

Is het probleem van de wetenschapsgebondenheid van de scheikunde op te lossen met behulp van de activiteitstheorie van Leont'ev?

J.G.M. van Aalsvoort

O.S.G. "Huygenwaard", Heerhugowaard en CD- β , Utrecht

W. de Vos en A.H. Verdonk

Vakgroep Chemiedidactiek

CD- β , Universiteit Utrecht

Summary

In this article the question: "Can the problem of secondary chemistry education's orientation towards science be solved with activity theory?" will be discussed and answered. The introduction describes in what sense chemistry education at the secondary level is science oriented and why this has become a problem. It follows that a new orientation is needed for chemistry education. The second part of the article comprises an exposition of activity theory developed by the Russian psychologist Leont'ev. The third part describes in what way this theory has helped the first author in finding a new orientation and in writing educational material intended for use in grade nine. A reflection on the first round of trying out this material concludes this part. In the final part some evaluative remarks are made as to the usefulness of activity theory in developing a new kind of chemistry education.

1. Inleiding

De titel impliceert ten eerste dat scheikunde als schoolvak wetenschapsgebonden is en ten tweede dat deze situatie een probleem vormt. Beide implicaties worden in dit artikel besproken alvorens de gestelde vraag zelf aan de orde komt.

Is het schoolvak scheikunde wetenschapsgebonden?

Om te beginnen wil ik¹ citeren uit veel gebruikte schoolboeken in Nederland. In de allereerste paragraaf vindt gewoonlijk een presentatie van het vak scheikunde plaats. Leerlingen wordt hier verteld waar het nieuwe vak over gaat. In "Chemie" (Pieren et al., 1983), bestemd voor 3 vwo/havo, gebeurt dit als volgt: "Scheikunde of chemie is een wetenschap die zich met stoffen bezighoudt". In "Chemie overal" (Reiding en Franken, 1984), geschreven voor 3 havo/vwo, wordt onder scheikunde verstaan: "Scheikunde is een vak

op school en ook een wetenschap". Als inhoud wordt gedefinieerd: "Scheikunde houdt zich bezig met stoffen en met verandering van stoffen". Ook een boek met een andere opzet dan de traditionele, namelijk een thematische, "Exact scheikunde" (Krauss-Poppema en Mast, 1984) voor 3 mavo/havo/vwo, geeft een dergelijke voorstelling van zaken. Hierin valt te lezen: "Dit boek gaat over scheikunde. Dat is een natuurwetenschap, net zoals biologie en natuurkunde". Over de inhoud van het vak laten de auteurs zich slechts in vage bewoordingen uit: "Bij scheikunde onderzoek je, net als bij biologie en natuurkunde, allerlei verschijnselen waar je dagelijks mee te maken hebt, ofwel: "de wereld om je heen" ". Zelfs in "Scheikunde voor nu en straks" (De Jonge, Huizer en Peters, 1988), een boek dat uitsluitend voor het mavo is bedoeld, wordt leerlingen meegedeeld: "Scheikunde is een natuurwetenschap, net als natuurkunde en biologie". Even verder op dezelfde bladzijde kunnen de leerlingen lezen waar zij zich dat schooljaar mee zullen bezighouden: "De scheikunde bestudeert de natuurverschijnselen waarbij stoffen blijvend veranderen".

Tijdens de eerste kennismaking met scheikunde wordt dus sterk benadrukt dat het om een wetenschap gaat en dat de inhoud van het nieuwe vak ontleend is aan de chemie als wetenschap, al of niet geplaatst in een leefwereld-context. Dit gebeurt ongeacht de vraag of een wetenschappelijke carrière als chemicus tot de mogelijkheden behoort, hetgeen voor leerlingen in 3 mavo toch weinig waarschijnlijk is.

Nu kan men tegenwerpen dat een verwijzing naar zinnen in schoolboeken wel een zwak fundament vormt voor de bewering dat de schoolscheikunde gebonden is aan de wetenschappelijke chemie. Daarom wil ik een serie van drie artikelen onder de aandacht brengen waarin het schoolvak scheikunde geanalyseerd is aan de hand van leerplannen en schoolboeken die een ruime tijdspanne omvatten. In het eerste artikel geven de auteurs een beschrijving van een vakstructuur voor het schoolvak scheikunde (De Vos en Verdonk, 1990). Hiermee bedoelen zij dat de behandeling van de diverse onderwerpen uit het schoolvak niet in elke gewenste combinatie of in een willekeurige volgorde kan plaatsvinden. De onderlinge samenhang van de onderwerpen laat dit niet toe. Zij menen "te kunnen spreken van één vakstructuur die, met zekere accentverschuivingen, gedurende een lange periode het scheikunde-onderwijs in ons land heeft bepaald en dat in grote lijnen ook nu nog doet". In het tweede artikel voorzien zij de door hen beschreven vakstructuur van enig commentaar (De Vos en Verdonk, 1991). Zij stellen hierin onder andere: "De introductie van het reactiebeprij dient binnen de vakstructuur om het onderzoeksgebied van chemie als wetenschap te definiëren. ... Er werd vanuit gegaan dat de leerlingen zich als wetenschappelijke onderzoekers

opstelden". Tenslotte maken zij in het derde artikel duidelijk wat het schoolvak en de wetenschap bindt (De Vos en Verdonk, 1993). Zij merken op dat "in de praktijk van het onderwijs ... de nadruk sterk komt te liggen op resultaten van wetenschapsbeoefening". Met resultaten worden ware feiten en theorieën bedoeld, alsook onderzoeksmethodes in de zin van vastliggende procedures die in een onderzoek moeten worden doorlopen.

De vraag of het schoolvak scheikunde wetenschapsgebonden is, kan nu bevestigend beantwoord worden mits men dit begrip nader omschrijft. Deze gebondenheid komt namelijk tot uitdrukking in het feit dat het schoolvak zijn inhouden ontleent aan de resultaten van wetenschap. Per definitie houdt dit in dat het schoolvak de wetenschap, in de tijd gezien, op enige afstand volgt. Het kost immers tijd voordat nieuwe ontwikkelingen tot geaccepteerde resultaten zijn uitgekristalliseerd. Bovendien moeten deze resultaten nog worden bewerkt voor en ingepast in het onderwijs.

Waarom vormt de wetenschapsgebondenheid van de schoolscheikunde een probleem?

Ter beantwoording van deze vraag zal ik drie maatschappelijke trends schetsen die evenzovele redenen zijn om de wetenschapsgebondenheid van de schoolscheikunde als een probleem te zien.

De eerste trend is een sociale. Wanneer we de situatie uit vroeger tijden vergelijken met die van nu wat betreft de aantallen leerlingen die secundair onderwijs volgen, dan valt op dat deze veel groter zijn geworden. Was vroeger dit soort onderwijs weggelegd voor een bevoorrechte kleine groep, nu neemt de meerderheid van de leerlingen hieraan deel. De bevoorrechten van vroeger konden vermoeden dat ze scheikunde op een of andere manier nodig hadden in hun toekomstige beroep. Dat de situatie op dit punt nu heel anders ligt, maken Hondebrink (1988) en Hondebrink en Eykelkamp (1988) duidelijk aan de hand van cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Zij vonden dat ongeveer 6% van de scheikunde-eindexamenkandidaten vwo daadwerkelijk scheikunde gaat studeren, terwijl ongeveer 20% dit vak nodig heeft als steunvak voor een vervolgstudie. Voor het havo vonden zij vergelijkbare cijfers. Wanneer men bedenkt dat zowel in het havo als in het vwo minder dan de helft van de leerlingen scheikunde in het pakket kiest, dan kunnen we met Hondebrink en Eykelkamp concluderen: "Het is waarschijnlijk toch wel verrassend voor hoe weinig van de leerlingen ... scheikunde ... werkelijk noodzakelijk (is)".

Dat Nederland niet alleen staat in deze ontwikkeling blijkt uit een lezing van Fensham (1984): "In Britain, Australia and many other countries, a very great deal of effort was devoted during the 1960s and the 1970s to developing new approaches to the teaching of chemistry in schools. ... In many

countries, there do now exist much improved courses for educating in chemistry those pupils (about 20% of any school age group) from whom the future chemists and other science based professionals will come. ... On the other hand, the last five or ten years in particular have provided enough evidence that the sorts of chemistry courses we have developed have not been adequate for the purpose of educating the rising masses of secondary school students". Fensham vraagt zich dan ook af: "Can chemistry, as a subject field, contribute to the schooling of the 80+ % of learners in each age group who are most unlikely to study chemistry again after leaving school?".

Dit soort gegevens en overwegingen stelt de persoonlijke en maatschappelijke relevantie van het traditionele schoolvak scheikunde, voorzover het gaat om een voorbereiding op een vervolgopleiding, ter discussie.

De tweede trend heeft te maken met de ontwikkeling die in de wetenschappelijke chemie heeft plaatsgevonden. Was chemie vroeger een vooral beschrijvende wetenschap die over concrete stoffen ging, nu is chemie vooral een theoretische wetenschap met een modelmatige benadering van de werkelijkheid. De vernieuwing die in de zestiger en zeventiger jaren in het onderwijs plaatsvond, had vooral een modernisering van de schoolscheikunde tot doel. Modernisering werd hierbij opgevat als aanpassing aan de moderne stand van zaken in de wetenschap, terwijl men meteen van de gelegenheid gebruik maakte overbodig geachte leerstof te verwijderen. In de huidige generatie schoolboeken is veel feitenmateriaal uit vroegere boeken niet meer terug te vinden, daarentegen hebben algemene begrippen en theorieën meer nadruk gekregen. Zo gaat het in de huidige schoolchemie om een algemeen begrip stof, waarbij concrete stoffen steeds als voorbeeld dienen. Evenzo gaat het om een reactiebegrif in een algemene betekenis, waarvan elke reactie die leerlingen te zien krijgen een exemplarisch geval is.

Ook in deze ontwikkeling neemt Nederland geen geïsoleerde positie in. Zo heeft Fensham (1984) een inhoudsanalyse uitgevoerd aan Engels en Australisch onderwijsmateriaal (schoolboeken, toetsen en dergelijke) dat een periode besloeg vanaf de jaren veertig tot eind jaren zeventig. Hij concludeert: "An analysis of the chemistry courses in Australian schools reveals a significant change in the knowledge of worth (kennis die de moeite van het overdragen waard wordt gevonden, JvA) from the 1940s to the new curricula of the later 1960s. Conceptual or theoretical aspects of chemistry moved from about one third of the content to about two thirds, displacing much descriptive and factual content (including almost all the details of industrial applications of chemistry and the considerable number of references to historical persons in the development of the subject's coverage of substances and explanatory ideas). Some further curricular reforms in the late 1970s did

little to change the theoretical/descriptive proportion but did re-introduce some applications of chemistry". De analyse van veel gebruikt Engels cursusmateriaal gaf hetzelfde beeld te zien.

De ontwikkeling in wetenschap en onderwijs ging gepaard met een verwijdering tussen chemie en dagelijks leven. Immers, daar komen de leerlingen de algemene begrippen en theorieën uit de chemie niet of nauwelijks tegen, maar concrete stoffen en industriële producten, en in mindere mate processen, wel. Deze ontwikkeling bracht met zich mee dat het persoonlijk en maatschappelijk belang van traditioneel chemie-onderwijs voor veel leerlingen, gezien als een oriëntatie op een maatschappij waarin chemische producten en processen een belangrijke rol spelen en als voorbereiding op hun (toekomstig) functioneren in een dergelijke maatschappij, langzamerhand achter de horizon is verdwenen.

De derde trend heeft direct met onderwijs-inhoudelijke zaken van doen. Met ingang van het schooljaar '93/'94 werd de basisvorming ingevoerd. Hiermee werd de ontwikkeling van de schoolscheikunde van een vak voor enkele bevoorrechten tot een vak bestemd voor (in principe) alle leerlingen voltooid. De verandering die men met de basisvorming op het oog heeft, wordt duidelijk uit de kerndoelen. In de algemene doelstelling voor het vak natuur- en scheikunde valt op dat sterk de nadruk wordt gelegd op het kunnen hanteren van natuurkundige en scheikundige principes en verbanden in het dagelijks leven. Bovendien wordt belang gehecht aan de verwerving van kennis en inzicht in toepassingen van natuur- en scheikunde in techniek en technologie mede in historisch en mondiaal perspectief, alsook in de sociale en milieu-effecten die deze toepassingen met zich mee brengen. Het voorgaande samenvattend kan men stellen dat de basisvorming geacht wordt een bijdrage te leveren aan het vermogen van leerlingen te functioneren in een samenleving rijk aan techniek en technologie. Verder is opvallend dat aan de ontwikkeling van communicatieve en sociale vaardigheden bij de leerlingen een belangrijke rol wordt toegekend en dat ook aandacht wordt gevraagd voor het gebruik van natuur- en scheikundige kennis en vaardigheden in beroepen uit verschillende sectoren. Om de doelstellingen van de basisvorming in het kort aan te duiden wordt in het onderwijsveld wel de afkorting TVS gebezigd, die staat voor Toepassing, Vaardigheden, Samenhang.

Wanneer we de doelstellingen van de basisvorming zoals die in de kerndoelen zijn neergelegd, vergelijken met de uitgangspunten van het klassieke scheikunde-onderwijs, waarin inwijding in de chemie als wetenschap centraal staat, dan dringt zich de vraag op of deze wel met elkaar te verenigen zijn. Eerder zagen wij immers dat in het huidige schoolvak algemene begrippen en theorieën de boventoon zijn gaan voeren ten koste van

concrete stoffen en toepassingen. Hierdoor ontstond juist een verwijdering tussen de scheikunde op school en het dagelijks leven. Dit maakt het kunnen hanteren van scheikundige principes en verbanden in het dagelijks leven geen vanzelfsprekende zaak. Wanneer men verder bedenkt dat in algemene begrippen en theorieën juist geabstraheerd is van historische en geografische omstandigheden, kan men zich afvragen hoe het historische en mondiale perspectief gestalte moet krijgen in het scheikunde-onderwijs van de basisvorming. Tenslotte staat een benadering van de schoolscheikunde als inwijding in de wetenschap de oriëntatie op andere beroepen dan onderzoeker in de weg.

Terugkerend naar de vraag waarom de wetenschapsgebondenheid van de schoolscheikunde een probleem vormt, zijn nu twee antwoorden mogelijk. In de eerste plaats is de persoonlijke en maatschappelijke betekenis van de schoolscheikunde nauwelijks nog te legitimeren met de verwijzing naar de noodzaak voor een vervolgopleiding of naar het belang voor het maatschappelijk functioneren. In de tweede plaats kan geconstateerd worden dat de wetenschapsgebondenheid van de schoolscheikunde op gespannen voet staat met de doelstellingen van de basisvorming. Derhalve verdient het in mijn ogen overweging om het onderwijs in de scheikunde op scholen voor voortgezet onderwijs op een andere leest te schoeien. Met andere woorden: er is volgens mij een andere oriëntatie nodig die de keuze van inhoud en richting geeft en een structurering van onderwijsinhoud mogelijk maakt. Uit de titel zal duidelijk zijn geworden, dat ik op deze punten ondersteuning zoek bij de activiteitstheorie van Leont'ev.

2. De activiteitstheorie van Leont'ev

Om de in de titel gestelde vraag te beantwoorden is een introductie van de activiteitstheorie van Leont'ev² nodig. Ik beperk mij tot datgene wat strikt noodzakelijk is voor de voortgang van het betoog. De geïnteresseerden verwijs ik derhalve naar Leont'ev (1982) zelf of naar Van Oers (1987).

De activiteitstheorie van Leont'ev wordt in drie punten aan de orde gesteld. Het eerste punt gaat over de relatie tussen activiteit en leren. Het tweede punt betreft de structuur die volgens Leont'ev in de activiteit te onderkennen valt. Tenslotte zal beschreven worden hoe hij zich de ontwikkeling van activiteiten voorstelt.

Activiteit en leren

Met *activiteit* bedoelt Leont'ev de bewerking door mensen van zowel stoffelijke als niet-stoffelijke objecten (d.w.z. materialen, voorwerpen en ideeën) om daarmee in hun behoeften te voorzien. In de activiteit komt de

wisselwerking tussen twee polen tot stand, namelijk enerzijds de pool van de objecten met hun eigenschappen en anderzijds de pool van de subjecten met hun behoeften. Het gevolg van deze wisselwerking is dat bewerking twee zijden kent, die gezien kunnen worden als twee kanten van dezelfde medaille. Menselijke activiteit houdt niet alleen de bewerking van objecten in, maar tegelijkertijd ook, als misschien onbedoeld bijproduct, een leerproces van de mens zelf. Met nadruk moet gezegd worden, dat in de visie van Leont'ev het leerproces niet alleen betrekking heeft op de eigenschappen van objecten, maar ook op de behoeften van subjecten. Begripontwikkeling en motievenontwikkeling worden ten gevolge van deze opvatting over de relatie tussen subject en object als onderscheiden aspecten van een en hetzelfde proces gezien.

Kenmerkend voor activiteit is verder dat het een sociaal proces is in meerdere betekenissen van het woord. Veel activiteiten vinden plaats in een collectief van mensen, bijvoorbeeld drinkwatervoorziening, gezondheidszorg, onderzoek, enzovoorts. Aan veel activiteiten ligt ook een sociaal gevormd beeld van het produkt ten grondslag dat de activiteit moet opleveren. Zo moet drinkwater van een bepaalde kwaliteit zijn wil het als zodanig aangemerkt worden. Verder zijn er nog twee mogelijkheden te onderkennen. Een bepaalde activiteit is steeds ingebed in een complex van activiteiten dat een zekere structuur bezit, terwijl er ook binnen een activiteit van een bepaalde organisatie sprake kan zijn. Deze twee mogelijkheden zou ik willen aanduiden met arbeidsdeling. Het sociale karakter van een activiteit maakt een benoeming van aspecten daarvan noodzakelijk. In deze benoeming komt het leerproces tot uiting dat met bewerking samengaat. Het leerproces dat gepaard gaat met de verandering van objecten, komt derhalve tot uitdrukking in de produktie van taal.

Nadrukkelijk wil ik hierbij de kanttkening maken dat taal in de Russische opvatting geen rechtstreekse afbeelding van de wereld der objecten is, alsof bewustzijn de buitenwereld slechts weerspiegelt. Immers, de taal wordt niet alleen bepaald door de eigenschappen van objecten, maar wordt mede ingegeven door de in maatschappelijke relaties ontstane behoeften van subjecten. De taal is niet zozeer een weerspiegeling van de wereld der objecten, maar eerder, wat de Russen noemen, een 'breking' daarvan (figuur 1).

Structuur van een activiteit³

Hierover zegt Leont'ev het volgende. Elke activiteit stemt overeen met een behoefte. Een behoefte is steeds een behoefte aan iets en richt zich dan ook altijd op een object (a, zie fig.2 op p.43). Zodra dit laatste zich voordoet, ontstaat er een motief dat de activiteit in gang zet. Activiteiten onderscheiden zich van elkaar doordat zij op verschillende objecten zijn gericht. Een activi-



Fig. 1. De "breking" van de werkelijkheid door taal

teit levert ook steeds een resultaat (a) op. Hiermee wordt in de oorspronkelijke behoefte voorzien, althans wanneer de activiteit succesvol is verlopen.

Om misverstanden te voorkomen moet erop gewezen worden, dat het hier niet zozeer om relatief voorbijgaande "behoefte" gaat die misschien beter omschreven kunnen worden als "zin" of "trek", zoals in: "Ik heb zin in lezen vanavond". Het gaat veeleer om objectieve behoeften die zowel een maatschappelijke als een individuele component kennen en daardoor in de tijd gezien stabiel zijn. Zo heeft een maatschappij behoefte aan personeel met een zekere scholing om het werk te kunnen doen dat gedaan moet worden. Maar ook een individu heeft behoefte aan scholing als voorbereiding op een toekomstig beroep, ongeacht het feit of het individu daar steeds zin in heeft.

Met het bovenstaande is nog niet alles gezegd over de structuur van een activiteit. Leont'ev ziet als een verdere karakteristiek voor activiteit dat deze als zodanig nooit in haar geheel zichtbaar is. Zichtbaar zijn slechts de handelingen waaruit de activiteit is opgebouwd, niet de gedachten die de handelingen begeleiden. Elke handeling voor zich heeft weer een bepaald doel dat de handeling richting geeft en reguleert. Dit doel wordt gerealiseerd wanneer object (b, zie fig.2 op p.43) waarop de handeling gericht was, is getransformeerd in een produkt, resultaat (b) van de handeling. Dit resultaat moet echter als een tussenprodukt opgevat worden, omdat hiermee nog niet in de eigenlijke behoefte wordt voorzien. De oorspronkelijke behoefte wordt via het

bereiken van een aantal tussentijdse doelen bevredigd. Verder zal het duidelijk zijn dat een bepaalde handeling onderdeel kan zijn van verschillende activiteiten, terwijl één en hetzelfde motief tot uiting kan komen in verschillende doelstellingen en dus gerealiseerd kan worden door middel van verschillende handelingen.

Handelingen hebben, behalve een intentioneel, ook een operationeel aspect. Dit laatste wordt niet zozeer door het doel van de handeling bepaald, maar eerder door de objectieve voorwaarden waaronder de handeling uitgevoerd wordt. Deze objectieve voorwaarden komen tot uiting in bepaalde gedragswijzen, die Leont'ev operaties heeft genoemd. In dit verband beschouwt Leont'ev werktuigen als objecten waarin bepaalde operaties gematerialiseerd zijn. Verder kan ten aanzien van operaties nog opgemerkt worden dat de uitvoering daarvan kan verschillen al naar gelang de aard van de beschikbare werktuigen. Leont'ev meent dat alle operaties vroeg of laat hetzelfde lot ondergaan. Ze worden namelijk allemaal, zodra de technische mogelijkheid hiertoe ontwikkeld is, overgenomen door of opgenomen in machines. Schematisch weergegeven ziet een activiteit eruit als in figuur 2 weergegeven.

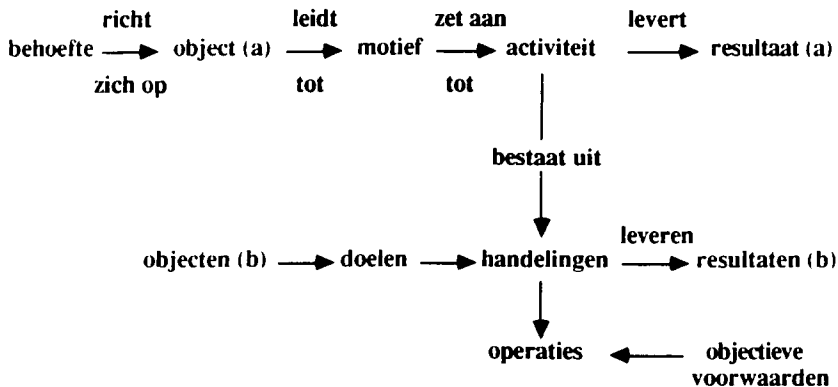


Fig.2. De structuur van een activiteit

In een gemeenschap wordt, bijvoorbeeld, geconstateerd dat een aantal mensen aan een bepaalde ziekte lijdt. Hiervoor bestaat wel een geneesmiddel, maar dat is niet van nature voorhanden. Het moet dus bereid worden. Het geneesmiddel kan gemaakt worden via de chemische reactie: $A + B \rightarrow C + D$ (C is het geneesmiddel). De bereiding bestaat dan uit twee stappen, namelijk een synthese en een scheiding. De synthese kan uitgevoerd worden door middel van refluxen en de scheiding door een extractie, gevolgd door een

destillatie. Het feit dat men kiest voor refluxen, extraheren en destilleren hangt samen met de stoffeigenschappen van de betreffende stoffen, maar ook de technische mogelijkheden waarover men beschikt. Het feit dat men ervoor kiest in deze gemeenschap de ziekte te bestrijden met een geneesmiddel en niet een natuurlijk genezingsproces af te wachten heeft te maken met maatschappelijke waarden die in een historisch proces ontstaan zijn. Deze kunnen van cultuur tot cultuur verschillen. Hiermee zij de relatie tussen begripsontwikkeling en motievenontwikkeling nog eens geïllustreerd. Toegepast op dit voorbeeld gaat figuur 2 over in figuur 3 (alleen de hoofdzaken worden weergegeven).

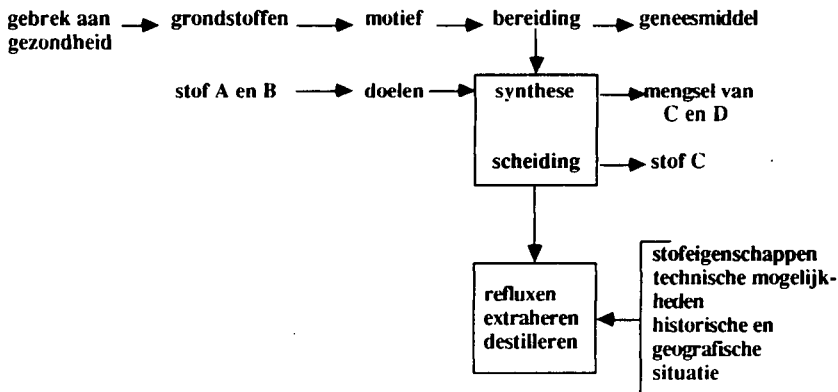


Fig.3. De bereiding van een geneesmiddel volgens de activiteitstheorie

De ontwikkeling van activiteiten

Op maatschappelijk niveau geeft de ontwikkeling een historische dimensie aan het begrip activiteit, op individueel niveau een biografische. Aansluitend bij het voorgaande kan hierover opgemerkt worden dat er zich bij activiteiten, handelingen en operaties een kwaliteitsverandering kan voordoen. Wanneer het motief dat aan een bepaalde activiteit ten grondslag ligt, verloren gaat, dan wordt de activiteit getransformeerd tot een handeling. Omgekeerd kan het voorkomen dat een handeling zich tot een zelfstandige activiteit ontwikkelt. Wanneer deze verzelfstandiging zich op maatschappelijk niveau voordoet, spreekt men van arbeidsdeling. Ook met betrekking tot handelingen en operaties bestaat er een dergelijke mogelijkheid tot transformatie. Wanneer namelijk handelingen in een zodanige graad van perfectie beheerst worden dat ze een routinematig verloop krijgen, dan zijn ze veranderd in operaties. "Denken over" is overgegaan in "denken aan". In het algemeen zullen ze dan opgenomen worden in een handeling met een groter bereik. Indien echter

operaties onder moeilijke omstandigheden moeten worden uitgevoerd, dan is het noodzakelijk dat ze weer de kwaliteit van handelingen krijgen.

Voor de ontwikkelingen zoals hierboven beschreven, geldt dat ze nog geen bewust verloop hoeven te hebben. De mogelijkheid tot bewustwording is echter wel aanwezig. Leont'ev wijst op het feit dat het reeds gerealiseerde of nog slechts geanticipeerde resultaat van een activiteit niet alleen cognitief geëvalueerd, maar ook emotioneel beleefd wordt. Het cognitieve en het emotionele aspect komen tezamen tot uiting in een bepaalde waardering van het betreffende resultaat. Het spreekt voor zich dat hierin zowel persoonlijke als maatschappelijke waarden een rol spelen.

Emoties werken als innerlijke signalen die aangeven of de afwikkeling van een activiteit als positief en succesvol wordt ervaren. Zij geven op onmiddellijke wijze, zonder tussenkomst nog van het bewustzijn, de relatie tussen het motief en het resultaat van een activiteit weer. Emoties ontstaan dus direct na de realisering van het motief en vóór de rationele evaluatie van de activiteit. In dit verband stelt Leont'ev met nadruk dat emoties betrekking hebben op de activiteit en niet op de handelingen of de operaties waaruit de activiteit is opgebouwd. Zo kan het gebeuren dat een handeling op de juiste wijze en met goed gevolg is uitgevoerd, maar desondanks op negatieve wijze wordt beleefd. Dit duidt er op dat het bereikte resultaat een teleurstelling betekent gezien het motief dat het moest realiseren. Het moge duidelijk zijn dat er zich ook andere combinaties kunnen voordoen. Een geneesmiddel blijkt bijvoorbeeld nare bijwerkingen te geven. Of een mislukte lijm blijkt, aangebracht tussen gele papiertjes, een commercieel succes te worden. Emoties spelen zo een belangrijke rol in de ontwikkeling van een activiteit omdat ze deze ontwikkeling mede richting geven en reguleren.

Het bovenstaande heeft misschien de indruk gewekt dat mensen zich van hun motieven bewust worden in hun emoties. Niets is echter minder waar. Emoties zijn in die zin misleidend dat ze wel een verwijzing inhouden naar motieven, maar zelf geen motieven zijn. Ze geven de handelingen waaruit de activiteit is opgebouwd, een zekere emotionele kleuring, maar vormen er niet de grondslag voor. Om zich van zijn motieven bewust te worden moet het subject reflecteren op zijn activiteit. Dit wil zeggen dat het 't verloop van zijn handelingen, alsmede objecten, doelen en resultaten daarvan moet relateren aan zijn motieven. Voor de bewustwording van zijn motieven moet het subject de omweg van de reflectie bewandelen, waarop hem door innerlijke signalen, de emoties, de weg wordt gewezen. Met het vermogen tot reflectie ontstaat de mogelijkheid tot het bewust reguleren van de activiteit. Het is dus niet zo dat emoties als enige de activiteit reguleren, maar ze vormen wel de enige toegang tot de motieven. In figuur 4 is een poging gedaan de centrale

begrippen uit de activiteitstheorie van Leont'ev in hun onderlinge samenhang weer te geven.

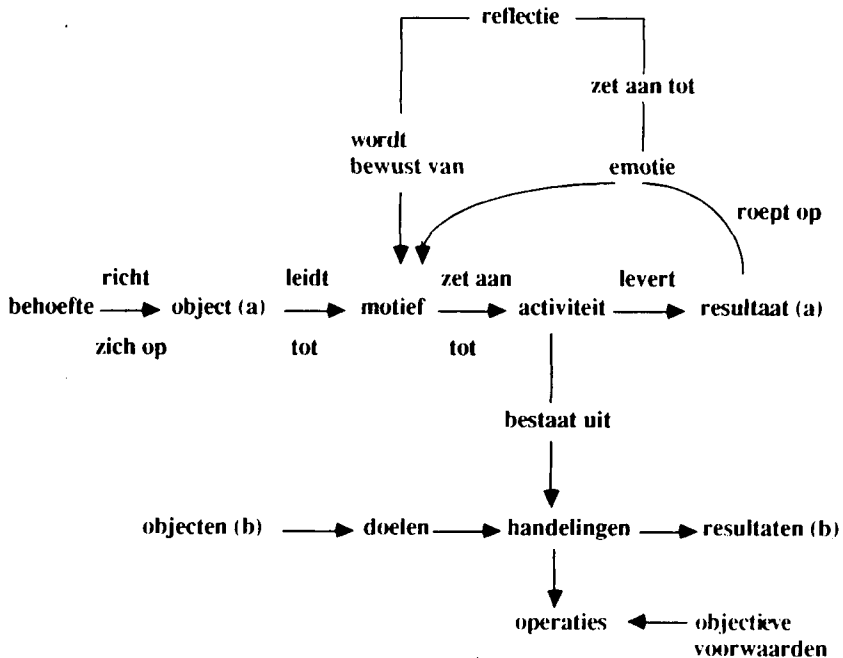


Fig.4. Structuur en ontwikkeling van een activiteit

Opvallend in de beschrijving van de activiteitstheorie tot nu toe is dat Leont'ev nog geen onderscheid gemaakt heeft tussen het maatschappelijk subject in het enkelvoud en in het meervoud. Het voorgaande kan dan ook op twee manieren gelezen worden, namelijk als de activiteit en de ontwikkeling daarin van een persoon of van een collectief. Leont'ev werkt in zijn boek de activiteitstheorie verder uit voor de persoon. Dat deel laat ik nu achterwege. In de rest van het artikel zal ik vooral gebruik maken van de maatschappelijke aspecten van zijn theorie.

3. Wat kan Leont'ev betekenen voor het scheikunde-onderwijs?

In dit deel van het artikel beschrijf ik de uitgangspunten die ik op grond van de activiteitstheorie van Leont'ev voor het scheikunde-onderwijs geformuleerd heb. Daarna zet ik uiteen hoe ik deze gerealiseerd heb in de vormgeving van het onderwijs.

Twee uitgangspunten

Hiervoor werd besproken hoe Leont'ev de relatie tussen activiteit en leren ziet. Uit deze bespreking kwam naar voren dat leren is gefundeerd in activiteit, opgevat als bewerking van materialen, voorwerpen of ideeën. Bovendien bleek dat activiteit gezien moet worden als sociale activiteit, onder andere omdat deze in een groep plaatsvindt. Dit maakt het vastleggen van leerresultaten in taal noodzakelijk. Voor het onderwijs betekent dit mijns inziens dat bewerking van materialen, voorwerpen of ideeën door leerlingen zelf een centrale plaats dient in te nemen. Verder is voor taalvorming communicatie over deze bewerking een *conditio sine qua non*. Dit kan vormgegeven worden in, eventueel arbeidsverdelend, groepswork. Het eerste uitgangspunt houdt dus in dat leerlingen een actieve rol toebedeeld krijgen in het onderwijs.

Betrokkenen bij het scheikunde-onderwijs vinden dit misschien niets nieuws. Zij kunnen tegenwerpen dat leerlingen toch al actief zijn, wijzend op de vele proeven die leerlingen tijdens hun schoolloopbaan doen. Dit is echter niet het soort activiteit dat Leont'ev bedoelt. Bij een nauwkeuriger beschouwing van de gang van zaken tijdens *practica* blijkt dat leerlingen proeven volgens een voorgerecept "recept" uitvoeren. Vaak is hen het doel van de proef ook niet duidelijk aangezien dit uit een context afkomstig is waarin zij nog thuis moeten raken, namelijk uit de wetenschap chemie. Deze constatering wordt door verschillende auteurs genoemd. Zo was één van de conclusies uit het rapport van Joling et al. (1988) over een onderzoek naar het functioneren van een leergang scheikunde in 3 mavo: "In de wetenschap vindt waarnemen altijd plaats binnen een theoretische context die tot bepaalde hypothesen heeft geleid. Het experiment ontleent zijn betekenis aan die context. ... Bij veel leerlingexperimenten is de bedoelde context de leerlingen niet duidelijk geworden. Zij voeren opdrachten uit zonder te weten welke functie die hebben. De relatie tussen waarneming en conclusie vervaagt door het ontbreken van een doelgerichtheid in het experiment". Dat de situatie in 3 havo en 3 vwo niet veel anders ligt heb ik in eigen onderzoek kunnen constateren (Van Aalsvoort, 1989). Eén van de onderzoeksresultaten luidde: "Leerkrachten zien zich genoodzaakt tot sturing omdat zij merken dat leerlingen het doel van de proef niet altijd duidelijk is, ze niet altijd weten welke waarnemingen relevant zijn en welke conclusies ze op grond van die waarnemingen kunnen trekken". In het huidige scheikunde-onderwijs zijn leerlingen actief in die zin dat zij uitvoeren wat anderen voor hen bedacht hebben. Het gaat er dus om de scheiding tussen denken en doen die er in het gangbare scheikunde-onderwijs voor leerlingen bestaat te doorbreken door hen een aandeel te geven in het denken dat bij proeven hoort.

Het eerste uitgangspunt kan nu als volgt omschreven worden: de activiteit van leerlingen moet zowel denken als doen omvatten. Ook hier past weer een

waarschuwing. Activiteit moet in het licht van cultuurhistorische opvattingen niet gezien worden als individuele activiteit, maar als activiteit van een collectief, in het onderwijs bijvoorbeeld gevormd door een klas. Binnen deze collectieve activiteit kan er best sprake zijn van een arbeidsdeling. Met name de arbeidsdeling tussen docent en leerlingen vraagt speciale aandacht. In het kader van dit artikel ga ik daar nu niet verder op in.

Het tweede uitgangspunt is gerelateerd aan het eerste. Wanneer de activiteit van leerlingen zowel denken als doen moet omvatten, dan is het wenselijk dat de proeven voor hen een doel hebben. Dit vereist mijns inziens niet alleen begrip voor elke proef afzonderlijk, maar ook inzicht in het doel van het vak omdat dit het kader voor elke proef vormt. Uit het voorgaande zal duidelijk geworden zijn dat de wetenschap chemie hiervoor onvoldoende houvast biedt. Daarom is het noodzakelijk naar een andere oriëntatie voor het scheikunde-onderwijs, met name in de basisvorming, uit te kijken.

Het al eerder genoemde rapport van Joling et al. bevat een aanwijzing die de richting aangeeft waarin een mogelijk andere oriëntatie voor het vak gezocht kan worden. Zij vonden naar aanleiding van de vraag naar het beeld dat leerlingen van 15 tot 19 jaar van scheikunde hebben: "Scheikunde werd vooral een nuttig vak (om goederen te produceren) gevonden en minder een mooi vak dat kennis van de ons omringende wereld levert". Hierdoor komt in plaats van de wetenschap chemie de maatschappelijke sector chemie in het gezichtsveld, dus de chemische industrie opgevat in een zeer ruime betekenis van het woord. Zo hebben veel industriële processen, ook buiten de chemische industrie, chemische aspecten, bijvoorbeeld de voedselindustrie. In deze sector staat het bereiden van "middelen" (voedingsmiddelen, geneesmiddelen, wasmiddelen enzovoorts) voorop.

Het tweede uitgangspunt houdt nu het volgende in: de activiteit waarop het schoolvak scheikunde zich dient te oriënteren is de bereiding⁴ van middelen die in een maatschappelijke behoefte voorzien. Een bezwaar van sommigen zal zijn dat met deze oriëntatie op de industrie de wetenschap uit het blikveld verdwijnt. Dit is maar ten dele waar. Vanuit het gezichtspunt van de activiteitstheorie is het bereiden van middelen een maatschappelijke activiteit waarin sprake is van arbeidsdeling. Het motief van de wetenschap chemie is dan de ondersteuning van de bereiding van, eventueel nieuwe, middelen. Als zodanig kan chemie als wetenschap binnen een bereidingscontext aan bod komen. Een groot voordeel hiervan is dat de relatie van wetenschap met andere activiteiten bloot komt te liggen, waardoor inzicht in het motief voor leerlingen gemakkelijker bereikbaar wordt. Het motief van een activiteit ligt immers niet zozeer binnen die activiteit zelf, maar wordt pas zichtbaar in de relatie met andere activiteiten.

Met het bovenstaande zijn de twee belangrijkste uitgangspunten voor de vormgeving van het onderwijs in de eerste ronde beschreven. Feitelijk kunnen deze twee uitgangspunten onder één noemer gebracht worden. Deze houdt in dat het in een vak als scheikunde niet alleen om begripsontwikkeling kan gaan, maar ook om een ontwikkeling van het inzicht in de motieven voor bepaalde activiteiten. Ook op dit punt dient het onderwijs aan te sluiten bij het inzicht van de leerlingen.

De vormgeving van het onderwijs

De vormgeving van het onderwijs bracht de noodzaak met zich mee enkele "middelen" te kiezen. Voor de eerste ronde van onderwijsuitvoering zijn dit appelmoes en drinkwater geworden. Om een lestekst te schrijven was een analyse van de produktie van deze middelen nodig. Met Leont'ev op de achtergrond werden de bereiding van appelmoes en drinkwater beschouwd als maatschappelijke activiteiten waarin in een historisch proces een arbeidsdeling tot stand is gekomen. Er werd dus niet alleen naar de produktie van appelmoes in een conservenfabriek en van drinkwater in een waterwinbedrijf op zich gekeken, maar ook naar de activiteiten die rondom die produktie plaatsvinden, zoals controle op de kwaliteit van het produkt en wetenschappelijk onderzoek om problemen in de produktie op te lossen. De totale maatschappelijke sector werd dus in ogenschouw genomen. Voor de analyse hiervan diende een concretisering van figuur 4 als houvast. Voor de bereiding van appelmoes en drinkwater gaat figuur 4 er uit zien zoals in figuur 5 en 6 is aangegeven (alleen dat wat in de lessen aan de orde komt, is vermeld). Deze schema's maken de samenhang in en de relaties tussen de in meer of mindere mate verzelfstandigde activiteiten binnen de beide maatschappelijke sectoren zichtbaar. Bovendien kan de invloed van vroegere activiteiten die neergeslagen is in historische omstandigheden en de mogelijkheden die een geografische situatie biedt ter sprake komen.

Als voordeel van een dergelijke benadering zie ik dat binnen een overkoepelende activiteit als bijvoorbeeld de bereiding van drinkwater, behalve de produktie zelf, ook allerlei andere activiteiten zoals controle, wetenschappelijk onderzoek, ontwerp van installaties en dergelijke een plaats kunnen krijgen. Dit biedt niet alleen de mogelijkheid tot een afwisseling van werkvormen, maar stelt leerlingen ook in de gelegenheid tot een kennismaking met een breder scala aan activiteiten dan tot nu toe het geval is geweest tijdens het scheikunde-onderwijs in het voortgezet onderwijs. Voor sommige leerlingen kan de activiteit wetenschap na de basisvorming meer nadruk krijgen, terwijl voor andere leerlingen het accent meer kan komen te liggen op techniek en technologie.

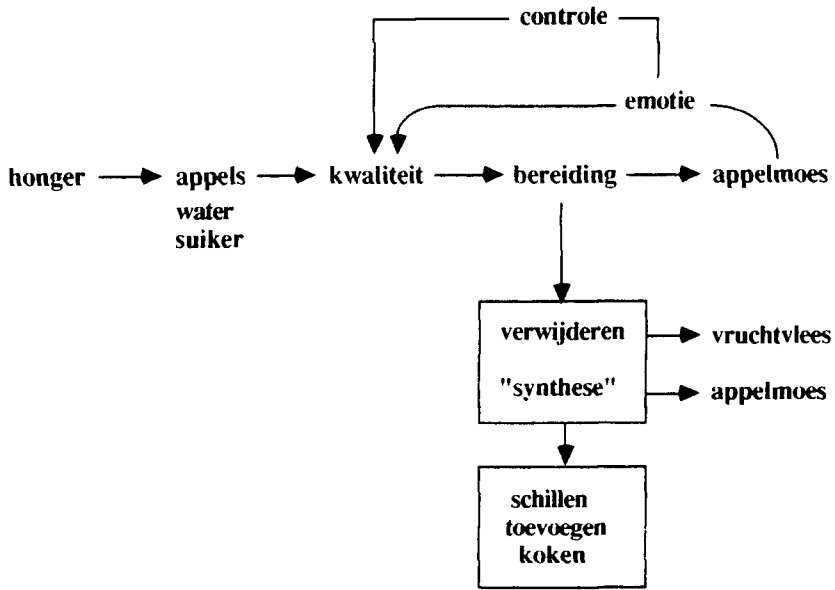


Fig.5. De bereiding van appelmoes volgens de activiteitstheorie

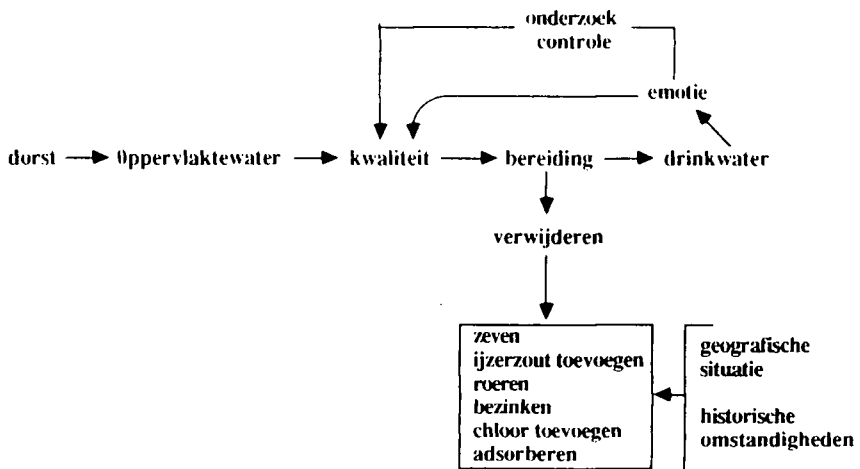


Fig.6. De bereiding van drinkwater volgens de activiteitstheorie

Tegelijkertijd maakten de figuren 5 en 6 een structurering van de lestekst mogelijk. Het eerste punt dat steeds ter sprake kwam was de behoefte aan een bepaald produkt. In dit verband kregen de leerlingen de vraag voorgelegd welke kwaliteitseisen zij stellen aan appelmoes en drinkwater. Niet alle appelmoes is even lekker en niet alle water is zomaar drinkwater. Bij drinkwater kregen leerlingen ook de maatschappelijke kwaliteitseisen, vastgelegd in wettelijke normen, onder ogen. Deze eisen spelen later bij de controle op het produkt weer een rol.

Vervolgens werd de betreffende stof bereid. Het maken van appelmoes was een demonstratieproef. Het bereiden van drinkwater deden de leerlingen zelf. Voor deze laatste bereiding stelden ze van tevoren een plan op waarbij ze een schema over drinkwaterbereiding uit het voorlichtingsmateriaal van het PWN (Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland) als bron van inspiratie konden gebruiken. Uiteraard werd het plan besproken met de docent voordat leerlingen met de bereiding begonnen.

Onderdeel van het lesmateriaal was ook een vergelijking van de bereiding in de klas met de fabrieksmatige bereiding. Bij appelmoes gebeurde dit aan de hand van schema's met begeleidende toelichting die mij welwillend waren toegezonden door een bekende Nederlandse conservenproducent. Bij drinkwater gebeurde dit door middel van een excursie naar een waterwinbedrijf in de omgeving.

Na de bereiding volgde een controle op het produkt. Wat betreft het eerste produkt vonden de leerlingen dat de docent geen eetbare appelmoes had gemaakt, kleur en mate van waterigheid gebruikend als beoordelingscriteria. Bij drinkwater voerden leerlingen enkele controles uit met behulp van eenvoudig hanteerbare chemicaliën die hiervoor in de handel zijn. Zij kwamen tot de conclusie dat het door hen bereide drinkwater op sommige punten wel en op andere punten niet aan de Nederlandse wet voldeed.

In het hoofdstuk over drinkwater werden nog twee aspecten van de bereiding behandeld, namelijk historische ontwikkelingen en geografische omstandigheden. Eén van de paragrafen ging over het Amsterdamse drinkwater door de eeuwen heen. Hierin konden leerlingen lezen hoe de Amsterdamse drinkwatervoorziening tot stand is gekomen. Onder andere kwam ter sprake dat men de regelmatig terugkerende cholera-epidemieën ten gevolge van het slechte drinkwater niet meer accepteerde nadat in de tweede helft van de vorige eeuw de relatie tussen cholera en de slechte kwaliteit van het drinkwater vast was komen te staan. In de daarop volgende paragraaf kwam aan de orde hoe de keuze van de grondstof mede bepaald wordt door geografische omstandigheden. Hier maakten leerlingen kennis met de bereiding van drinkwater uit zeewater. Zij ontwierpen zelf een destillatie-opstelling. Bovendien gingen zij na hoe de installaties op Patmos en in Kuwait werken.

In de laatste paragraaf werd leerlingen een kijkje in de toekomst gegund. Hierin kwam het werk van het KIWA (Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen) aan de orde. Het KIWA is een overkoepelend instituut dat wetenschappelijk onderzoek verricht ten behoeve van de diverse waterleidingbedrijven in Nederland. Het probeert oplossingen te vinden voor andere dan routineproblemen die zich op die bedrijven kunnen voordoen, alsmede voor in de toekomst te verwachten problemen. In deze paragraaf voerden leerlingen een onderzoek uit naar de kwaliteit van adsorptiemiddelen. Ook hier gold weer dat zij zelf de opzet van het onderzoek bedachten.

Bij het schrijven van de lestekst viel pas op dat deze benadering de mogelijkheid biedt leerlingen in verschillende rollen te laten functioneren. In de rol van consument staan zij stil bij kwalitatieve aspecten van de behoefte aan drinkwater. In de rol van producent ontwerpen zij een manier om drinkwater te bereiden. In de rol van wetenschapper onderzoeken zij welk materiaal het best gebruikt kan worden voor een bepaald doel. In de rol van burger krijgen zij overzicht in het geheel van een maatschappelijke activiteit alsmede in de samenhang van de onderscheiden structurelementen. Bij al deze rollen horen heel verschillende leerlingenactiviteiten, hetgeen een afwisseling van werkvormen met zich mee brengt.

Reflectie

Ten behoeve van de eigen reflectie die als voorbereiding diende voor het herzien van de lestekst voor de tweede ronde speelden drie bronnen van informatie een rol. Dat zijn de op cassette-band opgenomen gesprekken van leerlingen naar aanleiding van vragen en opdrachten uit de tekst, de informatie van de conservenproducent en van het waterleidingwezen en tenslotte de activiteitstheorie van Leont'ev. Tijdens het werken met het lesmateriaal in een derde klas havo en vwo viel het me op dat ik enkele belangrijke punten die met de bereiding van maatschappelijk belangrijke produkten samenhangen, over het hoofd had gezien. Deze komen achtereenvolgens aan de orde.

Toen leerlingen in 3 havo de bereiding van appelmoes in de klas vergeleken met die in de conservenfabriek, merkten zij op dat de appelmoes in de fabriek in potten wordt gedaan. Op excursie naar het waterwinbedrijf vertelden de voorlichtsters dat de helft van het kapitaal van het desbetreffende bedrijf in de vorm van leidingen onder de grond ligt. Deze ogenschijnlijk zeer verschillende informatie wijst in één richting, namelijk dat produkten vervoerd moeten worden van producent naar consument.

Een ander punt dat bij het lesmateriaal voor de eerste ronde aan mijn aandacht was ontsnapt, is de afvalverwerking. Bij de vergelijking van het

bereiden van appelmoes in de klas en in de fabriek bleek dat de afvalverwerking op een totaal verschillende manier gebeurde. In de klas verdween het afval in de vuilnisbak, terwijl het in de fabriek tot veevoer verwerkt wordt. Bovendien gaat de condens, afkomstig van het stoomkanon waarmee de appels gaar gekookt worden, naar Duitsland waar er appelsap van gemaakt wordt. Ook het waterwinbedrijf produceert afval, in de vorm van slib. Men zoekt nog naar manieren om dit opnieuw te gebruiken.

Een volgend punt waarvan overwogen kan worden dit een plaats te geven in de lestekst voor de tweede ronde was de keuze van de grondstof. In de eerste ronde hebben leerlingen daar niet over hoeven nadenken. Voor de bereiding van appelmoes dienden appels die op dat moment goedkoop waren als grondstof. Bij de bereiding van drinkwater kregen leerlingen slootwater te bewerken. Ze hoefden geen aandacht te schenken aan de keuze van de grondstof noch aan de criteria die hierbij een rol spelen.

Verder kan nog opgemerkt worden dat leerlingen hun eigen alsmede de maatschappelijke behoefte aan drinkwater wel in kwalitatief opzicht zijn nagegaan, maar niet in kwantitatief opzicht. Aangezien de waterleidingbedrijven een campagne voeren om het drinkwatergebruik tot het noodzakelijke te beperken, was het 't overwegen waard ook dit aspect in de tweede ronde mee te nemen.

4. Evaluatie

Nu besproken is wat Leont'ev kan betekenen voor het scheikunde-onderwijs kan de vraag uit de titel van dit artikel beantwoord worden. De vraag luidde: "Is het probleem van de wetenschapsgebondenheid van de schoolscheikunde op te lossen met behulp van de activiteitstheorie van Leont'ev?" Ik zal eerst nagaan wat de activiteitstheorie tot nu toe heeft opgeleverd om daarna stil te staan bij datgene wat is blijven liggen.

Na een uiteenzetting van de activiteitstheorie van Leont'ev werden twee met elkaar samenhangende uitgangspunten voor het onderwijs geformuleerd. Het eerste uitgangspunt hield in dat, wil men taalvorming op gang brengen bij leerlingen, de activiteit van leerlingen zowel denken als doen moet omvatten. Concreet betekende dit dat het volgen van recepten door leerlingen wordt afgewezen en dat leerlingen gestimuleerd worden hun eigen plan op te stellen voor een bereiding, een onderzoek en wat dies meer zij, hierbij ondersteund door de lestekst en de docent. Het tweede uitgangspunt behelsde dat, wanneer denken en doen op elkaar betrokken moeten zijn, leerlingen inzicht dienen te hebben in het doel van onderdelen van het vak, maar ook van het vak als geheel.

De samenhang tussen de twee uitgangspunten komt voort uit de opvatting dat begripsontwikkeling en motievenontwikkeling twee kanten zijn van de-

zelfde medaille, een samenhang die in de activiteitstheorie van Leont'ev sterk benadrukt wordt. Deze samenhang maakte duidelijk, gelet ook op het inzicht dat leerlingen in het motief van de activiteit scheikunde hebben, dat de oriëntatie van het schoolvak op de chemie als wetenschap verlaten moet worden ten gunste van een oriëntatie op de chemische industrie in een zeer ruime betekenis opgevat.

Men kan zich wel bekennen tot een andere benadering van de schoolscheikunde, maar hiermee is nog geen ander onderwijs gerealiseerd. Daarvoor zijn onder andere lesteksten nodig. Bij de constructie hiervan bewees de activiteitstheorie andermaal goede diensten. Het schema waarin de activiteitstheorie wordt samengevat (fig.4) functioneerde als een middel waarmee maatschappelijke activiteiten geanalyseerd kunnen worden en gaf als zodanig houvast bij de constructie van lesteksten.

Bij de uitwerking van lesmateriaal deed de mogelijkheid zich voor leerlingen in diverse rollen te laten functioneren. Leerlingen kunnen aldus ervaren dat woorden in verschillende contexten een onderscheiden betekenis kunnen hebben. Of, om het in Russische termen te beschrijven, leerlingen kunnen ervaren dat taal een breking van de werkelijkheid inhoudt. De mogelijkheden die dit biedt zijn echter nog onvoldoende benut in het lesmateriaal.

De vraag waarmee dit artikel begon kan daarom bevestigend beantwoord worden. Niet alleen hielp de activiteitstheorie bij de formulering van een andere richting voor het schoolvak scheikunde, maar ook bij de realisering daarvan in lesteksten.

Bij het doorlopen van de eerste ronde deden zich ook problemen voor. Vermoedelijk hebben deze alle te maken met het feit dat Leont'ev zijn theorie op een zeer algemeen niveau houdt, in die zin dat hij geen duidelijk onderscheid maakt tussen het maatschappelijk subject in het enkelvoud en in het meervoud. Bij het schrijven van lesteksten en in het onderwijs is dit onderscheid echter noodzakelijk. Concreet liet de activiteitstheorie mij op de volgende punten in de steek:

- a. het onderscheid tussen producent en consument

Hoe komen produkten van producent naar consument? Deze vraag vestigt de aandacht op transport en eventueel op reclame en voorlichting. Zijn de motieven van producent en consument wel hetzelfde? Gezien het feit dat bijvoorbeeld voedingsmiddelen getransporteerd moeten worden is het van belang dat ze langer houdbaar zijn dan de consument voor zelfbereide produkten nodig zou kunnen vinden.

Vindt grootschalige en kleinschalige produktie op dezelfde manier plaats? Een grootschalige produktie biedt heel andere mogelijkheden tot bijvoorbeeld afvalverwerking dan een kleinschalige.

- b. het onderscheid tussen individu en maatschappij
Wat is de relatie tussen individuele en maatschappelijke kwaliteitseisen die in de wet zijn vastgelegd? In het algemeen kan men stellen dat bij het tot stand komen van wettelijke normen veel meer wetenschappelijke kennis betrokken is dan bij individuele kwaliteitseisen.
- c. het onderscheid tussen docent en leerlingen
Wat is een goede rolverdeling tussen docent en leerlingen in de gezamenlijke activiteit die onderwijs heet en hoe moet deze in de loop van de tijd veranderen? In de opvatting van de cultuurhistorische school dienen leraar en docent de leerlingen te ondersteunen op die onderdelen van de activiteit die ze nog niet zelf kunnen uitvoeren. Dit maakt het noodzakelijk dat de docent de vinger aan de pols houdt wat betreft de ontwikkeling van de leerlingen.

Alle bovengenoemde punten vragen om een nadere uitwerking. Voor de punten a en b kan vermoedelijk volstaan worden met een verdere uitwerking van de activiteitstheorie. Voor punt c echter zijn ook de theorieën van anderen uit de cultuurhistorische school nodig.

Ook op een andere manier is de activiteitstheorie van Leont'ev abstract. Het begrip "activiteit" zelf wordt namelijk op een heel algemeen niveau beschreven. De gevolgen hiervan zijn:

- a. de activiteitstheorie van Leont'ev biedt geen criteria op grond waarvan een keuze gemaakt kan worden wat betreft in lesteksten op te nemen bereidingen en de volgorde hierin.
- b. met behulp van de activiteitstheorie kunnen wel de hierboven beschreven algemene uitgangspunten geformuleerd worden, maar deze zeggen nog weinig over de manier waarop ze in praktijk gebracht kunnen worden. Het is niet duidelijk hoe onderwijs ingericht moet worden om leren te bevorderen.

Punt a zou het onderwerp van een maatschappelijke discussie moeten zijn. De keuze van in onderwijs op te nemen bereidingen zal zeer goed gelegitimeerd moeten worden. Op dit moment bieden de kerndoelen voor de basisvorming enig houvast. Wat punt b betreft zal empirisch-didactisch onderzoek uitkomst moeten bieden.

Noten

1. Hoewel dit artikel in de "ik"-vorm is geschreven, zijn Wobbe de Vos en Adri Verdonk als begeleiders van mijn (JvA) project betrokken geweest bij het tot stand komen van dit artikel.
2. De activiteitstheorie van Leont'ev kreeg in Nederland bekendheid als onderdeel van de zogenaamde "Russische leerpsychologie", ook wel "cultuurhistorische school" of "cultuurhistorische theorie" genoemd. Persoonlijk vind ik de laatste twee benamingen juist, omdat zij de kern van die theorie bevatten (het cultuurhistorische aspect) en die

theorie niet beperken tot het psychologische aspect en ook niet tot een Russische aangelegenheid maken. Ook linguïsten en filosofen waren immers betrokken bij die stroming. Bovendien heeft de "Russische" leerpsychologie zich niet beperkt tot Rusland, maar zich ook verbreed in bijvoorbeeld de Verenigde Staten (Wertsch, Bruner), Scandinavië (Engeström, Hedegaard) en Duitsland (Lompscher, Rückriem).

Ook hier te lande zijn wel pogingen gedaan de resultaten van de cultuurhistorische school vruchtbaar te maken voor het onderwijs. Ik wil hierbij met name verwijzen naar Van Parreren (1988) en Van Oers (1987). In dit artikel ben ik niet op het werk van deze auteurs ingegaan. De reden hiervan is dat in dit artikel de nadruk ligt op de beschrijving van de voorlopige resultaten van een zoekproces naar een nieuwe oriëntatie wat betreft de *inhouden* van het scheikunde-onderwijs, met name voor de basisvorming. Zowel Van Parreren als Van Oers hebben het begrip activiteit vooral uitgewerkt naar *werkvormen* voor het onderwijs, met speciale aandacht voor de rol van de leerkracht hierin. Overigens raakt Van Oers wel aan inhouden, omdat hij een procesbenadering van begripsontwikkeling voorstaat, waarin leerlingen andere zaken leren dan in resultaatgericht onderwijs.

3. Het begrip "activiteit" wordt vanaf nu in twee betekenissen gebruikt, namelijk als een overkoepelend begrip waarin alle structurelementen van een activiteit zijn opgenomen en als het begrip dat één structuur-element aanduidt.
4. In zekere zin sluit ik me hier aan bij Davydov (1983). Deze psycholoog uit de cultuurhistorische school hecht grote waarde aan de "abstracte primaire definitie", door hem ook wel aangeduid als de "kiem" of de "genetische basis", als uitgangspunt voor het onderwijs. Hierover zegt hij: "het is de historisch fundamentele, tegenstrijdige, eenvoudige en wezenlijke relatie van het te reproduceren concrete". Een voorbeeld uit de chemie van wat Davydov hier bedoelt, is in mijn ogen het begrip "molecuul" zoals dit in het aanvangs-onderwijs scheikunde wordt gehanteerd. Daar wordt aannemelijk gemaakt dat alle stoffen (het concrete) zijn opgebouwd uit moleculen (het abstracte). Voor het verklaren van chemische reacties is dit begrip echter ontoereikend. Daarom wordt dit begrip "molecuul" verder ontwikkeld tot het atoommodel van Dalton, gevolgd door het atoommodel van Rutherford, enzovoorts. Ik sluit me in die zin bij Davydov aan dat ik ook gekozen heb voor een genetische basis als vertrekpunt voor het onderwijs. In tegenstelling tot Davydov echter is dit in mijn lesteksten niet een begrip, maar een activiteit, namelijk bereiding. Ik meen hiermee recht te doen aan de historische ontwikkeling in de chemie. In de alchemie en in de daarop volgende iatrochemie stond immers ook de bereiding van maatschappelijk belangrijke stoffen voorop (in de alchemie goud, later het levenselixir, in de iatrochemie geneesmiddelen). In de tijd van Lavoisier ontwikkelde de chemie zich pas tot een zelfstandige wetenschap. Leerlingen kunnen dus wat hun inzicht betreft in het motief van de chemie beschouwd worden als tijdgenoten van de alchemisten en de iatrochemici. Nogmaals wil ik hier benadrukken dat een keuze voor bereiding als uitgangspunt voor het onderwijs in de scheikunde niet inhoudt dat ik de wetenschap buiten de deur wil houden. Ik beschouw bereiding veel meer als een (genetische) basis waaruit andere activiteiten zich kunnen ontwikkelen, zoals wetenschap, maar ook techniek en technologie.

Literatuur

- Aalsvoort, J.G.M. van (1989). *Chemie 3 VWO/HAVO. Op zoek naar de uitgangspunten van een methode scheikunde voor 3 VWO/HAVO en naar de ervaringen van leerkrachten daarmee*. Onderzoeksverslag, Vrije Universiteit, Amsterdam.

- Davydov, V.V. (1983). Grondslagen van de dialectisch-materialistische denktheorie. In J. Haenen & B. van Oers (Red.) *Begrippen in het onderwijs. De theorie van Davydov*, Amsterdam: Pegasus.
- Fensham, P.J. (1984). Conceptions, Misconceptions, and Alternative Frameworks in Chemical Education. *Chemical Society Reviews*, 13, 199-217.
- Hondebrink, J. (1988). Hoeveel leerlingen kiezen "exact"? *NVON-maandblad*, 13, 42-43.
- Hondebrink, J. & M. Eykelkamp (1988). Hoeveel leerlingen hebben natuurwetenschappelijke vakken echt nodig?" *NVON-maandblad*, 13, 120-121.
- Joling, E. et al., (1988). *Chemie MAVO. Onderzoek naar het functioneren van een leergang scheikunde*. Amsterdam: Stichting Centrum Onderwijs-onderzoek.
- Jonge, R. de, M. Huizer & F.H. Peters (1988). *Scheikunde voor nu en straks*. Zutphen: Thieme.
- Krauss-Poppema, I. & A. Mast (1984). *Exact Scheikunde*. Amsterdam: Meulenhoff Educatief.
- Leont'ev, A.N. (1982). *Tätigkeit, Bewusstsein, Persönlichkeit*. Köln: Pahl-Rugenstein Verlag.
- Oers, B. van (1987). *Activiteit en begrip. Proeve van een handelingspsychologische didactiek*. Amsterdam: VU Uitgeverij.
- Parreren, C.F. van (1988). *Ontwikkeland onderwijs*. Leuven/Amersfoort: Acco
- Pieren, L.O.F. et al. (1983). *Chemie*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Reiding, J. & P.W. Franken (1984). *Chemie overal*. Culemborg: Educaboek.
- Vos, W. de & A.H. Verdonk (1990). Een vakstructuur van het schoolvak scheikunde. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 8, 19-35.
- Vos, W. de & A.H. Verdonk (1991). Vakstructuur: steunpilaar of sta-in-de-weg? *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 9, 97-108.
- Vos, W. de en A.H. Verdonk (1993). Het isolement van de schoolscheikunde. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 11, 98-109.