

IN MEDISCH ONDERWIJS VANUIT COGNITIEF PERSPECTIEF

C.F.M. Ronteltap
Onderwijskundige

Correspondentieadres:
Vakgroep Onderwijsontwikkeling
en Onderwijsresearch
Postbus 616
6200 MD Maastricht

Computerondersteund onderwijs (COO) is niet goed mogelijk zonder bezinning op de doelstellingen van het onderwijs en de inhoud van de leerstof. Voor het medisch onderwijs kunnen criteria voor vormgeving en inhoud van het onderwijs ontleend worden aan een analyse van de beroepsuitoefening waarop het onderwijs voorbereidt. Deze lijn van oordeelsvorming zal in dit artikel worden gevolgd. In globale zin zal een analyse worden gegeven van het praktisch handelen van de arts om een basis te vinden voor een oordeelsvorming van de mogelijkheden en tekortkomingen van diverse vormen van computerondersteund onderwijs in een medisch curriculum.

MEDISCH HANDELEN ALS COGNITIEF HANDELEN

In de medische beroepsuitoefening is het contact tussen arts en patiënt van groot belang. Het is gericht op het diagnostiseren en het kiezen en uitvoeren van een medisch beleid om de klacht van de patiënt weg te nemen. De arts moet voor deze taakuitoefening beschikken over vaardigheden op een drietal terreinen: sociale vaardigheden, onderzoekstechnische vaardigheden en cognitieve vaardigheden. Alle vaardigheidscomponenten van datgene wat we hier als verzamelterm 'medische competentie' noemen zijn van gelijke waarde. Toch zal in dit artikel de aandacht beperkt blijven tot de cognitieve vaardigheden. De reden hiervoor is van praktische aard. Sociale vaardigheden kunnen slechts verworven en getoetst worden in een, eventueel gesimuleerd, maar levensecht, menselijk contact. Sociale vaardigheden in een COO-jasje betekent een reductie van deze vaardigheden tot 'kennis-over-sociale-vaardigheden'. Dit betreft geen waardeoordeel maar wel een afbakening van dit terrein. Ditzelfde geldt voor de onderzoekstechnische vaardigheden. Ook deze vaardigheden kunnen het beste geoefend worden door het concreet uitvoeren van de handeling zelf. Het is uiteraard mogelijk om in een computerprogramma de student ervaringen te laten opdoen met het nemen van beslissingen na de kennisneming van de resultaten van bijvoorbeeld bloeddrukmetingen of laboratoriumonderzoek, maar het gaat dan wel om 'beslissingen': dus cognitief handelen. Samengevat: voor zover wij de mogelijkheden

COO, wat kan ik ermee?

Het gebruik van de computer in het medisch onderwijs is nadrukkelijk in opkomst. Met toenemende frequentie verschijnen er publikaties over nieuw ontwikkelde programma's en toepassingen. In vele toonaarden worden de voordelen en gunstige ervaringen beschreven. De positieve kanten van het zogenaamde computerondersteund onderwijs (COO) worden meestal breed uitgemeten. Voorbeelden zijn onder andere: individualisering van het onderwijs, de mogelijkheden tot visualisering van complexe leerstof, de mogelijkheid tot simulatie van praktijkprocessen, leren probleemoplossen, zelftoetsing etcetera. Zelden wordt echter ingegaan op beperkingen en problemen. Meestal ontbreekt het ook aan voldoende concrete mogelijkheden voor een kritische oordeelsvorming. In een serie van twee artikelen van de hand van Frans Ronteltap, projectleider van het COO project aan de medische faculteit Maastricht, wordt hieraan tegemoetgekomen. Het eerste, hiernavolgend, artikel geeft een overzichtelijke beschrijving van de verschillende beschikbare vormen van COO. Ze worden elk besproken vanuit het referentiekader van de medisch docent. In een tweede artikel, dat zal verschijnen in een volgend nummer van dit Bulletin volgt voor elk van de besproken vormen van COO een bespreking van enkele concrete voorbeelden.

De redactie

van COO gaan toetsen aan criteria voor de voorbereiding op competent handelen zullen wij ons beperken tot het domein van de cognitieve vaardigheden. Dit is ook het sterke punt van COO en in zekere zin voorziet de computer ook in een leemte. Immers, voor de domeinen van de sociale en onderzoekstechnische vaardigheden hebben tal van practica-vormen hun ingang gevonden in het medisch onderwijs. De doelgerichte training in cognitieve vaardigheden is daarbij echter nog een stiefkind.

Barrows en Tamblyn beschrijven het diagnostisch proces in het arts/patiëntcontact als de openvolging van een aantal fasen:

1. *Informatie-waarneming en interpretatie*; klacht, verwijzing, gedrag en uiterlijk van de patiënt worden waargenomen en geïnterpreteerd en vervolgens samengevoegd tot een initieel concept dat de basis is voor 2. *Hypothesevorming*; verklaringen voor het probleem van de patiënt. De informatie die nodig is voor een beslissing over de houdbaarheid van deze verklaringen wordt verkregen in fase 3. *Informatie-verwerving*; gerichte anamnese en onderzoek van de patiënt. Deze informatie die sterk kan variëren in omvang en complexiteit wordt terwille van het overzicht gesynthetiseerd in 4. *Probleemformulering* waarbij de hypothesen uit fase 2 al of niet worden verworpen of bevestigd.¹ Dit geeft al aan dat het klinisch denkproces geen lineair verlopend proces is, zoals in deze beschrijving wellicht ten onrechte wordt gesuggereerd. Herhaling van eerdere fasen blijft mogelijk en is in zekere mate ook afhankelijk van de mate van ervaring in het desbetreffende domein. In het contact met de patiënt vormt de arts zich een beeld van de situatie, de zogenaamde probleemrepresentatie, die de basis is voor de laatste fase van het denkproces 5. *Diagnostische beslissing*; observaties en gedragsanalyses van artsen met een verschillende mate van ervaring toonden aan dat dit hypothetisch-deductief proces waarneembaar is bij zowel beginnende als gevorderde beroepsbeoefenaren ongeacht hun specifieke discipline.² De kwaliteit van dit proces, bijvoorbeeld het kiezen van de juiste vragen en het juiste onderzoek of het formu-

leren van de juiste diagnose, is dus niet afhankelijk van het formuleren van hypothesen als zodanig, maar van het formuleren van de 'juiste' hypothese. Daarmee komen we op een belangrijk verschilpunt tussen beginners en gevorderden: kennis. Alle informatie die in de beginfase wordt waargenomen (initieel concept) en vervolgens wordt verworven (uitbouw initieel concept tot volledige probleemrepresentatie) wordt in belangrijke mate gestuurd door de geactiveerde kennis van de betrokkene. De kwaliteit van het diagnostisch proces is daarmee in belangrijke mate afhankelijk van de activatie van kennis. De 'activeerbaarheid' van kennis is op haar beurt weer afhankelijk van de ontwikkeling die vakinhoudelijke kennis (anatomie, fysiologie, etcetera) heeft ondergaan tot probleemgeoriënteerde (geïntegreerde) kennis.³⁻⁵

Ervaren artsen blijken bij het diagnostiseren kennisgehelen over 'ziektes' of 'aandoeningen' uit hun geheugen te activeren. Boshuizen spreekt over 'ziektescripts': dit is geïntegreerde kennis die nog wel de sporen van de inhoud van de medische basisvakken draagt, maar onder invloed van ervaring is geherordend en uitgebreid tot kennis over factoren die van invloed zijn op het ontstaan van een ziekte, kennis over het ziekteproces zelf en kennis over de symptomen die kenmerkend zijn voor de specifieke aandoening.³ Dit betekent dat het geheel aan medische kennis dat een student zich gedurende de opleiding eigen moet maken kan bestaan uit verschillende niveaus: de medische basisvakken, de zojuist genoemde ziektescripts en episodische kennis waarin de herinnering van allerlei klinische beelden bij concrete patiënten is opgenomen. Er bestaat voldoende empirische ondersteuning voor de aanvaarding van dergelijke kennismodellen en de ontwikkeling hiervan onder invloed van ervaring. Dit inzicht is verkregen op basis van vergelijkingen tussen artsen met een groot verschil in ervaringsniveau. Echter, over de individuele ontwikkeling van deze kennis en de mate waarin het onderwijs dit ontwikkelings- of leerproces kan beïnvloeden bestaat nog weinig inzicht. Dit is uiteraard een handicap voor de

concrete vormgeving van COO waarin de ontwikkeling van kennis wordt beoogd. Desalniettemin beschikken wijsamenvattend over twee referentiepunten in de oordeelsvorming met betrekking tot COO in het medisch onderwijs: 1. kennis over het verloop van het diagnostisch proces en de daarbijbehorende cognitieve handelingen (waarneming, interpretatie, beslissing, etcetera); 2. kennis over de organisatie van medische kennis die in dit proces gebruikt wordt.

DE VORMGEVING VAN COO-PROGRAMMA'S

In deze paragraaf zal een aantal vormen van COO worden besproken vanuit bovenstaand referentiekader. Deze COO-vormen zullen slechts in zeer kort bestek en in algemene zin worden beschreven. Enige bekendheid van de lezer wordt dus verondersteld. De literatuurverwijzingen in deze tekst hebben ook de functie de geïnteresseerde lezer door te verwijzen voor een nadere kennismaking.

Drill and practice

Bijdrill-and-practice gaat het om programma's waarin een serie, meestal meerkeuze-, vragen op het scherm wordt gepresenteerd.⁶ Het programma stelt een vraag, de student antwoordt en het programma geeft feedback. Het gaat hier om de meest eenvoudige vorm van COO waarin de bewegingsvrijheid van de gebruiker meestal volledig is beperkt door het programma. Anders gezegd, niet de student kiest de vragen waarop hij zichzelf wil toetsen, maar het programma presenteert de vragen. Hoogstens 'analyseert' het programma het gegeven antwoord om bij een fout antwoord een eventuele zijweg in te slaan (herhaling van hetzelfde onderwerp met eenvoudiger vragen bijvoorbeeld). Alle kennis die in de vorm van meerkeuzevragen kan worden getoetst kan onderdeel zijn van drill and practice programma's. Ideale programma's voor de docent die zijn studenten in de gelegenheid wil stellen tot zelftoetsing over afgebakende leerstofdomeinen. De afbakening van de leerstof en de ordening van de vragen zijn dus de activiteiten van de COO-constructeur, die beoordeeld kunnen worden uit ons referentiekader. Met betrekking tot het diagnostisch proces kunnen dus vragen worden gesteld die betrekking hebben op

specifieke kennis die moet worden gebruikt in een casus. Met betrekking tot de ontwikkeling van vakgebonden kennis naar geïntegreerde kennis biedt deze COO-vorm weinig soelaas. Drill and practice programma's richten zich vooral op kennisbeheersing in de basisvakken en dragen derhalve weinig bij aan een organisatie van deze kennis in relatie tot gebruik in de praktijk.

Casus-programma's

De benaming casus-programma's is gekozen vanwege de duidelijke herkenbaarheid en de reeds voorkomende toepassingen in het medisch onderwijs. Het gaat hier om programma's waarin een praktijk-casus centraal staat en waarin de student op basis van gegevens, die hij zelf kan opvragen, een diagnose formuleert en een eventueel beleid instelt. Deze programma's komen in tal van varianten voor. Met betrekking tot de factor kennis zijn dit programma's die bij uitstek geschikt zijn om de student te leren zijn kennis in praktijk te brengen. Echter, de meeste programma's die ik heb gezien accentueren in de feedback meer het proces dan de inhoud. Bijvoorbeeld: de student kiest in een casus vrij snel voor de rubriek "Lichamelijk Onderzoek" maar krijgt als antwoord "U heeft nog onvoldoende vragen gesteld, kies eerst voor Anamnese!". Dat wil zeggen, de student wordt gedwongen zijn diagnostisch proces in te kleiden in een vast stramien. Aansluitend bij het diagnostisch proces, hetgeen hierboven beschreven is als een (soms) cyclisch proces in tegenstelling tot een lineair proces, zou ook de volgende procedure gevolgd kunnen worden. Het programma intervenueert in het keuzeproces van de student om de actieve hypothesen te evalueren en daarna alle vervolghandelingen vanuit dat kader te beoordelen. Dat wil zeggen dat de student weliswaar meer vrijheid wordt gegeven in het diagnostisch proces, echter wel onder de bewaking van een correcte procesgang. Regelmatige evaluatie van de onderzoekshypothesen biedt ook de gelegenheid om te controleren welke kennis op dat moment gebruikt wordt. De basis van een hypothese bijvoorbeeld kan een zeer specifieke pathofysiologische of causale redenering zijn. De evaluatie van de onderzoekshypothesen van de student door het programma, al of niet in feedbackvorm, koppelt proces en inhoud aan elkaar.

Ook vanuit het perspectief van de ontwikkeling van vakken kennis naar probleemgeoriënteerde kennis in de vorm van ziektescripts zijn casusprogramma's in principe geschikt. Mits het programma ook feedback geeft waarin deze kennisintegratie wordt benadrukt. Een geschikt middel hiertoe bijvoorbeeld is de casus af te sluiten met een epiloog waarin de relevante kennis voor deze casus uit verschillende vakgebieden nog eens wordt belicht, al of niet ondersteund met een conceptueel schema dat de kennisorganisatie visueel ondersteunt.

Simulatie

De zojuist besproken casus-programma's worden nogal eens gerubriceerd onder simulaties, maar dit is strikt genomen niet juist. Onder simulaties worden programma's gerekend die een volledig open leeromgeving bieden voor de student. Het zijn dan ook programma's die zich goed lenen voor ontdekkend leren. Een voorbeeld ter illustratie. Een farmacologische simulatie biedt de gelegenheid om na een patiëntbeschrijving een geneesmiddel te kiezen, de dosering, toedieningsvorm en tijdstip van toediening in te stellen om vervolgens de effecten van de keuzes te bestuderen. Het voorbeeld is niet toevallig, deze programma's komen veel voor in het farmacologisch domein. De basis van deze programma's zijn mathematische modellen. Onderwijstoepassingen zijn dus beperkt tot leerstof die in een mathematisch model ondergebracht kan worden.⁷ Daarom richten zij zich vooral op 'beleid en therapie' en vallen dus buiten ons besprekingskader van het diagnostisch proces en het gebruik van kennis.

Expertsystemen of kennissystemen

In deze rubriek gaat het om programmatuur die niet specifiek ontwikkeld is voor het onderwijs, maar daarentegen wel bruikbaar is. Een kennissysteem is een computerprogramma waarin de kennis van één of meerdere deskundigen is opgenomen en dat in de medische praktijk bijvoorbeeld kan worden gebruikt in de computerondersteunde diagnostiek. Het is dus een programma dat geraadpleegd kan worden door een (ervaren) gebruiker tijdens het diagnostisch proces.⁸ De beslissingsondersteunende functie is het belangrijkste gemeenschappelijke kenmerk. De programma's verschillen wel in de wijze waarop de onderliggende kennis wordt gere-

presenteerd. Vaak geven deze programma's de gebruiker ook inzicht in het beslissingsproces. Bijvoorbeeld door de meest waarschijnlijke diagnose te presenteren op elke willekeurige tussenfase in het redeneerproces. Vervolgens kan de gebruiker een toelichting vragen via een eventueel aanwezige 'uitlegfunctie'. Het programma is dan inzichtelijk voor de gebruiker. Dit houdt in dat het programma dan ook in handen gegeven kan worden van de (gevorderde) student. Deze kan zo als het ware meekijken over de schouder van een expert. Vanuit ons referentiekader een ideaal programma: de student krijgt inzicht in het diagnostisch proces en heeft toegang tot de onderliggende kennis die wordt gebruikt in dit proces. Het is echter een ideaalbeeld met een grove versimpeling van de onderwijspraktijk. Als een docent (expert) een student uitleg geeft over het 'waarom' van zijn handelingen zal hij aansluiten bij de kennis van de student. Bovendien zal de docent zijn uitleg niet beperken tot het mededelen van zijn redeneren, maar kan hij ook redeneren over het redeneren. Kortom, een expertsysteem ontbeert didactische kennis en daarmee is de onderwijskundige toepassing van dergelijke programmatuur zeer beperkt. Deze tekortkoming is de invalshoek van de programma's uit de volgende rubriek.

Intelligente COO

Onder deze vlag worden COO-programma's gerekend die bestaan uit de volgende componenten: een domeincomponent, een leerlingcomponent en een onderwijscomponent die geïntegreerd communiceren met de gebruiker via een interactiecomponent.^{9 10} De domeincomponent bevat alle kennis die nodig is om een probleem te kunnen oplossen: statische kennis over feiten en dynamische kennis over de wijze waarop deze feiten worden gebruikt in een redenering. De domeincomponent vormt derhalve een werkend expertsysteem zoals hierboven is besproken. Echter in een intelligente COO-toepassing zal deze domeincomponent niet op de voorgrond actief zijn, door bijvoorbeeld zijn oplossingen en redeneringen te presenteren, maar op de achtergrond. Dat wil zeggen, de domeincomponent genereert op de achtergrond zijn eigen oplossingen en vergelijkt deze met de oplossingen van de student, die worden vastgelegd in de leerlingcomponent. De domein-

component verstrekt aldus de norm die het uitgangspunt vormt voor een vergelijking met de acties van de student. De resultaten van deze vergelijking vormen een 'leerling-model' dat de invoer is van de onderwijscomponent. In deze onderwijscomponent worden beslissingsregels uitgevoerd die resulteren in acties via de interactiecomponent: uitleg, oefeningen, voorbeelden, etcetera. De onderwijscomponent is eigenlijk een tweede expertsysteem binnen het programma, het analyseert onderwijskundige problemen op basis van didactische kennis. Intelligente COO, ook wel docentsystemen genoemd, staan nog in de kinderschoenen. Zij zijn de fase van research nog niet ontgroeid. Men zoekt ondermeer naar zogenaamde 'lege' docentsystemen waarin de domeincomponent ingebracht kan worden. Bij het samenstellen van de domeincomponent van een docentsysteem dient het probleemoplossend gedrag van de student in de cognitieve ontwikkeling tot expert uitgangspunt te zijn.¹⁰ Dit impliceert tevens dat docentsystemen kunnen voldoen aan de criteria van ons referentiekader. Het zijn systemen die in staat zijn om in het medisch domein een student te leren diagnostiseren met inachtneming van de ontwikkeling van de kennis die in dit diagnostisch proces gebruikt wordt. De stand van zaken is echter dat dergelijke systemen nog in een onderzoeksfase verkeren. De realisatie van een praktijkgerichte kennisorganisatie, zoals bij docentsystemen mogelijk is, kan echter ook bevorderd worden door programmatuur die in de volgende twee rubrieken wordt besproken.

Inquiry

De traditionele vorm van kennisoverdracht is die door middel van teksten in studieboeken. Voor de gebruiker blijft deze kennis echter vaak statisch. De meerwaarde van de eerder besproken casusprogramma's is onder andere dat de kennis, door het gebruik in redeneringen en beslissingen, een dynamisch effect krijgt. Een dynamiek die de gebruiker zelf in het programma aanbrengt door de eigen interpretatie van de informatie. We zagen ook dat de casusprogramma's door de beperkingen van de gehanteerde programmeertalen vaak een lineair karakter hebben. Zij wegen die vooraf niet geprogrammeerd zijn, zijn dus ook onmogelijk in te slaan voor de student. In COO-jargon wordt dit aange-

duid als 'program-control'. De tegenhanger hiervan is 'student-control': de gebruiker bepaalt zijn eigen weg op basis van associaties, beslissingen, etcetera. Er is een nieuw type software op de markt verkrijgbaar dat geschikt is om programma's te ontwerpen die deze faciliteiten bieden voor de gebruiker. Dergelijke programma's zijn eigenlijk databases die tekst en grafische informatie bevatten. Echter, in vergelijking met de traditionele database-opzet, waarin de informatie gestructureerd is opgeslagen in records en velden, is de informatie in deze databases grotendeels, of volledig, ongestructureerd. Dit betekent dat de gebruiker zelf de zoekstructuur kiest en zelfs ook tussentijds kan aanpassen. Een voorbeeld ter verduidelijking. Teksten van medische handboeken worden geraadpleegd door het kiezen van trefwoorden uit een inhoudsopgave en index. Elke index heeft uiteraard zijn beperkingen. Indien nu de gebruiker zijn eigen zoekterm kiest om te zoeken in een tekst-database kan het programma zeer snel de gewenste informatie op het scherm brengen. Zelden zal de gevonden informatie volledig beantwoorden aan de informatiebehoefte. Er kan bijvoorbeeld behoefte zijn aan aanvullende informatie of aan verdieping. Als nu de gevonden teksten zelf ook verwijzingen bevatten naar andere teksten kan het zoekproces vervolgd worden. In principe net zo lang tot de informatie toereikend is voor de beantwoording van een vraagstelling. Op deze manier werken programma's die de zogenaamde 'Hypertext-functie' bevatten. Het ontdekkend leren kan belangrijke impulsen krijgen op deze manier. Er zal wel voor moeten worden gezorgd dat de informatie via de computer beschikbaar kan komen. De zoekprogramma's zijn er, de informatiedragers nog niet. De eerste woordenboeken op Compact Disk (CD) verschijnen inmiddels op de markt. Het wachten is op de medische naslagwerken in deze vorm. Het ontdekkend leren via tekstraadpleging maakt statische kennis dynamisch. In die zin kan het worden toegepast als middel om de integratie van vakinhoudelijke basiskennis tot stand te brengen. Vanuit ons cognitief referentiekader betekent dit dat er een leermiddel beschikbaar komt dat een basisvoorwaarde schept (probleemgerichte kennisorganisatie) voor het diagnostisch proces.

Schematiseren

Enigermate verwant aan de inquiry-programmatuur die hierboven is besproken, en waarin de studietekst als kennisaanbod centraal staat, is software die de student in staat stelt om zelf teksten te schematiseren.^{11,12} Doelgericht studeren wordt bevorderd door het schematiseren van de concepten van een tekst. In een conceptueel netwerk dat een student maakt, worden de meest relevante concepten geselecteerd en met elkaar verbonden. Deze verbindingen kunnen specifieke betekenissen hebben (bijvoorbeeld causaliteit). Het schematiseren met pen en papier is echter een omslachtig werk. Gaandeweg worden concepten aan een schema toegevoegd en de kans is groot dat het tussentijdse product moet worden weggegooid om opnieuw te beginnen. Vanuit de vakgroep Instructietechnologie van de Universiteit Twente wordt een programma ontwikkeld met de naam "Tekstnet", dat de student een stuk gereedschap biedt voor het schematiseren. Het kan op de volgende wijze gebruikt worden. De student begint met een leeg scherm waarop op willekeurige plaatsen een symbool geplaatst wordt, dat kan worden voorzien van een naam: de concepten. Tussen de concepten kunnen lijnen getekend worden. Elk concept blijft verplaatsbaar. Met de muis naast het toetsenbord kunnen zogenaamde tekstwindows geopend worden en worden voorzien van eigen tekst. Het programma bevat bovendien een rekenfunctie op de achtergrond, die na activering de centraliteitswaarden van concepten berekent. Het resultaat van de berekening wordt weergegeven in het schema op de monitor. Dit pakket kan op 2 manieren gebruikt worden. Op de eerste plaats op de zojuist geschetste wijze waarbij de student een eigen schema ontwerpt waarin een eigen kennisorganisatie tot stand wordt gebracht. Op de tweede plaats als interface voor het presenteren van teksten. Dat wil zeggen, ook de docent kan schemata ontwerpen en die laten raadplegen door de student. De meerwaarde van het presenteren van de schemata van een docent op een computer is de mogelijkheid om vanuit het schema de tekst te bestuderen (door het openen en sluiten van tekstwindows achter de concepten) in plaats van het bekijken van een schema als illustratie bij een tekst in een boek. Kortom, de conceptuele structuur die de student zich eigen moet maken wordt direct zichtbaar gemaakt. Ook

dit programma is dus bruikbaar als leermiddel voor het probleemgericht structureren van kennis. In samenwerking met de vakgroep Onderwijsontwikkeling en Onderwijsresearch van de Rijksuniversiteit Limburg wordt onderzocht welke leerwaarde Tekstnet kan hebben voor medische studenten.¹³ Het pakket werd namelijk ontwikkeld voor toepassingen in meerdere domeinen. Aan het pakket zullen functies worden toegevoegd om het beter bruikbaar te maken voor het bestuderen en presenteren van medische kennis.¹⁴

CONCLUSIES

In het voorgaande zijn een aantal vormen van computergebruik in het medisch onderwijs bediscussieerd vanuit twee gezichtspunten: 1. de training in cognitieve vaardigheden zoals die van toepassing zijn in de diagnostiek, en 2. de organisatie van medische kennis die in het diagnostisch proces wordt gebruikt. Beide gezichtspunten combineren proces en inhoud van de diagnostiek in het medisch domein. Drill and practice programma's zijn van geringe waarde voor de training in cognitieve vaardigheden omdat ze in eerste instantie bedoeld zijn om te toetsen of er sprake is van voldoende kennisbeheersing. Casus-programma's schieten nogal eens te kort, omdat deze programma's meer accent leggen op het proces: de gebruiker wordt gedwongen een weg af te leggen (naar een diagnose) langs een vooraf in het programma vastgelegde vraag- en antwoord-volgorde. De starheid van deze programma's komt tot uiting in het ontbreken van het vermogen om aan te sluiten bij de kennis van de gebruiker. Programma's die dit tekort kunnen opheffen zijn afkomstig uit de hoek van de kunstmatige intelligentie. Kennissystemen zijn voor onderwijsdoeleinden van beperkte waarde. Ze kunnen weliswaar een redeneerproces en de daarbij gebruikte kennis inzichtelijk maken, maar kunnen niet reageren op tekortkomingen in de kennis van de gebruiker (misconcepties bijvoorbeeld). Kennissystemen zijn consultatieprogramma's voor ervaren gebruikers. Uitbreiding van deze kennissystemen tot docentsystemen is in principe mogelijk en heeft de pretentie de COO van de toekomst te worden. Zolang we echter nog verkeren in de onderzoeksfase zal de toepassing van intelligente COO nog beperkt

blijven. Tot slot zijn nog drie andere vormen van computergebruik besproken. Voor de volledigheid van het overzicht werden ook de simulatie-programma's genoemd, hoewel die eigenlijk buiten ons referentiekader vallen omdat ze zijn gebaseerd op mathematische modellen. Dit doet niets af aan de praktische waarde van simulaties in het medisch onderwijs. Er kan veel mee (ontdekkend) geleerd worden, maar ze zijn niet gericht op de cognitieve vaardigheden in de diagnostiek. De laatste twee vormen van COO die werden besproken zijn bruikbaar als hulpmiddel in de verwerving en bewerking van kennis die ten grondslag ligt aan de diagnostiek. Inquiry-programmatuur stelt de gebruiker in de gelegenheid om met een eigen zoekvraag kennis-databases te raadplegen. Schematiseer-programma's hebben een dubbele functie. Bij invoer van gegevens door de student is het mogelijk om kennis te schematiseren, bij invoer van gegevens door de docent is het mogelijk om de student vanuit de conceptuele structuur van kennis deze kennis te laten raadplegen. Inquiry- en schematiseer-programma's staan dus verder af van de directe training in cognitieve vaardigheden (zoals een casus-programma of docentsysteem) maar zijn voorwaardenscheppend voor de kwaliteit van de uitvoering van cognitieve vaardigheden.

LITERATUUR

1. Barrows HS, Tamblyn RM. Problem-based learning: an approach to medical education. New York: Springer, 1980.
2. Elstein AS, Shulman LS, Sprafka SA. Medical problem solving: an analysis of clinical reasoning. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
3. Boshuizen HPA. De ontwikkeling van medische expertise: een cognitief-psychologische benadering. Maastricht, 1989. Dissertatie.
4. Schmidt HG, Boshuizen HPA, Norman GR. Why my doctor hardly ever misses a diagnosis: reflections on the nature of expertise in medicine. In: Grant A, ed. Advances in biomedical computing. (in press)
5. Norman G et al. Research in the psychology of clinical reasoning: implications for assessment. Proceedings of the Cambridge Conference IV. (in press)
6. Moonen J, Gastkemper F. Computergestuurd onderwijs. Utrecht: Spectrum, 1983.
7. Min R. Computersimulatie als leermiddel: een inleiding in methoden en technieken. Schoonhoven: Academic Service, 1987.
8. De Witte JJSC, Kwee AYL. Kennissystemen en medische besluitvorming. Alphen a.d. Rijn: Samsom, 1987.
9. De Witte JJSC, Kwee AYL. Kennissystemen in het onderwijs. Alphen a.d. Rijn: Samsom, 1987.
10. Sandberg J, Pijls F. De computer onderwijst. In: Pijls F, Sandberg J, eds. De computer als expert en didacticus: een introductie in het onderzoek naar intelligente onderwijssystemen. Muiderberg: Coutinho, 1989.
11. Kommers PAM. Textvision: elicitation and acquisition of conceptual knowledge by graphic representation and multiwindowing. In: Van der Veer GC, Mulder G, eds. Human-computer interaction: psychonomic aspects. Berlin: Springer Verlag, 1988.
12. Kommers PAM. Textvision: conceptual representation beyond the hypertext metaphor. European Journal of Psychology of Education 1988; 3: 201-16.
13. Ronteltap CFM, De Grave WS, Groothuis S, Van der Vleuten CPM. Computerbased teaching and assessment of clinical competence in a problem-based medical curriculum. Projectvoorstel ACIS/IBM, Rijksuniversiteit Limburg, 1989.
14. De Grave WS. Knowledge representation software as a tool for learning and research. Technical Report 1 ACIS/IBM-Rijksuniversiteit Limburg, 1990.