



**WETENSKAPLIKE BYDRAES VAN DIE PU VIR CHO**  
**Reeks H: Inougurele Redes Nr. 24**

**PERSPEKTIEWE TEN OPSIGTE VAN  
DIE ONDERWYS VAN CHEMIE AAN  
DIE UNIVERSITEIT**

**N. Arnold**

**Potchefstroomse Universiteit vir CHO**  
**1976**

## PERSPEKTIEWE TEN OPSIGTE VAN DIE ONDERWYS VAN CHEMIE AAN DIE UNIVERSITEIT

Die onderwys van Chemie aan die Universiteit is 'n saak wat tans feitlik orals sterk onder die soeklig geplaas word. Verskillende redes vir die onbevredigende toedrag van sake word genoem. Baie dosente voel reeds vir 'n geruime tyd dat 'n verandering aangebring moet word om die onderwys van Chemie meer doeltreffend en sinvol te maak. Kritiek op die onderwys van Chemie kom ook van die kant van die student, veral in Amerika maar ook in Engeland. 'n Ander belangrike rede is die feit dat die aantal studente wat Chemie neem sedert 1969 feitlik oor die hele wêreld aan die afneem is, terwyl studentetalle toeneem. 'n Onderzoek in Engeland het aan die lig gebring dat veral die Chemie en Metallurgiedepartemente 'n vermindering in studente ondervind. Die ander Natuurwetenskappe se inskrywings toon steeds 'n styging. In Suid-Afrika word 'n vermindering in inskrywings hoofsaaklik vir die vakke Chemie, Fisika en Wiskunde ondervind. Die oorsake vir hierdie daling in studentetal word orals naastiglik gesoek, maar tot sover kon geen vaste gevolgtrekkings gemaak word nie.

Eerstens is die tydgees geblameer en daar is verklaar dat dit die gevolg is van die natuurlike swaai van die pendulum — waar dit in die vroeë sestigerjare na die natuurwetenskappe geswaai het, swaai dit nou weer terug na geesteswetenskappe. Die daling in studentetalle is ook toegeskryf aan die feit dat daar in die sestigerjare oral 'n tekort aan goed opgeleide en bekwame onderwysers op skole was en dat dit die leerlinge beïnvloed het om Chemie aan die universiteit te vermy. Hierdie en ander oorsake wat genoem word, kan moontlik die inskrywings vir Chemie beïnvloed, maar dit is hoofsaaklik bespiegelings. 'n Onderzoek deur C.N. Thompson in Engeland het egter getoon dat die inskrywings vir Biochemie feitlik in gelyke mate gestyg het as waarin dié vir Chemie gedaal het en dit is dus duidelik dat baie studente Biochemie in plaas van Chemie neem. In Suid-Afrika het die inskrywings vir Ekonomiese Wetenskappe weer baie vermeerder. Verder blyk uit navrae by studente dat hulle Chemie moeilik vind en dat hulle harder moet werk as studente in ander vakke. Hierdie rede is aanvaarbaar, want kursusse in Chemie het gedurende die afgelope dekade heelwat verbreed en verdiep. Dit word nog meer aanvaarbaar as in ag geneem word dat nuwe leergange in die laat sestigerjare op skole ingevoer is. Hierdie leergange het abstrakte teorie beklemtoon. Baie studente voel ook dat dit nutteloos is om die vak te bestudeer, want dit hou geen verband met die daaglikse lewe nie — slegs die toekomstige navorser op die gebied van Chemie kan baat vind by die kursusse, want dit stel hom in staat om eendag nuttige navorsing te gaan doen.

Ten einde die probleme in verband met die onderwys van Chemie in perspektief te sien, is dit nodig om sekere gebeure en sekere tendense in die hedendaagse samelewing kortliks in herinnering te roep.

Eerstens moet daarop gelet word dat die Fisika gedurende die eerste helfte van die eeu in 'n groot mate 'n gedaanteverwisseling ondergaan het. In hierdie tyd is die kwantumteorie, die golfmeganika, die relativiteitsteorie en so meer ontwikkel. Hierdie ontwikkelings het Fisici onder andere in staat gestel om 'n gangbare teorie vir die struktuur van die atoom daar te stel. Deur hierop voort te bou, kon chemici weer teorieë ontwikkel in verband met chemiese binding tussen atome en die struktuur van molekule. Gepaard hiermee het fisici en chemici nuwe apparatuur ontwikkel waarmee meer besonderhede omtrent die struktuur van molekule opgespoor kon word en wat ook vir analitiese doeleindes gebruik kon word, sodat daar vandag in industrieë en navorsingsinrigtings hoofsaaklik van instrumenteel analitiese metodes gebruik gemaak word in plaas van die sogenaamde nat analitiese metodes. Hierdie ontwikkelings op die gebied van Chemie het 'n hoogtepunt bereik gedurende die vyftiger- en vroeë sestigerjare en het aanleiding gegee tot uitgebreide navorsing. Dit het ook die Biologiese natuurwetenskappe gestimuleer en in staat gestel om 'n diepergaande studie van fisiologiese prosesse in die lewende organisme te maak, met die gevolg dat hierdie natuurwetenskappe en veral die Biochemie met versnelde pas ontwikkel het, en die einde is nog nie in sig nie. 'n Swaai van belangstelling in die rigting van hierdie vakke is dan ook duidelik merkbaar.

'n Tweede punt waarop gelet moet word, is dat daar gedurende die vyftiger- en vroeë sestigerjare 'n besondere groot aanvraag na natuurwetenskaplikes was, veral Chemici, Fisici en Ingenieurs. Dit is nie nodig om in te gaan op die oorsake vir hierdie aanvraag nie. Dit het egter twee gevolge gehad wat van belang vir die onderwys is. Eerstens is leergange en metodes van onderwys daarop ingestel om die talentvolle leerlinge en student te prikkel en hom vir die natuurwetenskappe te werf. Tweedens het, gepaard met die vraag na natuurwetenskaplikes, 'n besondere tegnologiese ontwikkeling plaasgevind. Waar in die verlede die tegnologiese ontwikkeling lank na die basiese navorsing gevolg het, gaan die twee tans dikwels hand aan hand en word basiese navorsing gedoen om in die tegnologie se behoeftes te voorsien. Die mens het dan ook vir sy daaglikse bestaan feitlik geheel afhanklik geword van die tegnologie en die produkte van die natuurwetenskap.

Die tegnologiese ontwikkeling het egter tot gevolg dat baie natuurlike hulpbronne nie net vinniger verbruik word nie maar dat dikwels kwistig daarmee te werk gegaan word. Dit is in Amerika byvoorbeeld meer ekonomies om 'n motor van nuut ontginde staal te vervaardig as om die staal van ou motors te verwerk. 'n Verdere gevolg van die tegnologiese ontwikkeling is dat besoedeling onrusbarende afmetings aanneem. Vir diegene wat besig is om te

verstik in die rookmis van industriële stede, is die tegnologie 'n monster wat natuurlike hulpbronne verslind, die omgewing so besoedel dat 'n menswaardige bestaan bykans onmoontlik word, wat moordtuie vervaardig om die mensdom mee te vernietig en nie in staat is om sosiale probleme soos wanvoeding, oorbevolking, behuising vir almal, en so meer, op te los nie.

Die probleme in verband met die onderwys van Chemie draai hoofsaaklik om die keuse van leerstof en die metode van aanbieding.

## 1. KEUSE VAN LEERSTOF

As gevolg van die baie navorsing wat gedoen word, het die kennis sodanig uitgebrei dat daar tereg gepraat kan word van 'n kennisontploffing op die gebied van die Chemie. Al hierdie kennis kan selfs nie op 'n oorsigtelike wyse aan die studente in drie of vier jaar oorgedra word nie, met die gevolg dat 'n keuse van leerstof gemaak moet word. Hierdie keuse moet noodwendig in 'n groot mate deur die behoeftes van die student as toekomstige werknemer bepaal word. Nou moet daarop gelet word dat die leerstof in Chemie min of meer in drie dele verdeel kan word, naamlik die Analitiese Chemie, die Beskrywende Chemie wat handel oor die bereiding, eienskappe, reaksies en gebruike van alle bekende stowwe, en die teorie wat poog om 'n verklaring vir die reaksies van stowwe te gee.

Chemici is dit eens dat die student wel van al drie aspekte kennis moet dra, maar die vraag is of hulle ewe sterk beklemtoon moet word. Vier dekades gelede toe die hoeveelheid kennis nie so groot was nie en die teoretiese aspek nog nie so ver ontwikkel het nie, is in die onderwys die beskrywende en analitiese Chemie benadruk. Gedurende die afgelope twee dekades egter, het die klem op die teoretiese aspek geval. Daar is naamlik diep ingegaan op die teorie wat dan toegepas is op die reaksies van 'n betreklike klein aantal stowwe, terwyl die beskrywende Chemie en veral die Anorganiese Chemie, baie oorsigtelik behandel is. Die standpunt was dat die student met 'n goeie kennis van die teorie, enige deel van die beskrywende Chemie self kan bemeester wanneer hy dit eendag in sy beroep benodig. Wat die Analitiese Chemie betref, is die tyd wat aan gewone kwalitatiewe en kwantitatiewe nat analyses gewei is, drasties ingekort en soms uitgelaat, terwyl die instrumentele metodes meer aandag gekry het.

Die praktyk het egter aangetoon dat hierdie tipe leergang eintlik net suksesvol is vir die talentvolle leerling en student wat hom as akademikus en navorser op die gebied van Chemie wil bekwaam. Die gemiddelde leerling en jong student kan die teorie wel leer, maar begryp dit nie in sy volle omvang nie en kan dit nie werklik toepas nie. Dit is die ervaring oorsee en ook hier ter plaatse. Chemie word dan as 'n moeilike vak beskou. 'n Verdere gevolg van

hierdie benadering is dat die student gedurende sy studie en daarna 'n skamele kennis van beskrywende Chemie het. In sy behandeling van die teoretiese werk, is die dosent dan voortdurend gekortwiek omdat hy nie voldoende materiaal kan gebruik om die teorie mee te illustreer nie. Die afgestudeerde student het ook 'n groot agterstand, veral wanneer dit kom by die beplanning van sy navorsing. Die instudering van die beskrywende Chemie wat hy nodig het, neem onnodig tyd in beslag omdat hy nie vertrouwd is met die sisteem daarin nie. Hy kan byvoorbeeld maklik besluit dat om stof B te berei, stof A gereduseer moet word, maar nou kan hy nie sê watter reduseermiddels moontlik geskik sal wees vir die bepaalde reaksie, sonder tydsame studie nie.

Maar ook die student wat hom in latere lewe nie op Chemie toelê nie, vind dat sy kennis van Chemie feitlik nutteloos is. Om ook hier 'n voorbeeld te noem – indien hy op 'n afgeleë plek vind dat sy motor se battery gedistilleerde water kort, dan besef hy nie dat die battery minder beskadig sal word as hy gewone water byvoeg in stede van 'n lang afstand sonder water te ry nie.

Deurdat in die Analitiese Chemie die nat analyses ingekort is, het dit meegelyp om die student se kennis van beskrywende Chemie te verminder.

Dit is dus nodig dat wat die keuse van leerstof betref, daar 'n beter balans tussen beskrywende Chemie en teorie gevind moet word en dat daar, wat die Analitiese Chemie betref, ook 'n beter balans tussen nat analitiese metodes en instrumentele metodes moet wees. Dit maak egter die keuse van leerstof eerder moeiliker as makliker, want dit veronderstel eintlik 'n uitbreiding van leerstof wat reeds te veel is. Aan baie universiteite oorsee word reeds teruggekeer na meer beskrywende Chemie en nat analitiese metodes.

Wat die keuse van leerstof betref, moet verder in gedagte gehou word dat daar in der waarheid vyf kategorieë van studente is, naamlik:

- (a) Diegene wat hulle as chemici wil bekwaam.
- (b) Diegene wat Chemie as hoofvak neem maar nie verder studeer nie, byvoorbeeld onderwysers.
- (c) Diegene wat Chemie as byvak neem as 'n noodsaaklike ondersteunende vak vir hoofvakke van 'n biologiese aard. Hieronder val ook studente wat hulle as aptekers, medici, ens. wil bekwaam.
- (d) Diegene wat Chemie as byvak neem ter ondersteuning van Fisies-Wiskundige hoofvakke. Onder dié groep val ook die toekomstige Ingenieurs, Industriële chemici, ens.
- (e) Diegene wat nie natuurwetenskappe bestudeer nie.

Dit is duidelik dat hierdie kategorieë se behoeftes wat leerstof betref, verskillend is. Nou word daar reeds aan meeste Universiteite wat die betrokke rigtings aanbied, verskillende Chemiekursusse vir ingenieurs aan die een kant en medici, veeartse, ens. aan die ander kant, aangebied. Die vraag is of die tyd nie aangebreek het om aan alle universiteite vyf kursusse aan te bied nie,

sodat byvoorbeeld diegene wat Plantkunde en Dierkunde as hoofvakke neem, 'n ander kursus in Chemie neem as diegene wat Fisika en Wiskunde as hoofvakke neem. Dit sal sekerlik die keuse van leerstof vergemaklik en verseker dat die leergange nie oorlaai en onnodig moeilik is nie. Verskeie universiteite, veral in Amerika, bewees reeds in dié rigting.

Studente wat hulle as chemici wil bekwaam en dus met nagraadse studie in die vak wil voortgaan, moet natuurlik alle afdelings van Chemie neem met die gevolg dat die leergang oorlaai word of dat belangrike leerstof uitgelaat word. Om hierdie probleem te oorbrug en tog nie die studietydperk te verleng nie, word nou aanbeveel dat hierdie studente 'n vierjarige B.Sc. neem met slegs een hoofvak en dat hierdie graad dan gelykstaande sal wees aan die huidige Honns. B.Sc.

Studente wat Chemie as hoofvak neem, maar nie in die rigting verder wil studeer nie, hoef nie so diep in te gaan op die teorie nie, en die beskrywende Chemie wat hulle neem, moet nader aan die daaglikse lewe staan. Daar moet byvoorbeeld gewys word op die daaglikse en tegnologiese gebruike van stowwe, en onderwerpe soos besoedeling ens. moet op die geskikte plekke behandel word.

Studente wat Chemie as byvak vir biologiese hoofvakke neem, behoort meer Organiese Chemie te neem, terwyl dié wat dit as byvak vir Fisies-Wiskundige hoofvakke neem, meer Anorganiese en Fisiese Chemie benodig. In elk van die gevalle moet die beskrywende Chemie ook nader aan die werklikheid staan.

Wat van die student wat nie natuurwetenskappe bestudeer nie? Aangesien ons in 'n tyd lewe waar die tegnologie en die natuurwetenskappe so 'n groot rol speel, word daar al meer gevoel dat elke burger van 'n land 'n redelike kennis van die natuurwetenskappe behoort te hê. Dit is nodig om behoorlik aan te pas in die gemeenskap; om probleme soos wanvoeding, besoedeling, ens. in regte perspektief te sien; om dit wat die tegnologie bied, oordeelkundig te gebruik, byvoorbeeld insekdoders; om persoonlike daaglikse probleme op te los; om berigte in koerante en tydskrifte korrek te interpreteer, om maar 'n paar te noem. Die gevolg is dat verskeie oorsese universiteite reeds een of ander algemene natuurwetenskapkursus aanbied vir studente wat nie natuurwetenskappe bestudeer nie. In der waarheid behoort so 'n kursus die grondbeginsels van al die natuurwetenskappe te bevat en dit dan toe te pas op sosiale probleme soos: wanvoeding, besoedeling, behuising, voedselproduksie, uitputting van natuurlike hulpbronne, waterbenutting, geboortebepanking, oorbevolking, gesondheidsorg, omgewingverbetering, dwelmmiddels, veiliger motorkarre, pesdoders, nuwe energiebronne, ens.

Uit navrae by studente aan hierdie universiteit, blyk dit dat baie studente wat nie natuurwetenskappe neem nie, wel voel dat hulle graag 'n kursus in een

of ander van die natuurwetenskappe sal wil neem. Miskien het die tyd aangebreek om die instelling van so 'n kursus in algemene natuurwetenskap te oorweeg.

Die aanbieding van 'n verskeidenheid van kursusse deur een departement, lewer natuurlik talle probleme, veral as die studentegetalle relatief klein is. Die belangrikste probleem is seker die voorsiening van die nodige personeel. As semesterkursusse aangebied word, mag die probleme miskien nie so groot blyk te wees as wat dit oënskynlik lyk nie.

Verder moet ook gewaak word teen onnodige oorvleueling tussen verskillende kursusse wat deur verskillende dosente aangebied word aan dieselfde studentegroep. Om sodanige oorvleueling te verhoed, het Hammond voorgestel dat die gebruikelike indeling van Chemie onder Anorganiese, Organiese, Fisiese en Analitiese Chemie vervang moet word met drie afdelings, naamlik Termodinamika, Struktuur en Sintese, en dat Anorganies, Organies en Fisies dan geïntegreer word. Daar is reeds enkele Amerikaanse universiteite wat hierdie plan op voorgraadse vlak uittoets. Waarskynlik sal so 'n drastiese stap nie nodig wees nie, maar dit is nietemin wenslik dat die leergange vir die verskillende afdelings in besonderhede vergelyk word en die volgorde van behandeling sowel as die leerstof self so gereël word dat 'n minimum van oorvleueling plaasvind. Behandeling van dieselfde leerstof in verskillende afdelings is 'n onnodige oorlading van die leergang en dit verwar die studente omdat dieselfde onderwerpe vanuit verskillende standpunte behandel word.

Dit is wel nodig en sekerlik wenslik dat die verband tussen afdelings aangetoon moet word, daarom behoort dosente in elke afdeling te verwys na dit wat in ander afdelings gedoen word en sodanige leerstof ook te gebruik en toe te pas waar moontlik.

## 2. METODES VAN ONDERWYS

'n Aantal dekades gelede toe Chemie grotendeels uit beskrywende Chemie bestaan het, moes die student hoofsaaklik die leerstof memoriseer en was dit die dosent se taak om die beskrywende Chemie so te sistematiseer dat die memorisering vergemaklik word.

Soos reeds aangetoon, is in die afgelope tyd die teoretiese aspek van die Chemie beklemtoon met die gevolg dat van die student meer insig en begrip van die leerstof asook abstrakte denke en logiese redenasie vereis is. Die Chemie het, om dit so uit te druk, verander van 'n memoriseer- na 'n redeneer-vak. Dit het Chemie vir die gemiddelde student 'n moeilike vak gemaak. Die metodes van onderwys was dan daarop gemik om insig, begrip en logiese denke by die studente te ontwikkel.

Aangesien daar tans 'n beter balans tussen teorie en beskrywende Chemie gesoek word, moet in die onderwysmetode ook die memoriseeraspek in gedagte gehou word.

Van die dosent word dan verwag om:

- (1) 'n Versigtige keuse van leerstof te maak soos reeds uiteengesit, naamlik sonder om die leerplan te oorlaai, moet die leerstof behandel word wat nodig is vir die logiese ontplooiing van die vak, wat van belang is vir die studente wat die betrokke kursus neem, wat aktueel is en wat genoegsame natuurwetenskaplike agtergrond verskaf;
- (2) die leerstof so oor te dra aan die student dat hy dit voldoende begryp om dit te kan toepas en dat die memoriseerwerk verminder en vergemaklik word;
- (3) by die student die natuurwetenskaplike denkwyse, metode van ondersoek en gesindheid ontwikkel;
- (4) die leerstof so te verwerk en te sistematiseer dat dit memorisering vergemaklik.

Die verwerking en sistematisering van die leerstof is veral 'n probleem by die beskrywende Chemie. Die Organiese Chemie is van so 'n aard dat dit hom makliker leen tot sistematisering as die Anorganiese Chemie en daarom is dit veral die Anorganiese beskrywende Chemie wat probleme oplewer.

Die periodieke indeling van elemente is sekerlik die basis waarop enige poging tot sistematisering moet berus. Dit is egter nie voldoende nie omdat elemente in dieselfde groep onderling te veel verskil. So byvoorbeeld verskil die element Boor veel meer van Talium in dieselfde groep as van Silikon in die volgende groep. Tot dusver is daar eintlik nog geen werklik suksesvolle wyse gevind waarop Anorganiese beskrywende Chemie aangebied kan word nie. Vir die dosent bly dit grotendeels 'n droë vertelling van feite en vir die student 'n oninteressante en vermoeiende memorisering van feite. Persoonlik lyk dit vir my of sistematisering volgens tipiese metaalkarakter en nie-metaalkarakter op die basis van die periodieke indeling wel met 'n mate van sukses toegepas kan word. Indien toepassings in die daaglikse lewe en die tegnologie saam met die beskrywende Chemie behandel word, dien dit as motivering vir die student en word die werk interessanter.

Alle metodes wat toegepas word om insig, begrip, natuurwetenskaplike denke en gesindheid te ontwikkel, het in die afgelope jare gekulmineer in die sogenaamde metode van probleemoplossing. Die standpunt is naamlik dat al die genoemde vermoëns by die student moet ontwikkel as hy daartoe gelei kan word om probleme op eie inisiatief op te los. Sonder om hierdie „metode” in besonderhede te behandel, kan gestel word dat elke lesing so aangebied moet word dat 'n probleem aan die student gestel word en die oplossing logies en metodies uitgewerk word op so 'n wyse dat die student aktief saam dink en redeneer. Elke werksopdrag moet bestaan uit 'n probleem of probleme wat die student self moet oplos, byvoorbeeld in plaas van 'n opdrag



te gee om die eienskappe van Silwer- en Taliuhaliede op te som, kan die opdrag wees om uit te vind in hoe 'n mate Taliuhaliede vir fotografiese plate geskik is. Ook die praktiese werk in die laboratorium moet in die vorm van 'n probleem gestel word en die student moet toegelaat word om dit op eie inisiatief op te los, byvoorbeeld in plaas van die Mohr-metode om Chloried te bepaal, volledig te behandel en die student dan te vra om die konsentrasie van 'n gegewe tafelsoutoplossing te bepaal, kan aan die student die opdrag gegee word om te bepaal watter persentasie van die Chloor wat by die waterwerke in die water geplaas word, nog teenwoordig is in die kraanwater van die laboratorium.

Die metode van probleemoplossing neem uiteraard veel meer tyd in beslag as ander konvensionele metodes en dit is ook nie op alle leerstof van toepassing nie. Nietemin verdien hierdie benadering veel meer aandag as wat dit dikwels kry. Die ervaring leer dat die gemiddelde student se insig, begrip, inisiatief en denke veel te wense oorlaat. Hy probeer slegs om die eksamen te slaag deur 'n minimum leerstof te memoriseer.

'n Ander beginsel wat in gedagte gehou moet word, is dat die student ook op sy eie moet studeer. Alleen deur selfstandig te werk, kan hy die leerstof werklik sy eie maak en leer hy ook goeie studiemetodes aan. By die metode van probleem oplossing word selfwerkzaamheid uiteraard beklemtoon. Gewoonlik word die student tot studie gedwing deur toetse af te neem, referate of werkstukke te laat uitwerk en voorbereiding vir prakties aan hulle oor te laat. Dit werk egter slegs by die talentvolle en goed gemotiveerde student, indien die leergang nie oorlaai is nie. Die gemiddelde student kan gewoonlik nie byhou nie en presteer swak terwyl die werkstukke wat hy inhandig, dikwels nie sy eie is nie. Indien die getal studente groot is, is die dosent ook nie in staat om al die toetse en werkstukke na te sien nie, met die gevolg dat die metode sy doeltreffendheid verloor.

Die gedagte het dan ontstaan om die werk so aan te bied dat elke student teen sy eie spoed kan vorder. Die Keller-plan wat deur sommige universiteite in Amerika gebruik word, probeer hiervoor voorsiening maak en dit het ook die voordeel dat die student al die leerstof moet bemeester. Volgens dié plan word die leerstof in ongeveer 'n twintigtal eenhede verdeel. Die student moet die eenhede in volgorde self bestudeer en hy word voorsien van handboeke, klankbande van lesings, televisieprogramme en ander hulpmiddels. Hy kan natuurlik ook die dosent gaan raadpleeg. Wanneer die student 'n eenheid klaar bestudeer het, vra hy die dosent om hom te toets en indien hy slaag, kan hy die volgende eenheid aanpak. Baie universiteite wat die metode probeer het, het dit laat vaar omdat die swak en swak gemotiveerde student te ver agter raak. Nieteenstaande al die probleme is dit noodsaaklik dat die student op een of ander wyse tot maksimum selfstandige studie aangemoedig moet word. Ten einde die swak student en diegene wat om ander

redes agter raak, te help, word aan baie universiteite spesiale hulpklasse aangebied wat dikwels die vorm van 'n *tutorial* aanneem. Hierdie metode het ongetwyfeld meriete, maar dit verg meer personeel. Dié probleem kan moontlik opgelos word deur van die dienste van meer gevorderde studente gebruik te maak, indien hulle beskikbaar is, en deur slegs aan diegene wat swak presteer, die klasse aan te bied.

Die gebruik van hulpmiddels by die onderwys het die afgelope jare besonder e aandag geniet. So word daar gebruik gemaak van geslotebaan-televisie, klankbande van lesings, rolprente, geprogrammeerde onderwys, en so meer. Al hierdie hulpmiddels het waarde indien hulle oordeelkundig gebruik word. Volgens die ervaring van oorsese universiteite, skyn dit egter of slegs geprogrammeerde onderwys, indien die program werklik goed is, taamlik algemeen doeltreffend is en dan ook net in sekere opsigte, byvoorbeeld vir hersiening. Blykbaar is die beste hulpmiddels in die onderwys van Chemie – benewens goeie dosente – handboeke, swartborde en laboratoriums.

Ten slotte is die onderwys van Chemie aan die universiteit ook opvoeding in die wydste sin van die woord. Of hy wil of nie, die dosent sal meewerk aan die opbou en ontwikkeling van die student se lewens- en wêreldbeskouing deur sy keuse van leerstof, sy metode van aanbieding en sy voorbeeld.

Aan hierdie universiteit het die dosent dan die verantwoordelike taak om Christelike natuurwetenskaplikes op te lei. Eerstens moet toegesien word dat die geloof van die student nie ondermyn word deur die aanprysing van die prestasies van die tegnologie, die natuurwetenskap en dus die mens, sonder om hierdie prestasies te sien in die lig van God se opdrag aan die mens om die aarde te onderwerp en daarvoor te heers nie. Verder moet die student gelei word om agter die wondere van die natuur wat vir hom ontrafel word, die wonderlike Skepper daarvan te sien en sodoende ook sy Skepper te leer ken soos Hy Hom in die natuur geopenbaar het.

## REFERENSIES

HURD, P. de H. 1972. Emerging perspectives in science teaching for the 1970s. *School Science and Mathematics* 765 LXXII – 9 Des.

ISRAELSTAM, S.S. 1972. Report on developments in Chemical Education. South African Chemical Foundation.

SANDERS, H.J. 1972. Era of ferment in Chemical Education. *Chem. Eng. News* 20; 9 Okt.

*The Science Teacher*, 40 (2), Feb. 1973.

THOMPSON, C.N. 1973. Graduate Chemists – myths and realities. *Chemistry in Britain*, 3 Mrt.