verzameling objecten geteld wordt niet essentieel is, ontdekt op dat moment een voor hem nieuwe eigenschap van het telsysteem welke tot dan toe onopgemerkt was gebleven (dit voorbeeld wordt ook door Piaget wel gebruikt). Een leerling die naar aanleiding van de opdracht om de hoogtelijnen in een rechthoekige driehoek te tekenen eerst verbijsterd vaststelt dat twee van die hoogtelijnen samenvallen met de respectieve rechthoekzijden en vervolgens – na een korte stilte – opmerkt dat er blijkbaar door een punt maar één lijn gaat die loodrecht staat op een

andere, die leerling ontdekt (expliciteert) een voor hem nieuwe wiskundige eigenschap van loodlijnen welke voorheen slechts impliciet aanwezig was. Een laatste voorbeeld van een dergelijke kennisverwerving, waarin dan tevens de toepassingsmogelijkheden voor het onderwijs naar voren komen, is te vinden in het werk van Ajarova, Gorskaja & Cukerman (1979). Eén van de doelstellingen die deze onderzoeksters hadden was, om leerlingen – in het beschreven geval eerste-klassers – ertoe te brengen hun moedertaal te onderzoeken, daarop te reflecteren en nieuwe, tot dan toe onbekende eigenschappen daarvan te gaan ontdekken. In een eerste fase van het experimentele onderwijs leerden de leerlingen een algemeen manier om communicatie-situaties met behulp van een grafisch model te representeren (grootheden in dit model waren de *zender*, *ontvanger*, *boodschap* en *vorm* en *inhoud* van de boodschap). Op basis van dit algemene model onderzochten leerlingen vervolgens hun moedertaal: zij leerden verschillende communicatie-situaties representeren en kregen daarbij inzicht in de structurele samenhangen tussen de gerepresenteerde componenten; met behulp van dit algemene model konden verschillende componenten van de communicatie tot speciaal voorwerp van onderzoek gemaakt worden en het model functioneerde dus a.h.w. als *analyse-schema*. Maar wat voor ons onderwerp vooral van belang is, is dat de leerlingen door dit model ook allerlei nieuwe eigenschappen van de communicatie op het spoor kwamen (zoals de mogelijkheid om te communiceren zonder taal: d.m.v. gebaar of licht). Zij verwierven – in dit geval weliswaar niet volledig zelfstandig – nieuwe kennis door analyse van een reeds bekend object (i.c. communicatie).

Tot nu toe heb ik deze vorm van kennisverwerving alleen nog duidenderwijs, in tamelijk algemene termen aan de orde gesteld. Ik wil nu proberen tot een iets verdere specificatie te komen door twee essentialia van dit proces te bespreken.

Een eerste en tegelijk zeer opmerkelijk kenmerk van deze wijze van kennisverwerving is, dat de nieuwe kennis die verworven blijkt te zijn als zodanig niet het oorspronkelijke doel van de activiteit was. Russell stond niet 's morgens op met het idee: vandaag ga ik een paradox opsporen; nee, hij stuitte binnen een op een ander doel gerichte activiteit op problemen die bij nadere analyse leidden tot de ontdekking van de beroemde paradox. Evenmin had Röntgen oorspronkelijk het plan om een bepaald soort geheimzinnige straling te ontdekken. Ditzelfde doet zich voor bij andere voorbeelden van dit soort zelfstandige kennisverwerving: *men loopt er tegenaan en probeert het te interpreteren* als eigenschap van een

bekend theoretisch systeem. Naast factoren van adequate denktechniek en denkinstrumentarium hebben we hier ongetwijfeld te maken met een *attitude-probleem*: de durf om problemen aan te pakken en vertrouwde objecten te problematiseren; de instelling om problemen theoretisch te interpreteren; de verwachting dat met elk stukje kennis weer nieuwe, onvermoede aspecten verbonden zijn. Reeds vele jaren vóór mij heeft Bruner (1961, 1966) een dergelijke attitude als belangrijk element van het ontdekken aangewezen en ook Van Parreren (1973) heeft gewezen op het belang van een *probleem-oplossings-attitude* voor het leren denken. Hoe we deze attitude in het onderwijs bij de leerlingen kunnen ontwikkelen is thans nog niet geheel duidelijk. Weliswaar wordt in verschillende onderzoekingen (Šarov & Kuz'mina, 1974; Dusavickij & Repkin, 1975) een positieve samenhang vermeld tussen de ontwikkeling van het theoretisch denken en de mate van cognitieve interesse (gerichtheid van subjecten op eigen cognitieve processen en methoden, op theoretische wetmatigheden; bereidheid om implicaties van eigen kennis te onderzoeken). De precieze aard van die samenhang moet echter nog verder onderzocht worden. Met name is onduidelijk of we met een causale relatie te maken hebben, wat oorzaak en wat gevolg is.

Een tweede belangrijk aspect van het fenomeen van de zelfstandige kennisverwerving heeft te maken met het *object* waarop de activiteit zich richt (het object van analyse dus). Er wordt namelijk – logisch gezien – voorondersteld dat dit object ook werkelijk immanente eigenschappen hééft. Dit betekent echter niet, dat dit eigenschappen zijn die – om zo te zeggen – ‘voor het waarnemen liggen’, maar liever dat zulke eigenschappen zich uit dit object laten *genereren*. Laten we dit laatste eens in handelingspsychologische termen trachten te interpreteren (vgl. Leont'ev, 1980). We kunnen dan beginnen met te stellen, dat aan bepaalde objecten (dit kunnen materiële, verbale of mentale objecten zijn) ook alleen maar bepaalde handelingen mogelijk zijn. Aan de ene kant zijn dat handelingen die in de cultuur-historische ontwikkeling met het betreffende object verbonden zijn geraakt. Aan de andere kant zijn dat óók handelingen die door het object in principe toegelaten worden, maar die op een bepaald moment nog niet aan dat object gekoppeld zijn. Daarnaast is er echter óók altijd een categorie handelingen, die door het object *verboden* worden. Zo is – om een voorbeeld te noemen – een *potlood* verbonden met handelingen van tekenen en schrijven en het laat tevens andere handelingen toe, zoals mee gooien of op bijten. Er is echter óók een categorie activiteiten die door het potlood zelf verboden wordt: opeten, of:

verbuigen. Mutatis mutandis kunnen we dezelfde gedachtengang opzetten voor mentale objecten (hoewel het daar iets gecompliceerder ligt). Ook daarbij is het namelijk zo, dat bepaalde handelingen geoorloofd zijn, andere niet. In functie van bijvoorbeeld het getalbegrip kunnen allerlei handelingen uitgevoerd worden, maar deze zijn gebonden aan strenge regels. Dat betekent, dat alleen handelingen die deze regels volgen, geoorloofd zijn. Ook in dit geval verbiedt het object een aantal handelingen. Zo is het bijvoorbeeld verboden om bij het tellen van een aantal objecten één voorwerp tweemaal te tellen, het is daarentegen *niet* verboden om de voorwerpen in willekeurige volgorde te tellen. Wanneer een leerling deze laatste, door het object (het getalbegrip) geoorloofde handeling als nieuwe handeling uitvoert, kan een nieuwe eigenschap aan het licht gebracht worden van het tellen (nl. de commutatieve wet). Op deze wijze zijn we erin geslaagd om deze vorm van zelfstandige kennisverwerving theoretisch te herleiden tot het op een *nieuwe, maar geoorloofde* manier behandelen van een bekend object (dat kan een regel zijn of een begrip, of begrippensysteem etc.).

Maar toch vereist dit op zichzelf nog een verdere toelichting. In het cognitieve vlak is het immers niet zo dat het object zélf bepaalde handelingen weerstaat; de hanteringsregels kunnen hier in principe overtreden worden. Het is dan dus de vraag wie uitmaakt wát geoorloofd is. In de wetenschap hebben we daartoe bijvoorbeeld het beroemde *Forum*. In het onderwijs is het niet ongebruikelijk om deze evaluerende taak toe te kennen aan de onderwijsgevende, maar het is even goed mogelijk om medeleerlingen bij deze beoordelingen in te schakelen, door hen bijvoorbeeld te laten discussiëren over mogelijke (toelaatbare) handelwijzen (zoals men weet wordt deze werkwijze door Davydov c.s. gehanteerd). In al deze gevallen echter moeten de betrokkenen het behandelde object ook goed kennen (dus in staat zijn om vast te stellen wat wèl en wat niet kan of mag). Anders gezegd: de participanten moeten over theoretische kennis ten aanzien van dat object beschikken. Binnen het kader van de *zelfstandige* kennisverwerving leidt dit ons onvermijdelijk tot de conclusie, dat dit proces alleen mogelijk is wanneer het subject zelf beschikt over theoretische kennis van het object in functie waarvan het cognitieve handelen zich voltrekt. Het verloop van dit type zelfstandige kennisverwervingsprocessen wordt dus in hoofdzaak bepaald door de regels van het betrokken – en te analyseren – theoretische systeem zelf. Nog anders gezegd: om zinvol en met succes zelfstandig kennis te kunnen verwerven, moet een persoon beschikken over relevante theoretische kennis waarmee de eigen

activiteit gestuurd kan worden. Tot een identieke conclusie komt ook Markowa (1977, p. 49). Dit is overigens ook volledig in overeenstemming met de logische constatering, dat de nieuw te verwerven kennis uit de bestudeerde objecten gegenereerd moet kunnen worden: alleen in een theoretisch systeem is het mogelijk om nieuwe informatie af te leiden welke nog niet direct in de beschikbare informatie vervat is (vgl. Van Parreren, 1979). Een consequentie hiervan is, dat Bruners streven om 'discovery' als algemene vaardigheid te ontwikkelen onafhankelijk van de theoretische inhoud van kennisgebieden moet worden verworpen.

Uiteraard is met deze theoretische analyse nog lang niet alles gezegd. Het begrip *reflectie* verdient in dit kader eveneens aandacht. Het probleem laat zich echter niet in een paar woorden behandelen en een diepgaande theoretische analyse valt op dit ogenblik buiten mijn bestek. Ik dacht minstens een paar sail-lante kenmerken van de op *analyse* gerichte zelfstandige kennisverwerving geschetst te hebben.

4.2. *Synthese-gerichte processen ('uitvinden')*

Een essentieel andere vorm van zelfstandige kennisverwerving heeft te maken met het vinden van een voor een bepaald doel efficiënte combinatie van cognitieve elementen, zónder dat daarbij gesteund kan worden op een overkoepelende theorie die aangeeft welke combinatie geoorloofd of de gewenste is². In zo'n geval is dus zelfsturing vanuit een theoretische conceptie niet of in beperkte mate mogelijk en wordt de activiteit juist gestuurd vanuit de wenselijkheid van het *resultaat* van een bepaalde combinatie. Ik tracht dit weer te verduidelijken met een aantal voorbeelden. Een prachtig voorbeeld in de wetenschaps-geschiedenis vinden we bij *Kepler*. Men weet dat hij zich jarenlang heeft beziggehouden met het bepalen van de precieze baan van de planeet Mars. Hij beschikte daartoe over een groot aantal meetgegevens (zoals posities en omlooptijden). Kepler stond dus in wezen voor de opgave om een adequate representatie (model) te vinden om deze gegevens zo goed mogelijk te ordenen (te beschrijven). Er bestond echter géén hoger geordende visie van waaruit bepaald kon worden welk model daarvoor het meest geschikt was. Wat Kepler dan ook restte was het *uitproberen van modellen*, kijken wat steeds het effect was, bijstellen van het model in de gewenste richting. We zien dus, dat Kepler zijn onderzoeksactiviteit met name moest laten leiden door het resultaat van de verschillende modellen. Zo begon hij met het cirkelmodel, maar al snel bleek dit een niet adequate representatie. Het

model werd 'bijgesteld' en wel door de cirkel op te rekken tot een ovaal. Jarenlang heeft Kepler geprobeerd – steeds geleid door de bereikte effecten – om de gewenste representatie te vinden, zonder bevredigend succes. Pas na jaren slaagde hij erin de gewenste synthese te vinden: de ellips (zie: Hanson, 1958). Dit voorbeeld schetst tevens een belangrijke moeilijkheid bij dit soort op synthese gerichte kennisverwervingsprocessen: de systeemseparatie. Het was voor Kepler blijkbaar moeilijk om het traditionele, op één centrum gerichte astronomische systeem te doorbreken en de bewegingen van Mars in verband te brengen met een cognitief element uit een ander systeem nl. de ellips – met zijn *twee* brandpunten – (die Kepler overigens blijkens zijn wiskundig werk goed kende).

Vergelijkbare problemen zijn zichtbaar bij *Galileo* bij zijn streven om een formule voor de valsnelheid te vinden. In eerste instantie probeert hij allerlei varianten van een formule uit waarin de afgelegde weg als parameter voorkomt, maar dat blijkt onbevredigend. Hij komt pas tot een bevredigende oplossing als hij verband legt met de tijd als parameter. Wederom zien we, dat de onderzoeker een hoger geordende visie moet ontberen van waaruit bepaald kan worden welke elementen hóe met elkaar in verband gebracht moeten worden. Voornamelijk het resultaat van elk nieuw model (elke nieuwe synthese) is leidinggevend voor de activiteit van de onderzoeker. Het uiteindelijke succes berust vaak meer op een (gelukkige?) vondst, dan een werkelijke afleiding of theoretische analyse³.

Dergelijke prestaties worden in het onderwijs van de leerlingen verwacht in vrijwel alle gevallen waarin sprake is van een zogenaamde '*inductieve methode*'. Op basis van een aantal gegevens moet de leerling in zulke gevallen iets algemeen (begrip, regel) induceren (abstraheren):

- het ontwikkelen van getalbegrip door vergelijken van verzamelingen en het gemeenschappelijke opsporen;
- het leren van de woordsoorten aan de hand van voorbeelden van elk.

Toen in de jaren zestig de zgn. '*laboratorium-methode*' (Suchman, 1960) in zwang kwam, werd eigenlijk hoofdzakelijk dit soort zelfstandige kennisverwervingsprocessen gestimuleerd. Bijvoorbeeld:

- het opsporen van brekings- en afbeeldingsformules uit de optica door het experimenteren met spiegels en lenzen.

In al deze gevallen moeten de leerlingen dus – evenals Kepler, Galileo e.a. – in hun kennisarsenaal zoeken naar elementen (begrippen, regels, modellen) waarmee de gegevens tot eenheid gemaakt kunnen

worden. Dit kan niet vanuit een hoger geordende visie die bepaalt wat wel of niet kan, maar alleen door te proberen en – om het eens simpel te zeggen – te kijken of het werkt.

Voor het onderwijs heeft deze methode duidelijk gefaald en is zij fel bekritiseerd door o.a. Ausubel (1963) en Friedlander (1965). Gezien het feit dat deze kennisverwervingsprocessen in de wetenschap een belangrijke functie vervullen (m.n. modelvorming) zou het onverstandig (en inconsequent) zijn wanneer we deze processen uit het onderwijs zouden proberen te verbannen. Het is alleen de vraag of zij voor de *overdracht* van kennis wel zulke geschikte procedures vormen.

Wanneer we nu toch deze wijze van zelfstandige kennisverwerving (op synthese gericht) in het onderwijs tot ontwikkeling willen brengen, moet geëxpliciteerd worden wat de cognitieve eisen van dit soort problemen zijn. We hebben vastgesteld, dat er geen uniform sturend theoretisch beginsel is, maar dat de synthese via het resultaat moet worden bereikt. Een chaotisch zoekproces ligt voor de hand wanneer de leerlingen niet over andere middelen tot zelfsturing beschikken (de onderwijservaringen met de laboratorium-methode bevestigen dat!). Die andere cognitieve middelen moeten gezocht worden in vaardigheden als heuristisch denken, planning etc.

Ondersteuning voor deze veronderstelling kan gevonden worden in experimenteel onderzoek van Resnick & Glaser (1976) naar het leren probleemoplossen. Zij gebruikten daarbij een type problemen die zij *'inventieproblemen'* noemden. Het probleemoplossingsproces (de inventie dus) omschrijven zij als een proces waarin twee of meer elementen uit het kennisrepertoire van het individu gecombineerd worden, zonder dat er extern aanwijzingen gegeven worden over de aard van de combinatie zelf. Een voorbeeld van een dergelijk probleem is het vinden van een methode om de oppervlakte van een parallellogram te berekenen (vgl. Wertheimer). De wijze waarop Resnick & Glaser dit soort problemen typeren, stemt volledig overeen met wat ik hier noem de op *synthese* gerichte processen van zelfstandige kennisverwerving. De wijze waarop zij het probleemoplossingsproces beschrijven mag dan ook beschouwd worden als een mogelijke psychologische beschrijving van deze vorm van zelfstandige kennisverwerving. Zij onderscheiden drie fasen:

1. *Probleem-identificatie* ('Problem-detection-phase');

centraal aspect van deze fase is een eerste doel-analyse en de constatering dat de gebruikelijke oplossingsroutines niet werken (bij berekening van opper-

vlakte van parallellogram is bijv. vermenigvuldigen van de zijden geen goede methode).

2. *Analyse van de probleemsituatie* ('Feature-scanning');

analyse van de situatie met het oog op het vinden van een alternatieve oplossingsprocedure. Resnick & Glaser spreken hier ook wel van de *'idea-getting phase'*. Dit proces is sterk heuristisch van karakter en mogelijk zelfs ongestructureerd. De relevant geachte procedures worden uitgevoerd en op resultaat beoordeeld. Is het effect in overeenstemming met het gewenste doel, dan is het probleem opgelost. Indien het probleem onopgelost blijft, kan subject overgaan naar de laatste fase.

3. *Doel-analyse* ('Goal-analysis');

te bereiken doel wordt geanalyseerd en geherformuleerd, zodat een geherstructureerd probleem of deelprobleem ontstaat.

Een belangrijk aspect van het werk van Resnick & Glaser is, dat zij erin slaagden om via een geschikte instructie-procedure het inventionproces te optimaliseren. Grosso modo kwam dit neer op het terugdringen van inefficiënte en ongestructureerde activiteit door de 'problem-detection'-fase met daarin de initiële doel-analyse te verbeteren. De leerlingen leerden hun activiteit *plannen* (Resnick & Glaser spreken van een 'look-ahead-strategie'): verbaliseren van mogelijke doelen en oplossingsstrategieën. De kinderen leerden zo, voordat zij tot handelen overgingen een bewust plan te maken voor hun activiteit en de mogelijke consequenties te anticiperen. Op deze wijze slaagden Resnick & Glaser erin de kinderen te leren zelfstandig inventies te volbrengen.

Concluderend kunnen we dan zeggen, dat het op synthese gerichte proces van zelfstandige kennisverwerving aan de ene kant *beschikbaarheid van cognitieve elementen* vereist en aan de andere kant *heuristisch-strategische vaardigheden* (dit wordt overigens ook door ander onderzoek ondersteund o.a. Siegler & Atlas, 1976). Vanuit het huidige perspectief zien we voorts dat Resnick & Glaser (1976) zelfstandige kennisverwerving ('the ability to learn without direct instruction') te beperkt opvatten door het te identificeren met *inventies*. Kennisverwervingsprocessen door analyse van de eigen theoretische kennis en het ontdekken van nieuwe, immanente eigenschappen daaraan blijft buiten hun gezichtsveld (dat geldt overigens voor meer Amerikaanse auteurs die zich op dit terrein bewegen, zoals Siegler & Atlas, 1976; Egan & Greeno, 1973).

Ter afsluiting van deze bespreking van de twee vor-

men van zelfstandige kennisverwerving, moet kort nog aandacht besteed worden aan de relaties tussen deze twee vormen van zelfstandige kennisverwerving.

In het voorafgaande heb ik de verschillende vormen van zelfstandige kennisverwerving afzonderlijk besproken. Dit is gedaan om het betoog zo helder mogelijk te houden. In de praktijk van het wetenschappelijk denken komen beide processen afwisselend en in nauwe samenhang voor. Na een fase van modelvorming (theorie, hypothese) volgt een fase van bijstelling van het model (synthese) of soms zelfs volledige vervanging van het model; dit wordt weer vervolgd door een hernieuwde analyse etc. Voor het onderwijs is dit misschien wel het duidelijkst geïllustreerd door het werk van Ajdarova: na een fase van samen met de leerlingen samenstellen van een model (synthese) volgt een op analyse gerichte fase. De precieze wisselwerking tussen beide blijft echter nog nader te onderzoeken. Naar aanleiding van de keuze der voorbeelden bij de onderscheiden soorten zelfstandige kennisverwervingsprocessen, zou voorts gemakkelijk de indruk kunnen ontstaan dat volgens de hier beschreven opvattingen de vormen van zelfstandige kennisverwerving bij kind en wetenschapsman identiek zijn (vgl. Bruner). Vanuit handelingspsychologisch perspectief moet dit idee echter verworpen worden. Alleen de cognitieve eisen (vgl. Lompscher, 1975, 'Anforderungsstruktur der Aufgabe') bij de onderscheiden vormen van zelfstandige kennisverwerving zijn volgens ons voor kind en wetenschapsman hetzelfde, maar het spreekt vanzelf, dat ervaren wetenschapslieden daarmee anders omgaan dan beginnende leerlingen. De gedetailleerde procesmatige opbouw van de zelfstandige kennisverwerving zal voor beiden dan ook sterk verschillen.

5. Besluit

Tot besluit wil ik nog een paar korte aantekeningen maken bij de hier door mij besproken vormen van zelfstandige kennisverwerving.

1. In de 'Davydov-exegese' treft men niet zelden de opmerking aan, dat Davydov tegen ontdekken zou zijn (zie bijv. Nelissen e.a., 1979). Ik denk, dat dat onjuist is of in elk geval misleidend is. Wanneer Davydov zich zou verzetten tegen ontdekken in het algemeen in de zin van zelfstandig kennis verwerven, zou hij het wetenschappelijk denken op onaantvaardbare manier gereduceerd hebben. Ik heb in Davydovs werk géén aanwijzingen kunnen vinden voor een dergelijke opvatting. Davydov verwerpt hooguit

ontdekkingsprocedures in het onderwijs zoals die in het Westen jarenlang gehanteerd zijn, maar hij verzet zich daarmee m.i. eerder tegen slechte onderwijsprocedures, dan tegen de activiteit van de zelfstandige kennisverwerving zelf.

Wèl moeten we vaststellen, dat de zelfstandige kennisverwerving in Davydovs theoretische en praktische werk nog slechts onvolmaakt is uitgewerkt en gerealiseerd. Op de eerste plaats houdt hij zich vrij eenzijdig bezig met de op *analyse* gerichte vorm van kennisverwerving. De op *synthese* gerichte vorm van zelfstandige kennisverwerving in het onderwijs (welke in principe allerlei producten kan opleveren) is zeer moeilijk te rijmen met de stringente eis dat het onderwijs moet worden opgebouwd vanuit één genetisch model (kiem) dat als enige juiste (=wetenschappelijke) weerspiegeling van de werkelijkheid wordt beschouwd. En evenmin strookt de op *synthese* gerichte vorm van zelfstandige kennisverwerving met Davydovs didactische stelregel, dat de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken moet aanvangen op het niveau dat de wetenschap op een bepaald ogenblik bereikt heeft. Er wordt daarmee dus een verplichtende keuze gemaakt voor bepaalde representaties van de werkelijkheid (voor bepaalde begrippen, syntheses), welke openheid dienaangaande verbiedt. Laten we de leerling echter zelf zoeken naar de meest vruchtbare synthese, dan zal dit slechts bij hoge uitzondering de vanuit wetenschappelijk oogpunt gewenste (optimale) synthese zijn.

In het licht van mijn voorgaande betoog moet ik dan ook stellen dat Davydov minstens één aspect van de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken verwaarloost, of mogelijk zelfs buitensluit. Ten tweede hebben Davydov en zijn medewerkers de op analyse gerichte zelfstandige kennisverwerving nog slechts uitsluitend als *geleide* kennisverwerving in het onderwijs gerealiseerd. De laatste stap, waarmee leerlingen wetenschappelijke begrippen tot hun *eigen* begrippen maken – d.w.z. wetenschappelijk gaan denken volgens eigen inzichten, onder eigen theoretische controle – vinden we in het werk van Davydov c.s. niet⁴.

2. De aandacht voor de zelfstandige cognitieve activiteit treffen we in de Sovjet-Unie vooral aan in het kader van het *probleemgerichte onderwijs*. Ik wil hier dan ook kort stilstaan bij de vraag hoe de zelfstandige kennisverwerving in dit kader gestalte heeft gekregen. Op de eerste plaats valt op, dat het probleem van de wetenschappelijke begrippen (zoals aan de orde gesteld door Davydov) daarbij slechts marginaal een rol speelt. Zij worden soms verondersteld, maar vormen vrijwel nergens (voor zover mij bekend) voorwerp van theoretische beschouwing. In het pro-

bleemgerichte onderwijs gaat het vaker om het zoeken van een nieuwe combinatie van beschikbare kennisinhouden waardoor ipso facto een nieuw stuk kennis of een nieuwe vaardigheid verworven wordt (Pidkasiťij, 1980). Om de leerling dit te laten bereiken moet hem een weloverwogen probleem (of liever: systeem van probleemsituaties) worden aangeboden dat aanleiding geeft tot fundamentele, voor de leerling uitvoerbare en voor een bepaald domein karakteristieke problemen, welke alleen kunnen worden opgelost met behulp van de te verwerven leerinhoud (zie: Lerner, 1978). We treffen hierbij problemen aan als:

- het vinden van een methode om de inhoud van een onregelmatig vat te bepalen (Matjuškin, 1960);
- bepalen van de aard en samenhang der factoren die bij het uittrekken van elastische voorwerpen een rol spelen (Lerner, 1978);
- verklaren waarom de revolutie in de Sovjet-Unie in de buurt van 1917 is uitgebroken en niet aan het eind van de 19e eeuw of enige tientallen jaren na 1917 (Pidkasiťij, 1980).

Mijn conclusie ligt wellicht voor de hand: in het kader van het probleemgerichte onderwijs heeft men zich tot nu toe hoofdzakelijk beziggehouden met zelfstandige kennisverwervingsprocessen waarbij als eindresultaat een adequate *synthese* van beschikbare cognitieve elementen werd beoogd, zonder dat op voorhand voor de leerling bekend was welke elementen hoe met elkaar verbonden moesten worden. Ook binnen het probleemgerichte onderwijs wordt zelfstandige kennisverwerving dus beperkt en eenzijdig opgevat. Een vereniging van Davydovs opvattingen met die van het probleemgerichte onderwijs lijkt nu een voor de hand liggende stap. Echter, dit is m.i. alleen mogelijk als Davydov de vruchtbaarheid van het hanteren van uiteenlopende syntheses (met daar- onder inadequate, empirische) wil erkennen en erin slaagt deze op een positieve manier te gebruiken, of als binnen het probleemgerichte onderwijs het ontstaan van de ene gewenste wetenschappelijke synthese kan worden gegarandeerd zonder daarbij de zelfstandigheid van de leerling in het kennisverwervingsproces grondig aan te tasten.

3. Het verloop van een proces van zelfstandige kennisverwerving is – per definitie – onvolledig controleerbaar voor externe instanties. Het resultaat van een dergelijk proces is bijgevolg in belangrijke mate onvoorspelbaar. Dit lastige feit maakt een dergelijke vorm van kennisverwerving als *overdrachtsprocedure* voor bepaalde kennis ongeschikt of op zijn minst een zwakke concurrent naast andere procedures. Zelfstandige kennisverwerving is als *overdrachtsprocedure* alleen hanteerbaar als een grote mate van vrij-

blijvendheid geaccepteerd kan worden, hetgeen in het kader van het wetenschappelijk denken zelden het geval is. We staan nu voor een moeilijk dilemma. Aan de ene kant moeten we erkennen, dat voor een werkelijke ontwikkeling van het wetenschappelijk denken de ontwikkeling van de zelfstandige kennisverwerving onontbeerlijk is. Aan de andere kant zijn we echter – gezien vanuit het oogpunt van optimalisering van het onderwijs – geneigd om de zelfstandige kennisverwerving als methode van kennisoverdracht zo ver mogelijk terug te dringen. Een oplossing voor dit dilemma kan m.i. alleen gevonden worden door de zelfstandige kennisverwerving niet meer als middel te beschouwen maar als apart *doel* binnen een bepaald kennisgebied (bijv. in de zin van 'kwalitatieve afwerking' van eerder verworven kennis). Hoe dit doel echter in concreto geoperationaliseerd moet worden en met behulp van welke didactische maatregelen het voor de leerling bereikbaar gemaakt kan worden, is een belangrijk vraagstuk voor de toekomst. Een genuanceerde visie op het fenomeen van de zelfstandige kennisverwerving is daarvoor een onmisbare voorwaarde.

Noten

1. De termen analyse en synthese zijn enigszins misleidend. Zij roepen associaties op met de wijze waarop deze termen in de Oost-Europese psychologie gebruikt worden (zie: Rubiństein, 1977; Lompscher, 1975), waar deze termen verwijzen naar zeer speciale processen (d.w.z. *moleculaire* processen aanduiden). De wijze waarop de termen analyse en synthese door mij gebruikt worden, wijkt daarvan af in die zin, dat thans verwezen wordt naar een omvangrijker handelingspatroon (d.w.z. dat genoemde termen *molair* betekenis hebben). In een ander verband (Van Oers, 1980) heb ik i.p.v. analyse en synthese de termen 'ontdekken' resp. 'uitvinden' gebruikt (overeenkomstig de in de Angel-Saksische literatuur gehanteerde onderscheiding *discovery-invention*; zie bijv. Bruner, 1961; Popper & Eccles, 1977, p. 40; Gutting, 1980). Nadeel van deze laatste terminologie is, dat deze gecontamineerd is door connotaties die in het dagelijks leven verbonden zijn met 'ontdekken' en 'uitvinden'.
2. Het combineren van beschikbare cognitieve elementen is iets waartoe reeds kinderen in de regel spontaan geneigd zijn, weliswaar meestal op grond van oppervlakkige gelijkenissen. We zien iets dergelijks bijvoorbeeld bij een kind, dat de *maan* opvat als een *lamp* die aan en uitgedaan wordt (Wagenschein e.a., 1973). Het probleem voor het onderwijs is dan ook niet primair het leren maken van syntheses op zichzelf, maar het leren vinden van adequate (succesvolle, vruchtbare) syntheses.
3. Hetgeen uiteraard niet wegneemt dat binnen deze acti-

- viteit als geheel toch wel analyserende processen kunnen optreden. Het gaat hier dan echter om probleem-, situatie-, doel- en middel-analyses met het oog op het vinden van een bepaalde representatie en niet (zoals bij de op analyse-gerichte zelfstandige kennisverwervingsprocessen) om theorie-analyse met het oog op het interpreteren (theoretisch reconstrueren) van een gegeven als een eigenschap (element) van een bepaalde overkoepelende theorie.
4. Davydov onderkent dit probleem tegenwoordig wel. Op een congres in Leipzig (1980) over 'Cognitive and Motivational development in classroom learning' heeft hij daarover expressis verbis uitspraken gedaan (persoonlijke mededeling daarover van prof. Van Parreren, die zelf op dat congres aanwezig was). Zie ook: Bol, 1981.
- Literatuur*
- Ajdarova, L. I., L. Ja. Gorskaja & G. A. Cukerman, Eerstklassers onderzoeken hun moedertaal. *Pedagogische Studiën* 1979, 56, 25-36.
- Andrejew, M., Zur Spezifik des Unterrichtsprozesses. In: H. Faust & G. Hrussanow (Hrsg.), *Zur Erhöhung der geistigen Aktivität der Schüler im Unterrichtsprozess*. Berlin: Volk und Wissen, 1976.
- Ausubel, D. P., Learning by Discovery. In: D. P. Ausubel, *Psychology of Meaningful verbal learning*. New York-London: Grune & Stratton, 1963.
- Bol, E., Een beschouwing naar aanleiding van het 23e internationale congres van psychologie te Leipzig, 1980. *Pedagogische Studiën* 1981, 58 131-133.
- Bruner, J. S., *The Process of education*. New York: Random House Inc., 1960.
- Bruner J. S., The Act of Discovery. *Harvard Educational Review* 1961, vol. 31, no. 1.
- Bruner, J. S., Some elements of discovery. In: L. S. Shulman & E. R. Keislar (eds.), *Learning by Discovery*. A critical appraisal (p. 101- 115). Chicago: Rand McNally & Comp., 1966. (Ook in: J. S. Bruner, *The relevance of Education*. London: 1971).
- Cronbach, L. J., The logic of experiments on discovery. In: L. S. Shulman & E. R. Keislar (eds.), *Learning by Discovery* (p. 77-93). Chicago: Rand McNally & Comp., 1966.
- Davydov, V. V. (Dawydow, W. W.), *Arten der Verallgemeinerung im Unterricht*. (Beiträge zur Pädagogik-8). Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag, 1977.
- Dusavickij, A. K. & V. V. Repkin, Issledovanie razvitija poznavatel'nich interessov mladšich skol'nikov v različnich uslovijach obučenija (Onderzoek naar de ontwikkeling van de cognitieve interesse van jonge leerlingen in verschillende onderwijsprogramma's). *Voprosy Psichologii* 1975, 3, 92-102.
- Egan, D. E. & J. G. Greeno, Acquiring cognitive structure by discovery and rule learning. *Journal of Educational Psychology* 1973, vol. 64, nr. 1, 85-97.
- Einsiedler, W., *Lehrstrategien und Lernerfolg*. Weinheim-Basel: Beltz Verlag, 1976.
- Friedlander, B. Z., A psychologist's second thoughts on concepts, curiosity and discovery in teaching and learning. *Harvard Educational Review* 1965, 35, 18-38.
- Gutting, G., The logic of invention. In: Th. Nickles, *Scientific discovery, logic, and rationality*. Dordrecht: D. Reidel Publ. Comp., 1980, p. 221-235.
- Hanson, N. R., *Patterns of discovery*. An inquiry into the conceptual foundations of science. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.
- Hermann, G., Learning by Discovery. *The Journal of Experimental Education* 1969, 38, 58-72.
- Lerner, I. J., Funktionen eines Problemunterrichts und Kriterien seiner Effektivität. In: W. Jantos, (Hrsg.); *Entwicklung des schöpferischen Denkens und problemhafter Unterrichts* (p. 134-152). Berlin: Volk und Wissen, 1978.
- Leont'ev, A. N., Activiteit als psychologisch probleem. *Pedagogische Studiën* 1980, 57, 7/8, 325-343.
- Lompscher, J. (Hrsg.), *Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten*. Berlin: Volk und Wissen, 1975.
- Markowa, A. K., Ueber die Struktur der Lerntätigkeit und Bedingungen für ihre Ausbildung. In: Lompscher, J. (Hrsg.), *Zur Psychologie der Lerntätigkeit*. Berlin: Volk und Wissen, 1977.
- Matjuškin, A. M., Issledovanie psichologičeskich zakonomernostej processa analiza (Onderzoek naar de psychologische wetmatigheden in het analyse-proces). *Voprosy Psichologii* 1960, no. 3, 46-56.
- Menčinskaja, N. A., Psichologičeskie voprosy razvivajuščego obučenija i novye programm (Nieuwe programma's en de psychologische problemen van het ontwikkeld onderwijs). *Sovetskaja Pedagogika* 1968, 6, 21-39.
- Menčinskaja, N. A., Problema učenija i razvitija (Het probleem leren-ontwikkeling). *Sovetskaja Pedagogika* 1979, 9, 35-41.
- Nelissen, J. M. C., A. C. Vuurmans & M. A. D. Wolters, Wat Tanečka niet leert, zal Tanja nooit weten. In: C. F. van Parreren & J. M. C. Nelissen (red.), *Met Oost-Europese psychologen in gesprek*. Teksten en analyses Sovjet-Psychologie-3. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1979.
- Nickles, Th. (ed.), *Scientific discovery, logic, and rationality*. Boston Studies in philosophy of science, vol. 56. Dordrecht: D. Reidel Publ. Comp., 1980.
- Nuthal, G. & I. Snook, Contemporary models of teaching. In: R. M. W. Travers (ed.), *Second Handbook of Research on Teaching*. Chicago: 1973.
- Oers, H. J. M. van, *Ontdekken in het onderwijs*. (Interne publicatie afd. Onderwijsleerprocessen). Amsterdam: Vrije Universiteit, 1980.
- Parreren, C. F. van, Leren denken getoetst-2. *Pedagogische Studiën* 1973 50, 361-374. (Ook in: C. F. van Parreren & W. A. van Loon-Vervoorn, *Denken*. Teksten en analyses Sovjet-Psychologie-1. Groningen: H. D. Tjeenk Willink, 1975).
- Parreren, C. F. van, Niveaus in de ontwikkeling van het abstraheren. In: J. de Wit, H. Bolle & R. Jessurun Cardoso-van Hoorn (red.), *Psychologen over het kind*. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1979.
- Parreren, C. F. van & J. M. C. Nelissen (red.), *Rekenen*. Teksten en analyses Sovjet-Psychologie. Groningen:

- Wolters-Noordhoff, 1977.
- Pidkasičij, P. I., *Samostojatel'naja poznavatel'naja dejatel'nost' škol'nikov v obučenii* (Zelfstandige cognitieve activiteit van leerlingen in het onderwijs). Moskou: Pedagogika, 1980.
- Popper, K. R. & J. C. Eccles, *The self and its brain*. An argument for interactionism. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, 1977.
- Resnick, L. B. & R. Glaser, Problem Solving and Intelligence. In: L. B. Resnick (ed.), *The Nature of Intelligence* (p. 205-231). Hillsdale N. J.: Lawrence Erlbaum Ass., 1976.
- Rubinstein, S. L., *Das Denken und die Wege seiner Erforschung*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1977.
- Šarov, Ju. V. & E. M. Kuz'mina, Osoznanie učaščimisja značimosti znaniij – uslovie formirovanija ich poznavatel'nich interessov (Bewustwording van de relevantie van kennis bij leerlingen – een voorwaarde voor de vorming van cognitieve interesse) *Sovetskaja Pedagogika* 1974, 7, 41-49.
- Shapere, D., Discovery, Rationality and Progress in Science: a perspective in the philosophy of science. In: K. F. Schaffner & R. S. Cohen (eds.), *P.S.A., 1972*. Proceedings of the 1972 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. XX, p. 407-419. Dordrecht: D. Reidel Publ. Comp., 1974.
- Shulman, L. S. & E. R. Keislar (eds.), *Learning by Discovery*. A critical appraisal. Chicago: Rand McNally & Comp., 1966.
- Siegler, R. S. & M. Atlas, Acquisition of formal scientific reasoning by 10- and 13-year-olds: Detecting Interactive Patterns in Data. *Journal of Educational Psychology* 1976, vol. 68, nr. 3, 360-370.
- Suchman, J. R., Inquiry Training in the elementary school. In: J. P. de Cecco (ed.), *The Psychology of Language, Thought and Instruction* (readings). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1967. (Oorspronkelijk in: *The Science Teacher*, 1960, 27, 42-47).
- Toulmin, S., *Human Understanding. The collective use and evolution of concepts*. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1972.
- Toulmin, S., Rationality and Scientific Discovery. In: K. R. Schaffner & R. S. Cohen (eds.), *PSA-1972*. Boston Studies in the Philosophy of Science, vol. XX, p. 387-406. Dordrecht: D. Reidel Publ. Comp., 1974.
- Wagenschein, M., A. Banholzer & S. Thiel, *Kindern auf dem Wege zur Physik*. Stuttgart: E. Klett Verlag, 1973.

Curriculum vitae

H. J. M. van Oers (1951) studeerde psychologie aan de Rijksuniversiteit Utrecht met als specialisatie Onderwijsprocedeskunde. Sinds 1978 wetenschappelijk medewerker aan de Vrije Universiteit in Amsterdam, afd. Onderwijsleerprocessen/Vakgroep Onderwijskunde. Belangstelling binnen de onderwijspsychologie gaat met name uit naar de ontwikkeling van het begripsmatig functioneren, cognitieve ontwikkeling en het grondslagenonderzoek (m.n. de ontwikkeling van het handelingsmodel in de psychologie).

Adres: Lekstraat 26, 2405 AC Alphen a/d Rijn

Manuscript aanvaard 19-5-'81