

## Probleemoplossen en algemene vaardigheden: een poging tot discussie

P.L. Lijnse  
Vakgroep Natuurkunde Didactiek  
CD- $\beta$ , Universiteit Utrecht.

### Summary

*This paper first describes the emphasis, given by the Dutch Steering Group for the Revision of Upper Secondary Education, to the teaching of general skills. 'Problem Solving' is an important case in point. Therefore, problem solving is further analysed, with particular attention to the relation between general and content-specific problem-solving skills. From this analysis, it is concluded that problem solving is in the first place a domain specific activity. This conclusion is endorsed by others who argue also from a situated cognition perspective. As a consequence, the Steering Group should pay more attention to the quality of subject matter teaching, in stead of emphasizing general skills only.*

### 1. Inleiding

De laatste jaren wordt in de discussies over onderwijs veel nadruk gelegd op 'algemene vaardigheden'. Kennelijk verwacht men er veel van, maar hoe terecht is dat? En wat verstaat men er eigenlijk onder, is dat wel altijd even duidelijk? En hoe onderwijs je zulke vaardigheden? Op dit soort vragen wil ik in dit artikel ingaan. Ik doe dit aan de hand van 'probleemoplossen', wat dus een beperking inhoudt tot wat (meta-)cognitieve vaardigheden genoemd wordt. Aandacht voor probleemoplossingsvaardigheden is een voorbeeld van een veel bredere 'beweging'. Een beweging die niet alleen in onderwijskundige kringen grote aanhang heeft, maar inmiddels ook in het onderwijsbeleid een stevige voet aan de grond heeft gekregen. Na de TVS-operatie van het Projectmanagement Basisvorming, heeft nu ook de Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs in haar recente Scharnier-nota (1993) het belang van 'vaardigheden' benadrukt. Ik wil de argumentatie van deze Stuurgroep hier met enige uitgebreidheid weergeven, omdat het hier, naar mijn indruk, een paradigmatisch voorbeeld betreft van de nadruk die op algemene vaardigheden gelegd wordt.

## 2. Vaardigheden zijn belangrijk

Allereerst zij gezegd dat de Stuurgroep de interessante en cruciale opmerking maakt dat zij van mening is dat in het onderwijs te weinig gebruik wordt gemaakt van de bereikte resultaten in relevante wetenschappen als pedagogiek, psychologie en didactiek. Aandacht voor vaardigheden is kennelijk één van de wegen om deze situatie te veranderen. Maar de motivering daarvoor komt mede uit de praktijk.

"Vooral met betrekking tot de beheersing van (studie-)vaardigheden heeft het hoger onderwijs verwachtingen van het voortgezet onderwijs die daar nu niet waargemaakt worden" (p.2).

De Stuurgroep beargumenteert vervolgens dat er sprake is van "maatschappelijke ontwikkelingen die *het centraal stellen van kennisoverdracht en inzicht als exclusieve doelstellingen*<sup>1</sup> minder vanzelfsprekend maken" (p.14).

De exclusieve aandacht voor kennisoverdracht moet verschuiven naar: "de (vak)docent heeft als taak (en zelfs als zeer belangrijke taak) om de leerling te *leren leren*." (p.15).

Dit is nodig omdat de effectiviteit van het huidige onderwijs volgens de Stuurgroep te gering is. Immers, leerlingen doen te veel kennis op, waar zij te weinig mee kunnen (p.20).

"Met het voorgaande is aangegeven dat onderwijs dat vrijwel alleen gericht is op kennis en inzicht (en daarmee 'inhoud'), een beperkte effectiviteit nastreeft. Het zou veel effectiever kunnen zijn als ook de leerprocessen een belangrijke plaats in het onderwijs zouden krijgen. Het aandacht schenken aan de leerprocessen betekent dat het onderwijs niet alleen gericht is op kennis en het kunnen hanteren van die kennis (inzicht), maar ook op vaardigheden die nu en straks toegepast kunnen worden" (p.21).

In het hoofdstuk 'Oplossingen' zegt de Stuurgroep o.a.:

"Vakken worden nu geïsoleerd aangeboden, waarbij ook de vakoverstijgende vaardigheden binnen elk vak geïsoleerd aan de orde komen. Ter illustratie: bepaalde vaardigheden die aangewend worden om bij biologie een probleem op te lossen, worden door de leerlingen niet herkend als vaardigheden die ook bij het vak natuurkunde aangewend kunnen worden (p.29). (.....) Het *probleemgecentreerd leren* (één vraagstuk, dat echter vraagt om een multidisciplinaire aanpak om te komen tot een oplossing) vraagt wel om een vakoverstijgende benadering die de leerlingen de vaardigheden doet aanwenden die niet-vakgebonden zijn" (p.30).

De Stuurgroep komt tenslotte o.a. met de volgende voorstellen:

"De inhoud en structuur van de tweede fase van het havo en vwo moeten het mogelijk maken vaardigheden systematisch in de verschillende vakken in te bouwen". (p.30).

Deze nadruk op vaardigheden maakt het onderwijs echter niet gemakkelijker, maar juist eerder zwaarder (p.44).

Maar om welke vaardigheden gaat het dan toch, zult u zich misschien afvragen.

"Te denken valt aan de vaardigheden die voor succesvol doorlopen van het hoger onderwijs van belang zijn, zoals:

- hulpmiddelen gebruiken (informatieverwerking en informatieverwerking);
- bronnen raadplegen;
- een werkplanning maken;
- het kunnen onderscheiden van hoofd- en bijzaken;
- het kunnen leggen van verbanden;
- het verantwoording kunnen dragen voor het eigen leerproces;
- etc." (p.49).

Hierin lijkt de algemene probleemoplossingsvaardigheid te ontbreken, maar gelukkig wordt dit verzuim ruimschoots goed gemaakt in de inmiddels verschenen vervolgota (1994).

### 3. Snappen we dit?

Laat ik eerst zeggen dat ik veel sympathie heb voor de ideeën van de Stuurgroep. Ik denk dat haar voorstellen de mogelijkheid bieden te komen tot belangrijke onderwijsverbeteringen, juist doordat er niet alleen over structuren gepraat wordt maar ook nadrukkelijk aandacht gevraagd wordt voor leerprocessen, dus voor de didactiek. Maar de remedie concentreert zich volledig op 'algemene vaardigheden'. Als we deze aandacht voor leerprocessen mogen zien als een implementatie van resultaten van wetenschappelijk onderzoek, dan moeten we constateren dat (ook) in het onderwijsbeleid de resultaten van veel vakdidactisch onderzoek niet bekend zijn, dan wel grotendeels genegeerd worden. Dat is betreurenswaardig. Het betekent bijvoorbeeld dat, naar mijn oordeel, de analyse van de Stuurgroep onvolledig is en daardoor misleidend, en dat dus ook de voorgestelde maatregelen onvoldoende zijn om de verwachtingen waar te maken die zij uitspreken.

Deze onvoldoende analyse gaat over de vraag: over welke vaardigheden hebben we het eigenlijk, en wat is hun relatie met kennis en inzicht (wat de Stuurgroep omschrijft als 'inhoud')? Allereerst, wat bedoelt de Stuurgroep met 'kennis'? Daarover wordt niets gezegd, behalve dat leerlingen teveel

kennis opdoen waar zij 'te weinig mee kunnen'. Wel wordt, tussen neus en lippen door, gezegd dat onder inzicht 'het kunnen hanteren van kennis' wordt verstaan. Ik neem aan dat we onder 'hanteren', zaken als 'gebruiken' en 'toepassen' mogen verstaan.

Hieruit zouden we kunnen concluderen dat de Stuurgroep van mening is dat er teveel kennis wordt onderwezen die niet tot *inzicht* leidt. Mijns inziens wil dat zeggen: *niet tot het inzichtelijk met die kennis kunnen handelen*, een conclusie waar ik het mee eens zou zijn. Dit zou dus verbeterd moeten worden, bijvoorbeeld door meer nadruk te leggen op het bereiken van inzicht. Dat lijkt echter niet de bedoeling van de Stuurgroep. Immers, dan zou er qua doelstelling niets nieuws aan de hand zijn, het zou alleen betekenen dat de *huidige* doelstellingen meer nadruk moeten krijgen omdat ze nu kennelijk niet gehaald worden.

De Stuurgroep legt echter de nadruk op 'leren leren', wat ik, in zijn volle omvang, zou interpreteren als: *leren hoe je zelfstandig inzichtelijk hanteerbare kennis verworft*. Hierin zijn twee aspecten te onderscheiden: inzichtelijk hanteerbare kennis verwerven, en dit zelfstandig leren doen. Het *nieuwe* doel is dus niet, zoals de Stuurgroep zegt, dat leerlingen vaardigheden moeten bezitten 'om kennis en inzicht toe te passen' (dit is immers een pleonasme, de term inzicht houdt dit al in), maar het *zelfstandig* leren verwerven daarvan. Alleen dan kan ik begrijpen dat de Stuurgroep schrijft over vaardigheden als over iets *extra's* ten opzichte van 'inhoud'. Verondersteld wordt kennelijk dat aandacht voor zelfstandigheid en leergedrag ook vanzelf zal leiden tot het bereiken van inzichtelijke kennis. Naar mijn overtuiging is dat echter een onderschatting van de inhoudelijke, vakdidactische problematiek.

#### 4. Probleemoplossen: een case-study

Laat ik het bovenstaande nader toelichten aan de hand van het ook door de Stuurgroep genoemde voorbeeld 'leren probleemoplossen'. Juist daarvoor geldt immers ook de klacht van het Hoger Onderwijs dat de overgangsproblemen van beginnende studenten eerder het gevolg zijn van gebrek aan bepaalde probleemoplossingsvaardigheden dan van gebrek aan vakinhoudelijke kennis. Aldus Taconis, Stevens en Ferguson-Hessler (1992) in hun recente verslag van een onderzoek naar 'Probleemoplossingsvaardigheden in het natuurkunde-onderwijs van de bovenbouw van het voortgezet onderwijs'<sup>2</sup>.

Zij gaan nog een stap verder als zij zeggen:

"juist het vak natuurkunde in de bovenbouw van het havo en het vwo kan een belangrijke rol spelen bij het verwerven van deze vaardigheden."

Op grond hiervan concludeer ik dat zij uitgaan van het idee dat het hier om algemene (vakoverstijgende) vaardigheden gaat, die bij uitstek via het vak

natuurkunde kunnen worden verworven. Taconis e.a. onderscheiden de volgende hoofdcategorieën van probleemoplossingsactiviteiten: Analyseren, Plannen, Uitwerken, Controleren en Metacognitieve activiteiten. De eerste vier cognitieve activiteiten kunnen ook worden opgevat als fasen in een systematisch verlopend oplossingsproces, dat steeds gestuurd wordt door meta-cognitieve activiteit uit de vijfde categorie. Nu zouden competente probleemoplossers systematisch probleemoplossingsgedrag vertonen, terwijl de beginnende probleemoplosser niet volgens de beschreven fasen te werk zou gaan, maar voornamelijk chaotisch; niet op grond van diepere analyse, maar eerder op grond van oppervlaktekenmerken.

Binnen de vier fasen onderscheiden ze negentien soorten deelactiviteiten, waarvan onderstaand vier voorbeelden.

1. Situatie analyse: Uit een gegeven situatiebeschrijving een natuurkundig beeld van de situatie construeren.
2. Kennistransformatie: De in het onderwijs aangeleerde of bij aanvang bekend veronderstelde kennis herinterpreteren of leemten daarin aanvullen.
3. Standaardmethode: Het selecteren van de toe te passen (in het onderwijs aangeleerde) standaardoplossingsmethode.
4. Omzetten: Het probleem uitwerken door het herstructureren van de (geschematiseerde) situatie zodat een fysisch gelijkwaardig (standaard)-probleem ontstaat.

Dit zijn voorbeelden van activiteiten op algemeen beschrijvingsniveau. Daarnaast onderscheiden zij een probleemtype-specifiek beschrijvingsniveau, wat moet worden opgevat als een beschrijving van specifieke voorbeelden van het algemene niveau. Hieronder enkele probleemtype-specifieke activiteiten uit het gebied van de mechanica ter toelichting.<sup>3</sup>

1. Tekenen van de relevante krachten en krachtmomenten in 2-dim.
2. Vertalen van een vraag die gesteld is in termen van een niet direct berekenbare natuurkundige grootte in een vraag met betrekking tot een berekenbare grootte.
- 3a. Een stelsel van vergelijkingen opstellen (statica en dynamica).
- 3b. Kiezen tussen een energie- of een krachtbenadering bij dynamica.
4. Kiezen van een geschikt (dim-2) assenstelsel.

Onder probleemoplossingsvaardigheid verstaan zij nu:

"De mate waarin een probleemoplosser beschikt over de mogelijkheid een bepaalde oplossingsactiviteit in bepaalde situaties en omstandigheden adequaat uit te voeren".<sup>4</sup>

Tenslotte een korte weergave van de rol die Taconis e.a. toekennen aan kennis bij het oplossen van problemen. Het evenwicht tussen algemene kennis

enerzijds en vakgebonden kennis anderzijds bij het uitvoeren van probleemoplossingsactiviteiten, is volgens hen een belangrijk thema. Daarover zeggen ze dat het aanbrengen van algemene kennis, zoals heuristieken, zonder deze expliciet in relatie te brengen met vakgebonden kennis, op termijn meestal niet of nauwelijks leidt tot een toename van het succes bij het oplossen van problemen. Anderzijds is, naar hun oordeel, het beschikken over kennis van strategieën wel onontbeerlijk. Zij zijn van mening dat zwakke studenten vaak wel beschikken over alle kennis die nodig is voor het oplossen van problemen, maar dat deze kennis niet, of op niet correcte wijze is gestructureerd. Een probleemoplosser dient daarom te beschikken over een adequate kennisbasis, die bestaat uit:

- a. declaratieve kennis (wetten, regels en formules);
- b. situationele kennis (kennis die de relatie legt tussen declaratieve kennis-elementen en (aspecten van) probleemsituaties);
- c. procedurele kennis (kennis m.b.t. het hanteren van declaratieve kennis-elementen);
- d. strategische kennis (de meer algemene kennis gericht op de manier van aanpakken van nieuwe problemen).

De kwaliteit van deze kennisbasis hangt nu af van: de interne integratie van de elementen in het geheugen; de verbondenheid in het geheugen met externe kennis-elementen; de correspondentie met de kennisbasis van experts.

Dit is kort samengevat het theoretisch kader van Taconis e.a., waarmee vervolgens eindexamen- en tentamenopgaven worden geanalyseerd, alsmede de relatie tussen probleemoplossingsvaardigheden en studiesucces. Dit leidt o.a. tot de conclusie dat het oplossen van zowel de havo als de vwo eindexamenopgaven in vergelijking tot het oplossen van opgaven uit tentamens in de propaedeuse slechts geringe eisen stelt met betrekking tot probleemoplossingsvaardigheden. En dat er daarom sprake is van een breuk tussen secundair en tertiair onderwijs, terwijl er een positieve correlatie gevonden wordt tussen studiesucces in de propaedeuse en het beheersen van algemene probleemoplossingsvaardigheden.

## 5. Probleemoplossen: een nadere bespreking

Hoe is nu de relatie tussen de analyse in termen van soorten kennis en die in termen van probleemoplosvaardigheden? De Jong en Ferguson (1993) geven hierover nog nadere informatie. Deze auteurs omschrijven de eerste drie soorten kennis van de kennisbasis als domeinspecifiek, en strategische kennis als algemener, geldig voor een geheel vakgebied, of zelfs voor een aantal aanverwante gebieden. Daarna zeggen zij:

"Situationele en declaratieve kennis vormen de 'statische' aspecten van kennis (traditioneel aangeduid met kennis), terwijl procedurele

en strategische kennis een 'dynamisch' karakter hebben (traditioneel aangeduid met de term vaardigheden)."

Nu worden in een onderwijscontext met vaardigheden meestal einddoelen aangeduid. Dan kan men ook spreken van *een* vaardigheid, die al of nog niet beheerst wordt. Maar, dit einddoel hoeft uiteraard nog niet gelijk aan mijn vaardigheid op dit moment, d.w.z. aan mijn 'mate van vaardig zijn in'. (Bijvoorbeeld, het feit dat ik 'een grafiek kunnen tekenen = weten hoe je een grafiek tekent' een vaardigheid noem, betekent nog niet dat ik hierin ook vaardig ben<sup>5</sup>). Dit laatste hangt, in termen van Taconis e.a. en van De Jong en Ferguson, immers af van de huidige kwaliteit van mijn kennisbasis, d.w.z. van de bereikte mate van integratie, verbondenheid en correspondentie. En deze kwaliteit is voortdurend in ontwikkeling. (Ofwel, mijn vaardig zijn in de vaardigheid: 'een grafiek kunnen tekenen' hangt onlosmakelijk af van de omvang van mijn kennis, van de mate waarin ik weet hoe die in een grafiek te vertalen, en van hoe vaak ik dat al gedaan heb, etc.). De vaardigheid 'beheersen' betekent dat mijn kennisbasis ten aanzien daarvan kennelijk een als voldoende gekwalificeerde kwaliteit heeft bereikt.

Als ik hun kader zo interpreteer, dan zie ik geen principieel verschil met wat ik inzichtelijk handelen heb genoemd, d.w.z. kennis adequaat kunnen gebruiken in bekende en onbekende situaties. Het gaat daarbij niet alleen om een 'weten dat' en een 'weten hoe', maar ook om een 'weten waarom'. Dat betekent dat veel, zo niet alles, van wat Taconis e.a. probleemtype-specifieke probleemoplossingsvaardigheden noemen, naar mijn idee onlosmakelijk hoort bij inzichtelijk met kennis kunnen handelen. En het betekent ook dat mijn conclusie dat in ons onderwijs dit gewenste niveau van inzicht niet gehaald wordt, overeenkomt met hun conclusie dat het schort aan probleemoplossingsvaardigheden.

Waar zit dan het probleem, zult u zich afvragen. Naar mijn idee in het volgende. Door te concluderen dat het aansluitingsprobleem ligt in het niet beheersen van probleemoplossingsvaardigheden sluiten Taconis e.a. zich in feite aan bij de terminologie waarin gesteld wordt dat leerlingen 'de kennis wel hebben, maar er te weinig mee kunnen'. Door te praten over kennis en probleemoplossingsvaardigheden wordt op zijn minst gesuggereerd dat het, in aansluiting bij de klachten van het HBO en WO, gaat om een nieuw licht op de onderwijsproblematiek. Een suggestie die ik wil bestrijden.

Hun eigen concept van een 'kennisbasis met hoge kwaliteit' maakt duidelijk hoe onlosmakelijk de verschillende soorten kennis met elkaar verbonden zijn. En dat het dus ook een onhoudbare tweedeling is om te spreken over 'wel aanwezige' kennis en 'niet aanwezige' vaardigheden. Ik voel me hierin gesteund door het feit dat het onderzoek van Taconis e.a. ook heel anders ge-

interpreteerd kan worden. Daaruit blijkt immers ook dat het eindexamencijfer natuurkunde minstens zo'n goede correlatie geeft met studiesucces als de probleemoplossingsvaardigheden, en dat ondanks het feit dat deze laatste in het VO te weinig aan bod zouden komen. Dit lijkt merkwaardig, gezien de door hen geconstateerde 'breuk', maar is het niet. Dit eindexamencijfer zegt hopenlijk, ondanks alle beperkingen, toch iets over het door leerlingen verworven inzicht. Hoe meer inzicht, hoe beter ze in staat zullen zijn met de begrippen te werken en dus ook problemen op te lossen.

Belangrijker vind ik echter het volgende. Door de diagnose te stellen dat het schort aan probleemoplossingsvaardigheden, ligt ook de remedie voor de hand, nl. 'leren probleemoplossen'. Naar mijn mening wordt daardoor de aandacht ten onrechte en te vroeg afgeleid van de inhoudelijke problematiek van inzichtelijke begripsvorming. Hoe komt het dat deze vaardigheden niet beheerst worden? Doordat leerlingen geen problemen kunnen oplossen, of doordat juist de kennis *niet* inzichtelijk aanwezig is?

Zoals bekend is er de laatste jaren veel didactisch onderzoek gedaan, gericht op conceptuele problemen ten aanzien van het leren van talloze begrippen. Dit onderzoek richt zich dus juist wel op de inhoudelijke problemen.

Hieruit komt naar voren dat leerlingen veel tot nu toe sterk onderschatte problemen hebben met het leren van natuurkundige begrippen; dat een van de oorzaken daarvoor ligt in het feit dat het 'normale' leerproces op school er een is van begripsforcering, resulterend in afhaken en/of weinig inzichtelijk hanteerbare kennis; dat het toetsstelsel zich hieraan heeft aangepast; dat docenten, vanwege de systeemdwang, in het algemeen weinig inzicht hebben in deze problematiek; en dat het derhalve niet zo verbazend is als studenten in het vervolgonderwijs problemen hebben met natuurkunde; bijvoorbeeld blijkt uit het feit dat ze nieuwe kennis niet begrijpen, of zelfs dat ze de 'verondersteld aanwezige' kennis niet 'kunnen gebruiken'. Immers, het proces van begripsforcering gaat in het HO en WO vaak met verdubbelde snelheid voort. Docenten in het hoger onderwijs hebben voor deze problematiek, naar mijn indruk, nog minder aandacht dan de VO-docenten. Dit betekent dat hun diagnose, 'de kennis is wel aanwezig, maar ze kunnen die niet gebruiken', niet veel meer zegt dan dat op grond van programma- of leerboekvergelijking geconstateerd kan worden dat 'het wel behandeld is'. Het niet kunnen gebruiken wordt geconstateerd, maar de oorzaak onttrekt zich, naar mijn stellige overtuiging, grotendeels aan hun gezichtsveld.



## 6. Domeinspecifiek of algemeen

Is het bovenstaande nu meer dan muggenziften? Is er alleen sprake van verschil in woordgebruik (inzichtelijk handelen versus probleemoplossen), of is er sprake van een belangrijk verschil in didactisch-theoretische achtergrond? Naar mijn idee gaat het om het laatste. Door mijn nadruk op (gebrek aan) inzichtelijk handelen, sluit ik aan bij een opvatting waarin het leren van 'inhoud' centraal staat. Met de term probleemoplossingsvaardigheden wordt echter juist aangesloten bij een kader, waarin de nadruk ligt op probleemoplossen als algemene vaardigheid. De relatie tussen deze twee kaders vraagt dus nog om nadere analyse. En, daaraan gekoppeld, vanuit welke optiek men een adequate oplossing voor de onderwijsproblematiek mag verwachten.

Laten we daartoe nogmaals kijken naar de voorbeelden van probleemspecifieke probleemoplossingsvaardigheden. Het goede daaraan is dat hiermee precieser beschreven wordt wat leerlingen zouden moeten kunnen.

Immers, deze formuleringen geven de feitelijke activiteiten die leerlingen moeten kunnen uitvoeren (alhoewel daarmee nog niet vastgelegd is in welke contexten zij dit moeten kunnen). Met deze beschrijving ben ik het eens.

De vraag is nu: wat is de meerwaarde om de feitelijke activiteiten te classificeren als concretisering van algemene probleemoplossingsactiviteiten? Immers, door dat te doen reduceren we de feitelijke activiteiten, en kiezen we een *theoretische* beschrijving waarin wordt geabstraheerd van de inhoud en gefocuseerd op het proces. Deze reductie is uiteraard het kenmerk van de onderwijspsychologie. Deze let, per definitie, op de algemene aspecten van onderwijsleerprocessen.<sup>7</sup> Ze vat deze samen in algemene verklaringen van informatieverwerking en menselijk handelen, om deze vervolgens vaak prescriptief te interpreteren voor onderwijsvormgeving.<sup>8</sup> Onderwijspsychologisch onderzoek kan dan ook nauwelijks anders dan leiden tot de diagnose dat de kern van de aansluitingsproblematiek ligt in probleemoplossings- dan wel studievoordigheden en dat 'procesgerichte instructie' de aangewezen weg is. Het is het vooropgestelde kader van zulk onderzoek. We mogen dan echter niet vergeten dat er met een generaliserende, abstraherende bril naar leerprocessen gekeken wordt, waardoor per definitie geabstraheerd wordt van de situationeel-inhoudelijke context. Op deze manier worden 'algemene vaardigheden' eerst geconstrueerd en vervolgens waargenomen. De vraag of dit een zinvolle constructie is blijft dan echter nog te beantwoorden. Ofwel, het moge mogelijk zijn probleemoplossen als beschrijvende algemene categorie voor leerprocessen te hanteren, daarmee is het nog niet een als zodanig onderwijsbare categorie. Immers, de algemene vaardigheid 'probleemoplossen' kan door niemand worden uitgevoerd. Ik los nooit probleem op, ik los altijd *een* probleem op en dat gaat over iets. Met daaraan gekoppeld de

cruciale vraag: kan ik iemand leren probleem oplossen, of kan ik alleen iemand veel soorten problemen leren oplossen?

Voorzover er geprobeerd is om 'probleemoplossen' direct als algemene vaardigheid, bijvoorbeeld d.m.v. speciale trainingsprogramma's, te onderwijzen, is het resultaat zeer beperkt. Dit lijkt me ook te gelden voor onderwijs d.m.v. algemene heuristieken, als de SPA-methode, voorzover hiervan althans verwacht wordt dat deze de algemene vaardigheid onderwijst. Hetgeen overigens onverlet laat dat deze methode steun kan bieden bij het oplossen van specifieke problemen.

Omgekeerd kan men zich afvragen in hoeverre onderwijs in 'probleem-specifieke' vaardigheden, als zodanig, bijdraagt tot het ontwikkelen van 'algemene'. Ook hiervan is weinig perspectief te verwachten. Bijvoorbeeld, ik zie in dat als je het 'kiezen van een contour voor het berekenen van een contour integraal' een probleem-type-specifieke vaardigheid noemt, je dit ook, in algemene zin, een concretisering van een probleemoplossing uitvoerende vaardigheid kunt noemen, maar ik zie niet in dat je deze veronderstelde algemene vaardigheid d.m.v. het leren van de specifieke zou kunnen leren.<sup>9</sup>

In mijn scepsis ten aanzien van probleemoplossen als algemene vaardigheid sta ik overigens niet alleen. Hennessy, McCormick en Murphy (1993) zeggen, bijvoorbeeld, het volgende:

"'Problem solving' is a highly abused term in education these days".

(....) "Where problem-solving processes are seen as important, there is an unvalidated claim to the effect that generally useful problem-solving skills are being developed and subsequently applied in different kinds of activities. Such skills have the appealing potential to transfer across subject boundaries as well as to activity outside school and in adult life.."<sup>10</sup>

Zij komen echter verderop in hun artikel tot de volgende mening:

"However, the research on expert problem-solving and situated cognition points to the conclusion that the idea of a general problem solving capability that can be used in a variety of contexts and subject areas again has little empirical justification."

Deze conclusie treffen we ook aan in ons land (Boekaerts en Simons, 1993):

"Het merendeel van de onderzoeksresultaten naar probleemoplossen steunt deze redenering (t.a.v. het bestaan van algemene probleemoplossingsvaardigheden (P.L.L)) niet. Er treedt over het algemeen verbazingwekkend weinig 'transfer' op".

Dezelfde auteurs zeggen ook:

"Momenteel hebben meer theoretici vertrouwen in de *domein-specifieke* benadering. Zij gaan ervan uit dat problemen kunnen oplossen een vaardigheid is die zodanig specifiek verbonden is met

bepaalde inhoudsgebieden (domeinen van kennis) dat het niet mogelijk of zinvol is algemene trainingen op te zetten."

Dit sluit aan bij het idee van 'situated cognition', door Hennessy (1993) als volgt verder omschreven:

"The situated cognition literature shows that the thinking of 'experts' and lay people alike is intricately interwoven with the specific problem-solving context and sensibly adjusted to meet the situation's demands".

Deze visie op probleemoplossen en gesitueerde cognitie past vooral binnen de huidige constructivistische visie op leren, door Boekaerts en Simons (1993, p.11), als volgt beschreven:

"Het wijd verbreide geloof in het bestaan van algemene kennis en vaardigheden die onafhankelijk van de context gerepresenteerd zouden zijn in het hoofd, lijkt in strijd met het onderzoek, waarop het constructivisme zich baseert. Kennis en vaardigheden zijn in het hoofd van mensen gebonden aan de ervaringen die in specifieke contexten zijn opgedaan."<sup>11</sup>

Uit het voorgaande moge duidelijk zijn dat ik me hierin goed kan vinden. Waar het in het onderwijs dan om gaat is dat leerlingen steeds meer en steeds complexere problemen leren oplossen, gebonden aan de daarvoor benodigde steeds omvangrijker kennis en toenemend aantal situaties. Als we al willen spreken van probleemoplossingsvaardigheid, dan gaat het niet om het verwerken daarvan, maar om het leren inzetten en ontwikkelen daarvan in steeds meer en complexere contexten met steeds meer en complexere kennis. Of, om het concreter te zeggen, leerlingen kunnen wel degelijk problemen oplossen, dat hoeven ze niet te leren, mits ze maar voldoende vertrouwd zijn met de inhoud en de context. Tenslotte doen ze juist ook in de niet-schoolse situatie vaak niet anders. Wie staat vaak niet verbaasd over wat kinderen kunnen ten aanzien van zaken waarin ze werkelijk geïnteresseerd zijn. Dan kunnen ze niet alleen problemen oplossen, maar ook informatie verzamelen, bronnen raadplegen, etc. Kortom, al die vaardigheden die ze volgens de Stuurgroep nog zouden moeten leren. Het is echter veeleer de inhoudelijke en motivationele context die in het onderwijs bepaalt of een leerling zijn potentiële aanwezige vaardigheden ook werkelijk volledig inzet, en wil uitbreiden.

Hoe raakt men zodanig in een domein thuis, dat men ook de domeinspecifieke problemen kan oplossen? Zowel het leren van conceptuele kennis als het inzichtelijk leren handelen daarmee in nieuwe situaties dient daarvoor sterk te verbeteren. Daarvoor dient dan ook ruimte geschapen te worden, zodat het gebruikelijke proces van 'begripsforcering' kan worden doorbroken.

Aandacht voor reflectie op eigen kennis en handelen, op inhoud en proces, is daarvoor cruciaal. Ferguson (1989) wijst terecht op de noodzaak van 'diepe verwerkingsprocessen' tijdens het leren. Maar hoe krijg je dit voor elkaar?<sup>12</sup> Niet door leerlingen de opdracht te geven 'diep na te denken' of 'te reflecteren'. Reflectie op probleemoplossingsgedrag, en de metacognitieve sturing daarvan, kan in eerste instantie niet losgekoppeld worden van het inhoudelijke leerproces. Het kan ook niet zonder aandacht voor de motivatie van leerlingen.<sup>13</sup> Daartoe is didactiekontwikkeling nodig, gericht op nieuwe creatieve opdrachten.<sup>14</sup> In deze context plaats ik ook de (beperkte) zin van de SPA-methode. De daarin vorm gegeven globale heuristiek kan leerlingen enig houvast geven voor reflectie op hun eigen handelen, en daarmee een aanzet tot diepere verwerking.

## 7. Terug naar de stuurgroep

Ik ben dit verhaal begonnen met de nadruk te beschrijven die de 'Stuurgroep Tweede Fase' legt op algemene vaardigheden. Daarna heb ik dat begrip exemplarisch nader uitgewerkt aan het voorbeeld van de 'algemene vaardigheid' probleemoplossen. Vervolgens heb ik beargumenteerd in welke zin het een misvatting is dit een algemene vaardigheid te noemen. Dit geldt ook voor de andere door de Stuurgroep genoemde algemene vaardigheden.

De Stuurgroep lijkt hierover echter een andere opvatting te hebben. Immers, ze zegt weliswaar dat het gaat om vaardigheden die in het onderwijs onlosmakelijk verbonden dienen te zijn met (vak)kennis en inzicht, maar ze zouden in principe ook geïsoleerd kunnen worden aangeboden. Dit kan alleen maar betekenen dat het naar hun idee om niet-vakgebonden vaardigheden gaat. Dit wordt bevestigd door hun opmerking over 'vakoverstijgende vaardigheden', die binnen een vak geïsoleerd aan de orde zouden komen, maar in 'probleemgecentreerd leren' (d.w.z. multidisciplinair) juist niet.<sup>15</sup> Sterker, het is juist dit algemene vakoverstijgende wat de Stuurgroep zo belangrijk vindt. Hun aandacht voor vaardigheden is onmiskenbaar een gevolg van de wens om resultaten van wetenschappelijk onderzoek door te laten dringen in de onderwijspraktijk.

In 'leren leren' herkennen we recente opvattingen uit de onderwijspsychologie. Het is echter nog lang niet aangetoond dat 'leren leren' het wondermiddel is waarvoor het wordt verkocht. Er is nauwelijks onderzoek beschikbaar waaruit blijkt dat het werkt, en dat hoeft ook niet te verbazen want er is ook nauwelijks onderwijservaring mee. Zonder twijfel is hier sprake van een theorie-praktijk kloof. Desalniettemin lijkt aandacht voor reflectie en metacognitie me zonder meer belangrijk, alhoewel vooralsnog onduidelijk is hoe dit organisch in de onderwijspraktijk, en dus ook in de vakdidactiek, kan worden ingebouwd. Eén ding lijkt me echter vast te staan. Als deze aandacht

voor vaardigheden en 'leren leren' niet gepaard gaat met vakdidactische vernieuwing, dan zal de invoering hiervan niet alleen tot veel frustratie, maar vooral ook tot veel teleurstelling aanleiding geven. Naast de gebruikelijke 'begripsforcering', zal dan alleen geforceerde 'vaardigheidsontwikkeling' worden toegevoegd (wat dat dan ook moge betekenen). In feite is dit wat nu bij de invoering van de basisvorming gebeurt.

Dit gevaar dreigt ook voor de door de Stuurgroep voorgestane nadruk op een actiever leerklimaat en grotere zelfstandigheid van leerlingen. Het lijkt me zonder meer belangrijk dat deze zaken, als doelen op zich, worden nagestreefd, hoe moeilijk het ook zal zijn om dit in de praktijk te verwezenlijken.

Ook hier past echter de waarschuwing dat, bijvoorbeeld uit de ervaring in het PLON-project (Wierstra, 1990), blijkt dat een actiever leerklimaat nog niet noodzakelijkerwijs resulteert in beter cognitief leerresultaat. En voor zoverre hun nadruk op zelfstandigheid eenzijdig gericht is op de ontwikkeling van algemene vaardigheden en voorbij gaat aan de inhoudelijke problematiek, bieden hun voorstellen te weinig perspectief. Inderdaad zal het onderwijs er dan niet gemakkelijker op worden. De problematiek van 'de kennis waar leerlingen te weinig mee kunnen' zal er zeker door worden beïnvloed, maar niet door worden opgelost.

## Noten

1. Cursiveringen in citaten zijn van de Stuurgroep.
2. Dit verslag beschouw ik tot op zekere hoogte als exemplarisch voor het denken over probleemoplossen en natuurkundeonderwijs. Het leent zich goed voor een verdere bespreking van probleemoplossingsvaardigheden, omdat het deze tot op zeer concreet niveau uitwerkt. Daarom zal ik uitgebreid gebruik maken van dit onderzoek, zonder het daarmee als zodanig te willen bekritisieren.
3. Naar mijn interpretatie correspondeert de nummering met de hierboven gegeven algemene omschrijving.
4. Het lijkt me zinvol dat u, als lezer, zich nu afvraagt of u een goede probleemoplosser bent. Dan moet u dus in ieder geval vaardig zijn in de beschreven deelactiviteiten. Wat bepaalt naar uw indruk uw antwoord op deze vraag?
5. In onderwijsdiscussies en eindexamenprogramma's worden kennis en vaardigheden vaak, ten onrechte, losgekoppeld.
6. In feite is dit een vergelijkbare discussie met die welke ten aanzien van de Piagetaanse ontwikkelingsfasen is (en wordt) gevoerd.
7. Aldus Knoers (1986) Deze beargumenteert dat de onderwijspsychologie tot taak heeft de algemene principes en condities van onderwijsleerprocessen te beschrijven en te verklaren. Als een van de resultaten van deze discipline noemt hij de vaststelling dat er, onafhankelijk van de leerinhouden, slechts een beperkt aantal leerprocessen te onderscheiden zijn, met 'probleemoplossen' als hoogste vorm. Hij licht dit toe met het voorbeeld dat zowel het maken van een natuurkundesom als het vinden van een goede Duitse naamsvorm voorbeelden zijn van succesvol probleemoplossen.
8. En door de Stuurgroep als toepassing van wetenschappelijke kennis wordt overgenomen.

9. Ook zie ik niet, om het voorbeeld van Knoers te nemen, hoe het kunnen vinden van de goede Duitse naamvalsvorm, zou bijdragen aan het kunnen oplossen van natuurkunde-opgaven.
10. Het is opmerkelijk dat dit citaat komt uit een artikel over 'technology' onderwijs. Het zet dus een groot vraagteken bij de huidige discussie over de invoering van 'techniek in de bovenbouw', althans, voorzover dit zou moeten vanwege het veronderstelde belang van algemene 'ontwerpvaardigheden'.
11. Deze opvatting heeft ook belangrijke konsekventies voor ons denken over examenprogramma's. Immers, de huidige beperking van zo'n programma tot een lijst van kennis en vaardigheden moet dan vervallen. Het programma moet onvermijdelijk worden aangevuld met een zo volledig mogelijke omschrijving van de wijze waarop die lijst in welke contexten geacht wordt te kunnen functioneren.
12. Dat dit niet zo gemakkelijk is, moge blijken uit de volgende door Gunstone (1992) beschreven anecdote. Na 8 maanden onderwijs gericht op 'metacognitie', komen twee leerlingen bij hun leraar. "We see what this is all about now", one said. "You are trying to get us think and learn for ourselves". "Yes, yes", replied the teacher, heartened by this long-delayed breakthrough. "that's it exactly. "Well", said the student, "we don't want to do that"
13. Hierover zegt Gunstone (1992): "...we have come to know much about making a student able to undertake conceptual change, but we are still considerably troubled by making a student willing and able."
14. Hier kunnen we iets leren van de ervaring van het Australische PEEL-project (Baird en Northfield, 1992; gedeeltelijk beschreven in Lijnse, 1993); zie ook Klaassen (1994) voor zijn 'probleemstellende' benadering van onderwijs.
15. Afgezien van het feit dat hier, mijns inziens, ten onrechte probleemgecentreerd wordt gelijkgesteld met multidisciplinair, is dit eigenlijk de enige concrete aanwijzing die de 'Stuurgroep' geeft ten aanzien van het leren van die vaardigheden. Naar mijn idee gaat het hier om een misvatting. Immers, in probleem gecentreerd onderwijs blijven de vaardigheden in eerste instantie evenzeer inhoudsgebonden, zij het in dit geval aan de probleemcontext.

## Literatuur

- Baird, J.R. & J.R. Northfield (1992). *Learning from the PEEL experience*. Melbourne: Monash University.
- Boekaerts, M. & P.R.J. Simons (1993). *Leren en Instructie*. Assen: Dekker & Van der Vegt.
- Ferguson-Hessler, M.G.M. (1989). Over kennis en kunde in de fysica. TU-Eindhoven.
- Gunstone, R. (1992). Constructivism and metacognition: theoretical issues and classroom studies. In R. Duit et al. (Eds.), *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN.
- Hennessy, S. (1993). Situated Cognition and Cognitive Apprenticeship: Implications for Classroom Learning. *Studies in Science Education*, 22, 1-42.
- Hennessy, S., R. McCormick & P. Murphy (1993). The myth of general problem-solving capability: design and technology as an example. *The Curriculum Journal*, 4, 59-72.

- Jong, T. de & M.G.M. Ferguson-Hessler (1993). Probleemoplossen, leren en onderwijzen in exacte vakken: een voorbeeld uit de natuurkunde. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 18, 149-162.
- Klaassen, C.W.J.M. (1994). *A problem posing approach to the teaching of radioactivity*. Utrecht: CD-β Press (in voorbereiding).
- Knoers, A.M.P. (1986). Curriculumontwikkeling en leertheorie. *Pedagogische Studiën*, 63, 195-204.
- Lijnse, P.L. (1993). *Leerplandocument 'Structuur der Materie'*. Enschede: SLO, p.114.
- Stuurgroep Tweede Fase (1994). *Tweede Fase: scharnier tussen basisvorming en hoger onderwijs*.
- Taconis, R., M. Stevens & M.G.M. Ferguson-Hessler (1992). *Probleemoplossingsvaardigheden in het natuurkunde-onderwijs van de bovenbouw van het voortgezet onderwijs*. Eindverslag SVO-project 0041. Eindhoven: Didactiek Natuurkunde.
- Wierstra, R.F.A. (1990). *Natuurkundeonderwijs tussen leefwereld en vakstructuur*. Utrecht: CD-β Press.