

Cognitieve psychologie

Huidige ontwikkelingen en hun implicaties voor het medisch onderwijs

G. Norman, G. Regehr; Vertaling: J.A. Smal

Samenvatting

Wat is cognitieve psychologie en waarin onderscheidt deze zich van andere psychologische specialismen? Kort samengevat: in de cognitieve psychologie is het onderwerp van onderzoek 'hoe mensen denken'. Terwijl men hierbij allereerst zou denken aan onderzoek naar mentale processen, leidt denk-onderzoek al snel tot geheugen-onderzoek omdat het geheugen een centrale plaats inneemt bij het menselijk denken en expertise.

Hoewel de bakermat van de cognitieve psychologie ligt bij de vergelijking met een computer, heeft veel recent onderzoek uitgewezen dat dit model inadequaat is. De wijze waarop mensen informatie verwerken blijkt in veel opzichten te verschillen van computerprocessen. Juist op dit gebied zijn veel waardevolle onderwijskundige inzichten verkregen. Op een aantal hiervan zal in dit artikel dieper worden ingegaan:

- *de organisatie van het geheugen;*
- *factoren die opslag en terugvinden van gegevens in het geheugen beïnvloeden;*
- *het gebruik van begrippen en de transfer ervan;*
- *begripsvorming, categoriseren en patroonherkenning.*

Bij elk onderwerp wordt eerst een samenvatting van de huidige stand van zaken gegeven, gevolgd door mogelijke implicaties voor onderwijs en leren.

Inleiding

Onderwijskunde en psychologie vormen een moeizaam koppel. Beide specialismen bewegen zich onder andere op het terrein van leren en geheugen. Zij benaderen leerprocessen echter elk vanuit een ander gezichtspunt en met een verschillend doel: de een is gericht op de praktijk, de ander op de theorie. Zij zijn gewoonlijk gehuisvest in verschillende universitaire gebouwen, behoren tot verschillende faculteiten, organiseren eigen congressen en publiceren in verschillende tijdschriften.

Een mogelijke reden voor het gebrek aan samenwerking is dat de psychologie tot voor kort gedomineerd werd door de behavioristische traditie, die is ingezet door Watson, Thorndike en James in het begin van deze eeuw. Het fundamentele uitgangspunt van het behaviorisme is dat alle aspecten van het menselijke gedrag begrepen kunnen worden door nauwgezet onderzoek van de relatie tussen input (de stimulus) en output (de conditionele respons). Het is niet nodig terug te vallen op mentale processen zoals verbeelding, denken of redeneren. De traditie is filosofisch gegrondvest in het positivisme, dat de nadruk legt op objectief waarneembare gedragseenheden, en dat uit introspectie verkregen, 'softe' en subjectieve informatie afwijst. Volgens Watson stelt het behaviorisme dat bewustzijn geen duidelijk of bruikbaar begrip is. De behaviorist die getraind is als experimenteel onderzoeker, gaat er bovendien van uit dat geloof in het bestaan van het bewustzijn een relict is van het

bijgeloof en de folklore uit de primitieve oertijd.”¹

Op hedendaagse onderwijskundigen die gewend zijn te denken over probleemoplossen, klinisch redeneren, kritisch denken en zelfbeoordeling komen zulke geringschattende uitlatingen nogal ongenueanceerd en dogmatisch over. Wij zijn ons er echter onvoldoende van bewust hoezeer de huidige medische opleiding van deze positivistische benadering is doordrongen. Wij worden nog steeds aangespoord onze leerdoelen te formuleren in behavioristische termen, waaruit blijkt dat men de meeste waarde hecht aan observeerbaar, meetbaar en te isoleren gedrag. Examenvragen worden ingedeeld volgens de taxonomie van Bloom, gebaseerd op kenmerken van de stimulus (de examenvraag) en niet op denkprocessen die optreden bij de student, ook al proberen we nu ook het probleemoplossen als vaardigheid hier enigszins in te passen.

Bij de Objective Structured Clinical Examination (OSCE) en bij de Patient Management Problems (PMP), die enkele jaren geleden in zwang waren, wordt impliciet aangenomen dat alles wat te maken heeft met klinische bekwaamheid te meten is aan kleine, losse stukjes gedrag, ook al is empirisch aangetoond dat een globale, subjectieve indruk van de examinerator minstens zo betrouwbaar is als de keurig uitgesplitste, objectieve checklists en beter generaliseerbaar.²

In de jaren zestig vond in de experimentele psychologie een stille revolutie plaats. Een reeks ontwikkelingen droeg bij aan de opkomst van een nieuwe tak: de cognitieve psychologie. Hiertoe behoorden het werk van Newell en Simon op het gebied van kunstmatige intelligentie, de erkenning van het werk van Britse psychologen, zoals Broadbent, die het onderzoek naar menselijke denkprocessen niet hadden onderbroken en het werk op het gebied van taalonderzoek.³ Maar velen beschouwen het boek ‘Cognitive Psychology’ van Neisser uit 1967 als het omslagpunt.⁴ Tegenwoordig ver-

schijnen er veel tijdschriften die aspecten van de cognitieve psychologie behandelen. Veel vooraanstaande tijdschriften op dit gebied worden zelfs gedomineerd door cognitieve research. Hierbij kan de kanttekening worden gemaakt dat de cognitief psychologen, ironisch genoeg, zelden de eenvoudige, introspectieve onderzoeksmethoden toepassen waar de behavioristen zo’n aversie tegen hadden. De onderzoeksmethoden die cognitief psychologen gebruiken, zoals het meten van reactietijd en foutentellingen, zijn wetenschappelijk gezien vergelijkbaar met elke behavioristische onderzoeksmethode.

Wat is cognitieve psychologie en waarin onderscheidt zij zich van andere psychologische specialismen? Kort samengevat: de cognitieve psychologie bestudeert ‘hoe mensen denken’. Terwijl men hierbij in eerste instantie geneigd is te denken aan onderzoek van mentale processen, leidt denk-onderzoek al snel tot geheugen-onderzoek, omdat het geheugen een centrale plaats inneemt bij menselijk denken en expertise. Volgens Simon is “de essentie van intelligentie niet zozeer een zaak van redeneren maar eerder een kwestie van veel weten over de werkelijkheid”.⁵ In het vervolg hierop is leren het centrale aandachtspunt geworden van de cognitieve psychologie, omdat via leren zintuiglijke waarneming wordt opgeslagen in het geheugen.

Het informatieverwerkingsmodel

Jonathan Miller heeft erop gewezen dat vooruitgang in de wetenschap dikwijls moet wachten tot er een bruikbare analogie voorhanden is.⁶ Pas toen zijn tijdgenoten een pomp hadden uitgevonden, kon Harvey zijn theorie ontwikkelen over de bloedcirculatie met het hart als pomp. Op vergelijkbare wijze is de vooruitgang in de cognitieve psychologie sterk beïnvloed door de opkomst van de computer als metafoor voor de werking van de hersenen. Dit leidde tot het model waarin het denken werd

gezien als een vorm van informatieverwerking. Deze analogie werd op twee manieren toegepast. Allereerst werd een theoretisch model ontwikkeld van de hersenen als informatieverwerkend systeem. Hiertoe werden de afzonderlijke componenten van dit systeem beschreven, zoals de beperkingen van het kortetermijngeheugen. Ten tweede leidde de analogie tot pogingen om denkprocessen te simuleren met computers, waarbij gebruik gemaakt werd van methoden uit de 'kunstmatige intelligentie'. Nog steeds wordt deze dialoog tussen cognitief psychologen en computerexperts voortgezet, bijvoorbeeld in de Cognitive Science Society.

Omdat het model van de hersenen als informatieverwerkend systeem een vruchtbaar uitgangspunt is gebleken voor verdere kennisontwikkeling, volgt een meer gedetailleerde beschrijving van dit model. Het model is opgebouwd uit verschillende, afzonderlijk opererende elementen die de buitenwereld met het bewustzijn verbinden. Allereerst is er ons waarnemingsvermogen, analoog aan de in- en uitvoer van een computer. Vervolgens is er een kortetermijn- of werkgeheugen, waarin gegevens actief kunnen worden gemanipuleerd, analoog aan het 'random-access-memory' (RAM) of de 'central processing unit' (CPU) van de computer, en ten slotte het langetermijngeheugen, dat in principe een onbeperkte opslagcapaciteit bezit maar moeilijk toegankelijk is, analoog aan bijvoorbeeld de harde schijf van de computer.

Sommige onderzoekers hebben getracht deze elementen verder te splitsen. Het langetermijngeheugen kan worden gesplitst in een 'episodisch' geheugen (wat heb je vanmorgen bij het ontbijt gegeten?) en een 'semantisch' geheugen (de regels van vermenigvuldiging) of 'procedurele' kennis (een auto besturen) en 'declaratieve' kennis (de symptomen van pericarditis). In later onderzoek zijn de grenzen tussen deze subsystemen echter vervaagd. Als je gevraagd wordt om de kenmerken van een

vrachtwagen op te noemen, kun je bijvoorbeeld gebruik maken van een lijst met proposities of uitspraken over de typische kenmerken van vrachtauto's (semantische kennis), maar je kunt ook denken aan de vrachtwagen van de buurman en vervolgens de kenmerken van een vrachtwagen opnoemen door het mentale beeld af te lopen dat je van die vrachtwagen hebt (episodische kennis). Achteraf is niet meer duidelijk langs welke weg het resultaat tot stand is gekomen.

Hoewel de vergelijking met de computer de bakermat is van de cognitieve psychologie, heeft veel recent onderzoek uitgewezen dat dit model inadequaat is. De wijze waarop mensen informatie verwerken blijkt in veel opzichten te verschillen van computerprocessen. Juist op dit gebied zijn veel waardevolle onderwijskundige inzichten verkregen. Op een aantal hiervan zal in dit artikel dieper worden ingegaan:

- de organisatie van het geheugen;
- factoren die opslag en terugvinden van gegevens in het geheugen beïnvloeden;
- het gebruik van begrippen en de transfer ervan;
- begripvorming, categoriseren en patroonherkenning.

Bij elk onderwerp wordt een samenvatting van de huidige stand van zaken gegeven, gevolgd door mogelijke implicaties voor onderwijs en leren.

De organisatie van het geheugen

In het onderzoek naar medisch probleemoplossen werd er aanvankelijk van uitgegaan dat men uit de werkwijze van ervaren klinici algemene strategieën voor het oplossen van problemen zou kunnen afleiden.⁷⁸ Hiervan is men teruggekomen. Het onderzoek richt zich nu meer op het geheugen van de expert, vooral op de structuur en de organisatie van dit geheugen. Verscheidene hedendaagse onderzoekers hebben theorieën en methoden uit de cognitieve psychologie gebruikt om de organisatie van

het geheugen te beschrijven. Bordage ziet het geheugen als een reeks 'semantische assen' en Patel beschrijft het denken van experts als uitgebreide propositionele netwerken.⁹⁻¹¹ Impliciet gaat men er bij deze benadering van uit dat de verbindingen binnen het model een equivalent hebben in het menselijk geheugen.

Wat is er bekend over de organisatie van het geheugen? Beide opvattingen veronderstellen de aanwezigheid van een semantisch netwerk, namelijk verbindingen tussen inhoudelijk (semantisch) samenhangende begrippen. Het bestaan van semantische netwerken is op verschillende manieren aangetoond. Een van de eenvoudigste methoden om semantisch verwante begrippen op te sporen is 'vrije associatie'. Het is bijvoorbeeld heel waarschijnlijk dat iemand bij het woord 'heet', het woord 'koud' noemt. Dit wijst erop dat er in het geheugen een semantisch verband ligt tussen beide begrippen.

Men stelt dat het verwerven van expertise op een bepaald gebied te maken heeft met de ontwikkeling van een uitgebreid semantisch netwerk. Een beginner beschikt aanvankelijk slechts over enkele begrippen, zonder een sterk onderling verband. Naarmate de ervaring toeneemt, worden meer begrippen en concrete voorbeelden in dit netwerk opgenomen en worden er nieuwe, sterkere en rijker vertakte verbindingen gelegd tussen de bestaande begrippen en voorbeelden. Volgens dit model wordt 'diepgaand inzicht' op een terrein niet alleen bepaald door de hoeveelheid kennis die iemand heeft, maar ook door de mate waarin deze informatie georganiseerd is in een coherent systeem van met elkaar in verbinding staande begrippen en voorbeelden.

Deze geheugenstructuur, met veel en goed geordende informatie, stelt experts in staat op hun specifieke domein zeer effectief te werken. Informatie afkomstig van een nieuwe casus 'activeert' gegevens, begrippen of voorbeelden binnen het cognitieve netwerk, die op

hun beurt weer andere relevante begrippen of voorbeelden activeren, enzovoorts. Op deze manier kan alle aanwezige kennis in volle omvang aangewend worden voor het oplossen van de nieuwe casus. De relevante informatie komt direct beschikbaar met alle mogelijke vertakkingen. Hierdoor krijgt de expert snel de beschikking over een aantal hypothesen en plausibele mogelijkheden, die op hun beurt leiden tot nieuwe vragen om informatie totdat uiteindelijk een oplossing bereikt is. In deze opvatting is het stellen van een diagnose voor een expert niet het toepassen van een algemene, abstracte, hypothetico-deductieve oplossingsstrategie op een concreet geval. Ieder nieuw geval is eerder op te vatten als het sein voor een unieke en persoonlijk bepaalde activering van iemands unieke en persoonlijk bepaalde, semantische netwerk.

Implicaties voor het onderwijs

Als deze voorstelling van het denkproces bij experts juist is, heeft dat meerdere implicaties voor het onderwijs. Allereerst volgt hieruit dat geïsoleerde informatie passief blijft en nutteloos is. Alleen wanneer informatie geïntegreerd wordt in iemands persoonlijke, semantische netwerk is deze beschikbaar en bruikbaar voor toekomstige taken. Bovendien is het niet doelmatig om studenten te trainen in methoden van klinisch probleemoplossen, los van klinische inhoud. Voor de expert zijn beide onlosmakelijk met elkaar verbonden en zij moeten geïntegreerd worden tijdens de opbouw van expertise. Dit wordt in de volgende paragrafen verder uitgewerkt.

Factoren van invloed op de opslag en het terugvinden van informatie in het geheugen

Psychologen hebben uitvoerig onderzoek gedaan naar de factoren die bij de mens het opslaan en terugvinden van informatie beïn-

vloeden. Een centraal thema daarbij is de opvatting dat vergeten vooral samenhangt met het onvermogen om aanwezige informatie terug te vinden, en veel minder te maken heeft met het verzwakken of verdwijnen van geheugensporen. Bij computers zijn beide mogelijk. Als bijvoorbeeld een bestand van de harde schijf wordt 'gewist', wordt niet het bestand zelf verwijderd, maar wordt de lijst met de plaats van de bestanden gewijzigd, waardoor het bestand niet meer teruggevonden kan worden. Dit betekent echter ook dat het bestand zelf, zodra de verwijzing naar de plaats van het bestand gewist is, kwetsbaar is geworden. Het kan worden overschreven met nieuwe gegevens, en op dat moment is ook het geheugenspoor zelf verloren. Beschadiging van een harde schijf betekent ofwel dat het bestand zelf is beschadigd (de informatie is niet meer aanwezig) of dat de lijst met verwijzingen is beschadigd (de informatie kan niet meer teruggevonden worden).

Men neemt algemeen aan dat vergeten bij mensen te maken heeft met onvermogen om de informatie terug te vinden. De kennis is waarschijnlijk wel in het geheugen aanwezig, maar is onbereikbaar. Een argument hiervoor is het onderscheid tussen herkenning en reproductie. Zo zijn veel docenten tegenstander van het gebruik van meerkeuzetoetsen, omdat deze toetsen slechts herkenning meten en niet het vermogen om informatie te reproduceren. Impliciet zegt men hiermee dat de noodzakelijke informatie wel in het geheugen aanwezig is - anders was herkennen onmogelijk - maar dat deze niet direct oproepbaar is. Dit verschijnsel is experimenteel aangetoond. Mandler vond bijvoorbeeld dat, wanneer proefpersonen een lijst met 100 woorden kregen voorgelegd, zij daarvan gemiddeld 38% konden reproduceren, maar 96% correct konden herkennen in een tweede lijst waarin dezelfde woorden willekeurig tussen andere woorden waren geplaatst.¹²

De werkelijkheid blijkt echter niet zo een-

voudig te zijn. Er bestaan ook aanwijzingen voor een omgekeerd verband tussen herkenning en reproductie. Een voorbeeld hiervan is het verschijnsel dat men zeer bekende, frequent voorkomende woorden zoals 'read' en 'horse' gemakkelijker reproduceert, maar minder gemakkelijk herkent dan ongewone woorden zoals 'reed' en 'hoarse'. Het blijkt ook mogelijk om in experimenten het succes bij herkenning en reproductie om te keren door de testcondities te wijzigen.¹³ Hoewel beide processen aantoonbaar van elkaar verschillen, moet in dit kader toch ook opgemerkt worden, dat beide zo hoog met elkaar correleren dat de keus voor een toetsmethode (meerkeuze- of open vragen) niet zonder meer afgeleid kan worden uit het onderscheid tussen herkenning en reproductie. In tegenstelling tot het computergeheugen wordt het menselijk geheugen door veel factoren beïnvloed. De sterkste invloed gaat waarschijnlijk uit van de betekenis die we aan een stimulus toekennen. Een tweede factor is context-specificiteit of situatie-gebondenheid: de overeenkomst tussen de situatie op het moment van leren en de situatie op het moment van toetsing. Een derde, uitvoerig omschreven kenmerk is de 'processing specificity': het verschijnsel dat de manier waarop men iets leert van belang is voor de wijze waarop men de informatie later kan reproduceren.¹⁴

De invloed van de betekenis van woorden

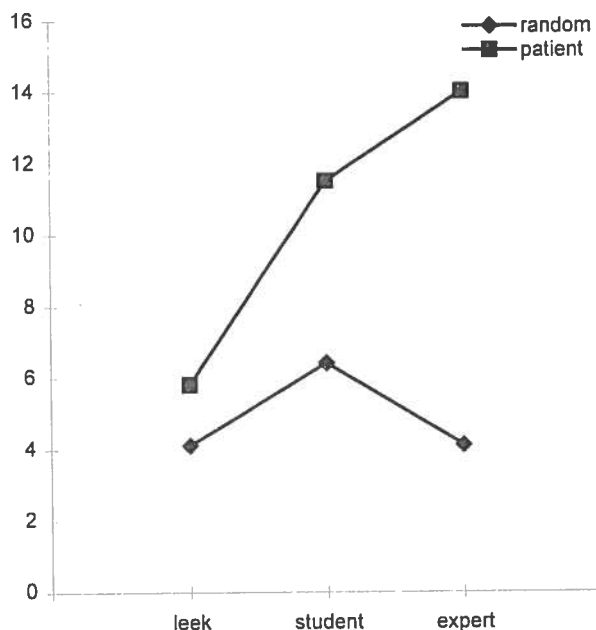
Hoewel wij, als docent, geneigd zijn te denken dat het van buiten leren van stof gewoonlijk dom stampwerk is, blijkt de betekenis die woorden hebben vaak erg belangrijk te zijn voor het onthouden. Neem bijvoorbeeld de volgende twee reeksen woorden:

- Jantje zag eens pruimen hangen, oh als eieren zo groot.
- Hangen eieren groot Jantje als oh pruimen eens zag zo.

Het zal duidelijk zijn dat de eerste zin, waarin

de woorden op een betekenisvolle wijze zijn geordend, veel gemakkelijker te onthouden en te reproduceren is dan de tweede. Door de woordvolgorde te wijzigen is de tweede zin betekenisloos geworden. De betekenis wordt echter niet uitsluitend bepaald door het leer-materiaal. Het gaat om een interactie tussen materiaal en leerling. Beide woordenreeksen in het voorbeeld zijn even betekenisloos voor iemand die geen Nederlands verstaat. Zo kan men in één en hetzelfde wetenschappelijk artikel teksten tegenkomen over pathofysiologische verklaringen die voor een statisticus onbegrijpelijk zijn, en zinnen over statistiek die de clinicus niets zeggen.

Om expert in een vakgebied te worden komt het er vooral op aan dat men de betekenis van de vakspecifieke gegevens begrijpt. Dankzij dit begrip kan een expert veel meer onthouden dan een beginner wanneer hij of zij geconfronteerd wordt met materiaal over het specialistische onderwerp. Dit is het eerst aangetoond bij schakers, maar daarna herhaaldelijk bevestigd op andere terreinen, waaronder de geneeskunde.¹⁵ In een onderzoek legden wij aan leken, studenten en experts enkele patiëntencasus voor die bestonden uit een korte klinische beschrijving, gevolgd door twintig laboratoriumwaarden (serum, urine en bloedgassen).¹⁶ Het aantal waarden dat de proefpersonen achteraf correct konden reproduceren is aangegeven in figuur 1 (bovenste lijn). Hoe speelt de expert dit klaar? Eén hypothese is dat experts gewoon een beter geheugen hebben dan beginners. Het verwerven van expertise zou dan rechtstreeks te maken hebben met de ontwikkeling van effectievere strategieën om informatie op te slaan. Terwijl men al eeuwen lang dergelijke algemene leerstrategieën toepast om leerstof gemakkelijker in te prenten, laat een eenvoudige proef zien dat deze geen rol spelen bij experts. Als de oorspronkelijke stimulus namelijk werd vervangen door een willekeurige figuur (bij schakers werden de stukken willekeurig over het bord verspreid; bij nefrologen



Figuur 1. Aantal gegevens onthouden door leken, studenten en experts, die van een patiënt afkomstig waren of random waren gekozen

werden de labwaarden vervangen door willekeurige getallen) verdween de voorsprong van de experts. Chase en Simon toonden aan dat de experts hun succes bereikten door de informatie te bundelen in betekenisvolle groepen, waardoor de geheugenbelasting kleiner wordt.¹⁵ Wanneer ervaren nefrologen een lijst voorgelegd kregen met bestaande uitslagen, maar in een willekeurige volgorde, gingen zij actief zoeken naar bij elkaar passende waarden, zoals serum electrolyten, om de gegevens opnieuw in een zinvol verband te plaatsen. Wanneer de experts een protocol kregen voorgelegd waarin de data in willekeurige volgorde waren vermeld, zetten zij de gegevens om in betekenisvolle eenheden, zoals de bloedgassen, terwijl beginners dit niet deden. Ook bij de reproductie noemden de experts de waarden in betekenisvolle clusters.

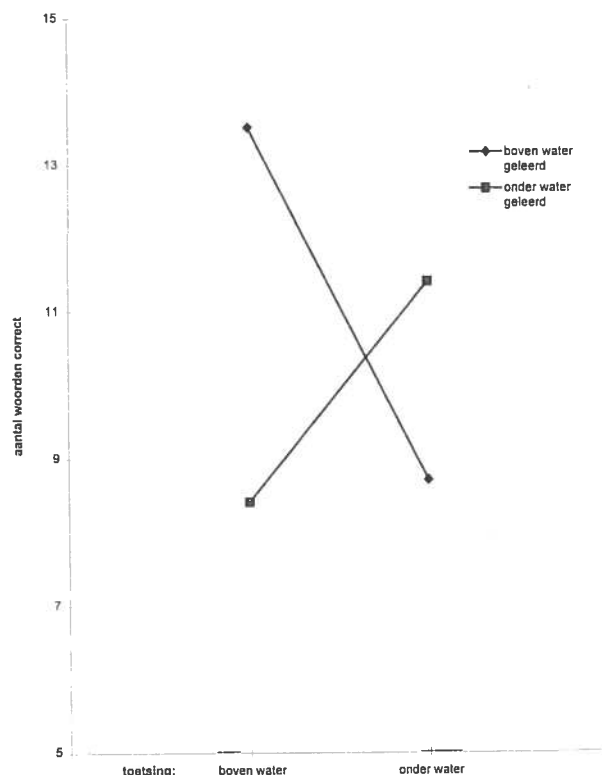
In een leersituatie is het echter veel moeilijker om het voorgelegde materiaal zinvol te ordenen, omdat het meestal gaat om nieuwe begrippen.

Het leerproces zelf bestaat uit het proberen te begrijpen van die nieuwe begrippen.

Coderingsspecificiteit

Wanneer een computer informatie op een schijf opslaat, geschiedt dit zeer nauwkeurig, maar er wordt weinig gelet op de wijze van organisatie. Het bestand wordt vaak in stukken gesplitst die elk op heel verschillende plaatsen van de schijf worden opgeslagen (onheilspellend 'disk fragmentation' genoemd). Dit levert de computer geen enkel probleem op bij het terugvinden van de gegevens. Voor de computer maakt het niet uit waar de gegevens precies staan opgeslagen. Zolang de computer beschikt over een lijst met localisaties, wordt het volledige bestand foutloos gereproduceerd. Nog indrukwekkender is, dat de computer systematisch alle files kan aflopen en moeiteloos overal de gezochte informatie kan terugvinden als de gebruiker wil weten in welke bestanden een bepaald woord voorkomt. Mensen zijn daarentegen uitgesproken slecht in het terugvinden van informatie op zo'n globale, inhoudsloze manier. Maar als een mens de juiste aanwijzingen krijgt, bijvoorbeeld het wijsje van een lied, dan kan hij informatie, bijvoorbeeld de bijbehorende versregel, terugvinden met een snelheid en efficiency die een computer jaloers zouden maken. Het verschil ligt hierin, dat de waarschijnlijkheid dat informatie in het geheugen teruggevonden wordt en de efficiency waarmee dat gebeurt bij de mens bepaald worden door de overeenkomst tussen de condities van 'coderen' en de condities van 'terugzoeken'. Dit principe heet 'Encoding Specificity' (te vertalen als coderingsspecificiteit) en doet zich in verschillende vormen voor.¹⁷

Eén manifestatie van coderingsspecificiteit is het verschijnsel van context-specificiteit. Iedereen kent de ervaring dat je de kamer uitloopt om iets te doen en halverwege de gang opeens merkt dat je niet meer weet waar je



Figuur 2. Aantal correct geproduceerde woorden die onder of boven water geleerd waren en later onder of boven water werden getoetst (naar Godden en Baddeley)

eigenlijk heen op weg bent. Als je het dan, na enkele pogingen om te bedenken wat je van plan was, uiteindelijk opgeeft en teruggaat naar de kamer, weet je het opeens weer. De omgeving van je kamer heeft een sterke invloed op het geheugen. Het verschijnsel situatie-gebondenheid is bekend uit de cognitieve literatuur. In een klassiek onderzoek bij duikers van de Royal Navy werden woorden die aan land geleerd waren beter gereproduceerd aan land dan onder water en omgekeerd (figuur 2).¹⁸

Soortgelijke effecten zijn aangetoond bij leerlingen, waarbij het lokaal waarin de stof werd geleerd en het lokaal waarin de stof werd getoetst verwisseld werden.¹⁹ De situatiegebondenheid is niet beperkt tot de ruimtelijke en externe omgeving. Ook de 'lichamelijke of mentale toestand' waarin de leerling zich be-

vindt is van belang. Een van de meest opmerkelijke demonstraties hiervan is een experiment waarin de 'toestand' bepaald werd door het roken van gewone of marihuana sigaretten.²⁰ Hetzelfde kruiselingse patroon werd daar gevonden als bij de duikers van de Royal Navy.

Een tweede manifestatie van coderingsspecificiteit is de 'processing-specificity', de gebondenheid aan de wijze waarop iets is aangeleerd. De wijze waarop iemand informatie opneemt, bepaalt sterk hoe die informatie kan worden teruggehaald. Hoe sterk dit een rol speelt kan worden geïllustreerd aan de volgorde waarin iets is aangeleerd. Zo is het moeilijk om het alfabet achterstevoren op te zeggen, of de namen van de maanden in alfabetische volgorde te noemen. De informatie is duidelijk aanwezig en gemakkelijk terug te vinden, maar men kan zich die alleen in een bepaalde volgorde herinneren. Eerder hebben we vermeld dat reproductie soms gemakkelijker is dan herkenning. Dit doet zich voor wanneer men wordt getraind voor het reproducere van informatie, waardoor men minder goed presteert bij herkenningsopgaven. In een vergelijkbare onderzoeksoepzet lieten Jacoby en Dallas deelnemers aan een onderzoek een aantal woorden lezen en een aantal woorden zelf produceren volgens een bepaalde formule.²¹ Bijvoorbeeld: "het tegenovergestelde van heet is...". Zij vonden dat men de woorden die men zelf had geproduceerd nauwkeuriger kon reproducere dan de gelezen woorden. De gelezen woorden kon men later echter sneller herkennen. Het effect van coderingsspecificiteit is in het medisch onderwijs niet expliciet onderzocht. Er zijn echter enkele onderzoeken over andere onderwerpen waarvan de resultaten beschouwd kunnen worden als steun voor het bestaan van coderingsspecificiteit. Hassebroek vroeg artsen om hun laatste geval van ventrikel septum defect te reproducere.²² Gemiddeld was dit 5,4 jaar geleden. De artsen herinnerden zich meer details van hun eigen

activiteiten in die periode en van de patiënt en diens familie dan medische gegevens.

Een ander onderzoek, van Van Rossum, had tot doel de invloed van voorafgaande voorbeelden op klinisch redeneren aan te tonen. Medisch studenten werden at random ingedeeld bij twee verschillende patiëntdemonstraties. Vervolgens werden alle studenten getoetst met schriftelijke gevalsbeschrijvingen waarin de contextuele informatie (leeftijd, beroep, omstandigheden) overeenkwam met die van de patiënt die zij gezien hadden. Soms was de diagnose dezelfde als bij hun eigen patiënt, andere keren betrof het een andere diagnose. Studenten waren geneigd om de diagnose te stellen die overeenkwam met de diagnose bij de patiënt die zij gezien hadden, ook al ging het in de gevalsbeschrijving om een andere diagnose. De resultaten van deze onderzoeken wijzen erop dat irrelevante gegevens samen met de relevante informatie worden opgeslagen. In het onderzoek van Hassebroek vergemakkelijkte de genoemde diagnose de reproductie van zowel relevante als irrelevante informatie. In het onderzoek van Van Rossum vergemakkelijkte de irrelevante informatie de reproductie van de 'oude' diagnose, of deze nu juist was of niet.

Implicaties voor het onderwijs

Indien men de kans wil vergroten dat de student zich het geleerde in de toekomst herinnert, moet het onderwijs zich richten op twee zaken: het vergroten van de betekenis die de informatie voor de student heeft en het verkleinen van de afhankelijkheid van de toevallige context. Nieuwe informatie heeft alleen betekenis in het licht van voorgaande ervaringen, zodat wij de betekenis van nieuwe informatie kunnen vergroten door zoveel mogelijk relevante voorkennis te activeren of op te roepen. Deze benadering is in het medisch onderwijs getoetst door Schmidt et al.²³⁻²⁵ Zij lieten studenten in groepen gedurende bepaalde tijd over een pro-

bleem discussiëren. Daarna kregen de studenten een tekst voorgelegd met nieuwe informatie. Sommige groepen hadden een probleem besproken dat betrekking had op deze tekst, in andere groepen stond het probleem los van de tekst. De groepen die een relevant probleem hadden besproken, onthielden significant meer informatie uit de tekst. De onderzoekers geven als verklaring dat de discussie de aanwezige voorkennis heeft geactiveerd en verdiept, wat vervolgens het opnemen, begrijpen en onthouden van de tekst vergemakkelijkte. Omdat de groepen die de irrelevante problemen bediscussieerden voorkennis activeerden die niet relevant was voor de daarna voorgelegde tekst, hadden zij geen voordeel van de hier toegepaste onderwijsmethode. Deze verklaring wordt ondersteund door een experiment waarin proefpersonen moesten discussiëren over een probleem dat zij moesten oplossen met kennis die zij enkele jaren tevoren hadden opgedaan. Zij werden vergeleken met proefpersonen die een neutraal probleem moesten bespreken. Gevraagd om de vroeger opgedane kennis te reproduceren, bleken de groepen die het relevante probleem hadden bediscussieerd meer te kunnen reproduceren van de vroeger opgedane kennis dan de controlegroepen. Dit suggereert dat het bediscussiëren van problemen inderdaad voorkennis activeert, zowel recente als die van lang geleden. Deze voorkennis wordt verbreed en verdiept en vervolgens gebruikt bij het verwerken van nieuwe informatie.

Er zijn twee strategieën om rekening te houden met deze coderingsspecificiteit. De eerste is bewust trachten de positieve invloed van omgevingsfactoren zo groot mogelijk te maken door de leeromgeving zoveel mogelijk in overeenstemming te brengen met de omgeving waarin de kennis moet worden toegepast. Dit zou een reden kunnen zijn - als hiervoor al een reden nodig is - om het onderwijs te laten plaatsvinden in een medische omgeving, zoals een huisartspraktijk of een ziekenhuis. Het loont de moeite om ons voortdurend af te

blijven vragen hoe we de overeenkomst tussen leeromgeving en klinische omgeving kunnen verbeteren.

Vanuit een andere hoek, namelijk vanuit slechte ervaringen met het toetsen van feitenkennis los van de leeromgeving, brengt Anderson een omgekeerd argument naar voren: kennis die sterk contextgebonden is, heeft uiteindelijk weinig waarde.²⁶ Dit leidt tot een alternatieve strategie: proberen de nieuwe kennis te 'elaboreren'. Elaboreren is een proces waarbij men een kennisfragment in een bredere context plaatst. Dit kan gebeuren in de vorm van een discussie, door het stellen en beantwoorden van vragen, of door te trachten de kennis toe te passen op andere vraagstukken. Door op deze manier actief met de kennis bezig te zijn verbreedt men de context waarin de kennis toepasbaar is en de manieren waarop de kennis geactiveerd wordt. Het is dus niet verwonderlijk dat het elaboreren van kennis waarschijnlijk leidt tot beschikbaarheid in een veel breder scala aan omstandigheden.

Transfer van begrippen

In de preklinische jaren worden de basisbegrippen uit de biomedische wetenschappen onderwezen in de impliciete hoop dat deze belangrijke begrippen later beschikbaar zullen zijn en gebruikt kunnen worden bij het oplossen van patiëntproblemen. Het gaat daarbij om transfer, de mate waarin een begrip of principe dat in de ene context is geleerd, overgedragen en toegepast kan worden op een nieuw probleem, dat er misschien anders uitziet, maar toch dezelfde oplossingsstrategie vereist. Inmiddels gelooft geen enkele psycholoog meer dat de kennis die men verwerft naar een breed terrein overdraagbaar is, maar in de laatste twee decennia is aan het licht gekomen dat ook overdracht naar analoge vraagstukken veel beperkter is dan zelfs de grootste pessimist vreesde.²⁷⁻²⁹ Een aantal onderzoeken naar probleemoplossen heeft aangetoond dat elke verandering in de vorm van

een probleem of de omstandigheden waarin men een probleem tegenkomt, de transfer belemmert, zodat de probleemoplosser de overeenkomst met het oorspronkelijke begrip niet herkent en de analogie niet opmerkt. In het licht van de hierboven besproken coderingsspecificiteit is dit niet verbazingwekkend, maar de uiterst beperkte mate van overdracht die gewoonlijk wordt gevonden, is teleurstellend. Het is van belang om hier dieper op in te gaan.

Eén van de klassieke problemen die men gebruikt in dit onderzoeksveld, betreft het richten van röntgenstralen vanuit verschillende richtingen op een tumor om te zorgen dat de straling die de tumor bereikt voldoende hoog is, zonder dat het omliggende weefsel beschadigd wordt.³⁰ In een typisch experiment krijgen de proefpersonen een analoge situatie onder ogen, waarin een generaal een fort moet innemen door kleine groepjes soldaten langs verschillende wegen naar het fort te sturen en gelijktijdig de aanval te laten inzetten. Als de proefpersonen te horen krijgen dat dit een analogoog probleem is, slaagt de transfer. Maar zelfs als de onderzoeker het onderliggende principe expliciet uitlegt en schetsen maakt, is er geen transfer; transfer treedt alleen op als de analogie expliciet wordt genoemd. Het aanbieden van meerdere, analoge problemen in een leersituatie lijkt de transfer te verbeteren, maar alleen als de proefpersonen de opgaven op specifieke punten met elkaar vergelijken.³¹ Maar zelfs na een uur bezig geweest te zijn met dergelijke vergelijkingen, was slechts de helft van de deelnemers in staat een nieuw probleem op te lossen.

Tot nu toe hebben onderzoekers weinig aandacht besteed aan de gedachte dat de taakopvatting of leerintentie ook deel uitmaakt van de leersituatie. Dit houdt in dat men, om te zorgen dat transfer optreedt, de informatie moet opslaan op een wijze die overeenkomt met de intentie waarmee men een nieuw probleem zal benaderen. In nagenoeg alle genoemde experimenten kregen de proefperso-

nen de opdracht om de inhoud van de voorbeelden te bestuderen (bijvoorbeeld door later te vragen wat men zich van de tekst herinnerde), maar niet om het probleem op te lossen. In een recente reeks experimenten vergeleken Nedhan en Begg twee groepen vrijwilligers.³² Alle deelnemers werkten aan een reeks van vijf problemen, hetzij om ze te op te lossen, hetzij om ze te onthouden. Vervolgens kregen zij van de proefleider uitleg over de onderliggende principes. De resultaten laten zien dat deelnemers die als taak hadden gekregen de problemen op te lossen en vervolgens feedback kregen, in 90% van de gevallen het geleerde konden overdragen op een nieuw probleem, tegenover 60% bij diegenen die tot taak hadden het probleem van buiten te leren. Overigens bleken de deelnemers in de 'geheugen'-groep de nieuwe problemen weliswaar minder vaak te kunnen oplossen, maar zij onthielden meer van de oorspronkelijke problemen dan de deelnemers met de oplossingstaak. De beperkte transfer naar nieuwe problemen in de 'geheugen'-groep was dus geen gevolg van minder inspanning tijdens het werken met de oorspronkelijk vraagstukken. Dat de 'oplos'-groep het geleerde zo effectief kon overdragen, had waarschijnlijk meer te maken met de overeenkomst in taakopvatting tussen de trainingssituatie en de testsituatie.

Implicaties voor het onderwijs

Het opmerkelijke verschil tussen de uitkomsten van het onderzoek van Needhan en Begg en eerder onderzoek heeft belangrijke implicaties voor het leerproces. Het vermogen om het geleerde op een nieuw vraagstuk over te dragen hangt voor een deel af van de overeenkomst tussen de taak die men zichzelf stelt in de leersituatie en de toepassingssituatie. Het krachtigste bewijs hiervoor is de uitkomst dat er een *omgekeerd* verband is gevonden tussen het reproduceren van de oplossing van een probleem en het vermogen deze toe te passen

in een nieuwe situatie. Een kritische voorwaarde voor een geslaagde transfer van het geleerde tijdens een probleem-oplossessie is het feit dat het probleem benaderd moet worden vanuit de intentie om een oplossing te vinden.

Er bestaat een onderwijsvorm waarop deze implicatie bijzonder van toepassing is, hoewel de analogie niet direct in het oog springt. Het gebeurt dikwijls dat studenten een nieuw begrip moeten leren en dat de instructie wordt aangevuld met een practicum waarin de begrippen moeten worden toegepast. Het onderwijs is echter meestal zo ingericht dat alle vraagstukken die de studenten krijgen voorgelegd, opgelost kunnen worden met het zojuist geleerde principe. Op deze manier ervaart de student hoe een nieuw begrip toepasbaar is op een aantal verschillende onderwerpen, maar doet geen ervaring op met onderzoeken of het begrip wel van toepassing is op het voorliggende vraagstuk. Wanneer de student daarentegen in een test of in de kliniek een probleem krijgt voorgelegd, kan op dit probleem een gigantische reeks begrippen worden losgelaten en wordt er van de student verwacht dat hij kan uitmaken welk concept relevant is voor het actuele vraagstuk. Als wij willen bereiken dat de student in de kliniek in staat is het juiste begrip te kiezen, moeten we de studenten oefening geven in het kiezen van het juiste begrip tijdens de training.

Begripsvorming, categoriseren en patroonherkenning

Essentieel voor de clinicus is het kunnen categoriseren, dat wil zeggen het bepalen, op basis van symptomen en gegevens van de patiënt, tot welke diagnose-categorie het probleem van de patiënt behoort. De diagnose is vervolgens de basis voor de in te stellen behandeling. Voor de cognitieve psychologie gaat het hier om de vraag hoe de clinicus de beslissing neemt om het probleem in een bepaalde categorie onder te brengen. Het onderzoek naar het klinisch

redeneren, gericht op de wijze waarop een diagnose tot stand komt, is nu meer dan twee decennia oud en kent een grote verscheidenheid aan benaderingen, variërend van statistisch tot semiotisch.^{33 9} Het merendeel van de onderzoekers neemt aan dat klinisch beslissen een beredeneerd proces is, waarin men gegevens over de patiënt verzamelt en die vervolgens gebruikt in een diagnostische beslisseregels. Bijvoorbeeld: “als de patiënt klaagt over drukkende pijn op de borst die uitstraalt naar de linkerarm, dan gaat het waarschijnlijk om een hartaanval”. Hoewel dit een voor de hand liggende manier van redeneren lijkt in sommige omstandigheden, heeft onderzoek op dit gebied enkele andere wegen aan het licht gebracht waarmee hetzelfde doel bereikt wordt.

In het kader van deze bespreking gaan we ervan uit dat het stellen van een diagnose waarschijnlijk analoog verloopt aan veel vaststellingen in het dagelijks leven, zoals de constatering dat het meisje dat daar aan komt je dochter is, dat het dier met vier poten aan de overkant een hond is, en de auto die langs scheurt een Porsche (weliswaar zijn dit voorbeelden van categoriseren waarin steeds visuele prikkels een rol spelen, maar dat geldt ook in hoge mate voor specialismen als dermatologie, radiologie en pathologie).

Het mechanisme waarlangs deze alledaagse constatering tot stand komen kunnen we beschrijven zoals het klinisch redeneren wordt beschreven: “als het flaporen heeft, blaft en met zijn staart kwispelt is het hoogstwaarschijnlijk een hond”.

In de laatste dertig jaar heeft een aantal psychologen zich gebogen over de vraag hoe mensen deze wijze van categoriseren leren. De eerste opvattingen over het proces van ‘begripsvorming’ (‘concept formation’) waren meer van filosofische dan van psychologische aard.³⁴ Er werd vooral gezocht naar een logisch verband tussen kenmerken op grond waarvan verschillende categorieën te vormen waren. Zo bestaat het begrip ‘vogel’ uit de volgende com-

ponenten: kan vliegen, heeft vleugels en twee poten, en legt eieren. Jammer genoeg kunnen struisvogels en pinguïns niet vliegen, hebben vleermuizen vleugels, leggen krokodillen eieren en hebben mensen ook twee benen. Het werd duidelijk dat natuurlijke categorieën moeilijk te vatten waren in logische relaties. Zij ontstaan eerder uit een soort 'familie-achtige gelijkenis'. Sommige leden van de klasse 'vogels', bijvoorbeeld het roodborstje, zijn beter geschikt als prototype dan andere. Dat wil zeggen dat zij meer kenmerken bezitten van de eigen categorie en minder van de andere. De pinguïn en de struisvogel zijn minder typisch. Uitgebreid onderzoek vanuit deze prototype-theorie heeft aangetoond dat men bij een geheugenexperiment vooral namen noemt van prototypische leden van een categorie. Deze vindt men ook meer kenmerkend voor de groep en zij worden ook sneller herkend.³⁵ Er is onderzoek in de geneeskunde waarin soortgelijke uitkomsten zijn gevonden voor medische categorieën. Diabetes, bijvoorbeeld, is een prototypisch voorbeeld van endocriene afwijkingen en bezit alle kenmerken daarvan.³⁶

In de prototype-theorie wordt uit individuele exemplaren op een of andere manier een prototype of een reeks prototypen geabstraheerd die meer of minder typisch zijn voor de groep en waarbij de individuele kenmerken van de exemplaren verloren gaan. Als men dan een nieuw exemplaar uit die categorie tegenkomt, worden de kenmerken van dit nieuwe exemplaar vergeleken met prototypes uit verschillende klassen. Naar aanleiding hiervan besluit men tot welke klasse het nieuwe exemplaar behoort. Dit model is waarschijnlijk bruikbaar voor de mechanismen die optreden bij een diagnostisch onderzoek, zoals een tractsanamnese en een systematisch lichamelijk onderzoek om een hypothese te bevestigen of te weerleggen.^{7 8} Maar het is de vraag of dit model ook bruikbaar is als verklaring voor het vroegtijdig genereren van hypothesen. Dit geschiedt op geleide van een zeer beperkte hoe-

veelheid informatie en meestal min of meer spontaan. Het is mogelijk dat wij deze mechanismen zo vaak toegepast hebben dat zij automatisch verlopen en ontoegankelijk zijn geworden voor introspectie. We bedenken dikwijls een hypothese over de klasse waartoe een verschijnsel behoort zonder dat wij ons ervan bewust zijn dat we afzonderlijke kenmerken een voor een vergelijken. Wij zijn in staat honden en katten ogenblikkelijk te herkennen, lang voordat zij blaffen of kwispelen. Het is een hond want hij lijkt op een hond... punt uit. Ervaren klinici hebben dezelfde ervaring: Deze patiënt heeft waarschijnlijk astma. Waarom? Nou, omdat patiënten die er zo uitzien gewoonlijk astma hebben.

Om deze observaties te kunnen verklaren hebben sommige psychologen de gedachte geopperd dat categorisering zou plaatsvinden via een heel ander mechanisme.³⁷ De individuele waarnemingen waaruit de ervaring wordt opgebouwd zouden niet geabstraheerd worden opgeslagen in een reeks prototypes, maar juist als afzonderlijke beelden die direct beschikbaar zijn als de juiste reeks kritische gegevens aanwezig is. Wanneer wij zeggen: 'het is een hond, want het lijkt op een hond', zeggen wij eigenlijk dat het een hond is omdat hij lijkt op Casper, de golden retriever van tante Sally. Men kan dit op eenvoudige wijze demonstreren door aan een autokenner van middelbare leeftijd te vragen zich een Dafje uit de jaren zestig voor te stellen. Als je dan vraagt naar de kleur, dan komt die meteen. De eerste Dafjes zijn uitermate geschikt voor prototyping omdat er weinig variatie is in de eerste prototypes. En als dit prototype een kleur zou hebben, dan zou het een grijs, bruinachtig grijs zijn, want dat krijg je als je alle bestaande kleuren door elkaar mengt. Maar dat antwoord wordt meestal niet gegeven. Hij is rood of wit of lichtgroen of wat dan ook. En bij verder navragen blijkt dat hij toebehoort aan die man uit de straat, of je broer of iemand anders. Kortom, als men mensen vraagt zich de categorie 'de eerste

Dafjes' voor te stellen, vallen zij bijna altijd terug op een enkel voorbeeld uit de categorie.

Experimenten waarin met materiaal werd gewerkt dat de deelnemers nog niet kenden, hebben aangetoond dat voorafgaande voorbeelden uit dezelfde klasse als nuttige geheugensteun kunnen dienen.³⁸ Ook bleek gelijkenis met reeds bekende voorbeelden een belangrijke invloed te hebben, zonder dat de deelnemers zich daarvan bewust waren. Met deze gegevens in het achterhoofd is het begrijpelijk dat mensen de invloed van gelijkenis onderschatten en hun reacties omschrijven als 'automatisme' of 'intuïtie' of 'onbewust probleemoplossen'.

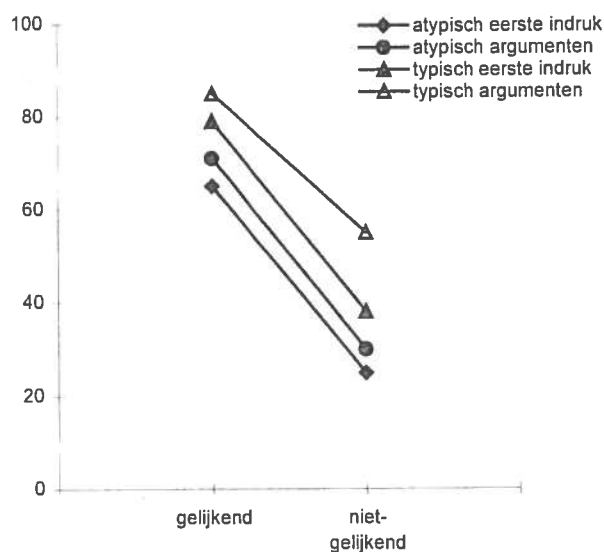
In de geneeskunde zijn er aanwijzingen gevonden voor de invloed van deze gelijkenis in onderzoek bij dermatologen, waarbij voorafgaande ervaringen van de proefpersonen rechtstreeks konden worden beïnvloed.³⁹ Eerst werd het effect van gelijkenis onderzocht met een fraaie onderzoeksopzet in twee fasen, beide bestaande uit een serie dermatologische dia's, gevolgd door een test. Hieruit bleek dat de training in de eerste fase alleen leereffect sorteerte voor beelden in de tweede fase die gelijkenis vertoonden met beelden uit de eerste fase in eenzelfde categorie. In een vergelijkbare vervolgstudie werden in beide fasen verschillende instructies gegeven. In de eerste fase werd nadrukkelijk gevraagd naar de eerste indruk (naar een niet-analytische, perceptuele vaardigheid), in de tweede fase werd gevraagd om voorafgaand aan de beslissing de verschillende afwegingen te beargumenteren (gericht op de analytische fase in het denkproces). In de eerste fase werden de meeste dia's correct herkend, wat een aanwijzing is voor het belang van snelle, perceptuele informatieverwerking. In de tweede fase werden nu meer dia's correct herkend die geen gelijkenis vertoonden met dia's uit de eerste fase, zonder dat dit ten koste ging van de nauwkeurigheid waarmee welgelijkende dia's werden herkend.

Een soortgelijk onderzoek werd uitgevoerd

bij medisch studenten en assistenten.⁴⁰ In dit onderzoek werd een percentage correcte diagnoses van 89% gevonden als afbeeldingen in de test leken op afbeeldingen die tijdens de instructie twee weken tevoren als voorbeelden uit dezelfde diagnostische categorie waren getoond, terwijl dit slechts 42% bedroeg bij afbeeldingen waarvan eerst voorbeelden uit een andere categorie waren gezien.

Hoewel het geciteerde onderzoek de invloed van de voorafgaande informatieverwerking op diagnostiek aantoont, mag men hieruit niet concluderen dat diagnostiek op grond van algemene prototypen niet voorkomt. Tot op zekere hoogte is dit wel degelijk het geval. Medische handboeken zijn immers compendia gevuld met prototypen van ziekten. Verder hebben wij al aangegeven dat het systematisch zoeken naar gegevens in de deductieve fase van het hypothetico-deductieve redeneerproces hoogstwaarschijnlijk zeer analytisch geschiedt en zeer goed ook opgevat kan worden als het systematisch vergelijken van kenmerken van de patiënt met bestaande prototypen. Hiermee willen wij vooral zeggen dat beide vormen van probleemoplossen beschikbaar zijn en onder verschillende omstandigheden toegepast worden.

In een recent onderzoek bij dermatologen is geprobeerd na te gaan welk verband er bestaat tussen verschillende leerinstructies en de relatieve bijdrage in het klinisch redeneren van de niet-analytische, op casuïstiek gebaseerde wijze van informatieverwerking en de analytische, op vergelijking van aanwezige kenmerken gebaseerde benadering. Er werden vier diaserieën samengesteld waarbij rekening werd gehouden met enerzijds typische of atypische kenmerken en anderzijds gelijksoortige of ongelijksoortige kenmerken. Er was dus een typische-gelijksoortige, een typische-ongelijksoortige, een atypische-gelijksoortige en een atypische-ongelijksoortige reeks. Assistenten werden getraind op een dia uit elke reeks en getest met de overige. Daarbij werden verschil-



Figuur 3. Percentage juiste antwoorden afhankelijk van instructie en overeenkomst van typische of gelijkende kenmerken

lende opdrachten gegeven. Men moest een dia-gnose stellen ofwel (a) op grond van de eerste indruk of (b) na het geven van argumenten voor verschillende alternatieven. De resultaten in figuur 3 laten zien dat de dia's met gelijksoortige kenmerken systematisch juist werden beoordeeld dan de overige, waarbij het verschil opliep tot 40%, onafhankelijk van de opdracht.

Dia's met typische kenmerken werden in ongeveer 15% van de gevallen vaker correct gediagnostiseerd en dit vertoonde een interactie met de gegeven opdracht. Deze uitkomsten tonen duidelijk aan welke centrale rol overeenkomsten met voorgaande gevallen spelen in de diagnostiek bij dermatologie.

Implicaties voor het onderwijs

Of de invloed van de gekozen voorbeelden tijdens het leerproces op latere prestaties ook een rol speelt op andere gebieden van de geneeskunde moet nog worden aangetoond. Los hiervan laten de bewijzen op het gebied van de dermatologie zien dat het fenomeen bestaat.

Het verschaft ons ook een psychologische basis voor onze intuïtie als consument in de gezondheidszorg dat ervaring na de opleiding van cruciaal belang is om expert op een gebied te worden. Het dwingt ons als opleiders tot een kritischer toetsing van de relatieve bijdrage van analytische boekenwijsheid enerzijds en ervaringskennis anderzijds aan het opbouwen van expertise. Deze onderzoeken laten zien dat ervaring met casuïstiek niet zozeer beschouwd moet worden als een gelegenheid om de stof 'op het eind van het hoofdstuk' nog eens toe te passen en te oefenen. Het opdoen van ervaring aan de hand van casuïstiek geeft gelegenheid tot het toepassen van een andere methode van redeneren, die onafhankelijk is van analytische toepassingsregels, maar minstens zo nuttig.

Het blijft een uitdaging om te exploreren in hoeverre wij een onderwijskunde kunnen ontwikkelen die gebaseerd is op ervaring. Hiertoe zou men bijvoorbeeld ervaringen zodanig kunnen structureren dat de effectiviteit van niet-analytisch redeneren maximaal is. Maar het is ook mogelijk dat het eenvoudig een zaak is van zoveel mogelijk voorbeelden zien in de praktijk om medische bekwaamheid te verwerven.

Conclusies

In dit artikel is een overzicht gegeven van de begrippen over menselijke leerprocessen die gangbaar zijn in de cognitieve psychologie, met een uitstapje naar de consequenties hiervan voor de inrichting van het onderwijs. Een algemene conclusie die hieruit getrokken kan worden, is dat ons vermogen denktaken uit te voeren allereerst afhankelijk is van ons vermogen om gegevens in het geheugen terug te vinden. Vervolgens blijken er factoren te zijn die het succes van deze mentale activiteit bepalen, gerelateerd aan - globaal gesproken - de mate van overeenkomst tussen de situatie waarin de kennis oorspronkelijk is opgedaan en de situatie waarin de kennis moet worden gereproduceerd. Wij zijn niet uitvoerig inge-

gaan op de literatuur over cognitieve psychologie en daarom ontbreken er veel belangrijke onderwerpen. Er bestaat bijvoorbeeld veel literatuur over heuristieken en vooroordeel bij de wijze waarop mensen informatie verwerken die direct van belang zijn voor een klinisch oordeel. Niettemin heeft de aandacht voor onderwijs, leerprocessen en het geheugen een aantal inzichten opgeleverd over de redenen waarom wij falen in het terugvinden van informatie en alternatieve strategieën die wij als docent kunnen toepassen om de reproductie van kennis te vergemakkelijken.

Wij zijn begonnen vanuit het perspectief dat onderwijskunde en psychologie te lang naast elkaar hebben gewerkt. Een belangrijk gevolg hiervan is dat veel van de implicaties uit de bestaande psychologische literatuur vooralsnog beschouwd moeten worden als hypothesen zonder empirisch bewijs. Het is duidelijk dat het samenbrengen van deze twee disciplines zal leiden tot vruchtbare lijnen voor onderzoek van onderwijs.

Literatuur

1. Watson J. Behaviorism. New York: Norton, 1930.
2. Vleuten CPM van der, Norman GR, Graaff ED de. Pitfalls in the pursuit of objectivity I: issues of reliability. *Med Educ* 1991;25:110-8.
3. Newell A, Simon HA. Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1972.
4. Neisser U. Cognitive psychology. New York: Appleton, 1967.
5. Simon HA. The sciences of the artificial. Cambridge, MA: MIT Press, 1969.
6. Miller J. The body in question. London: Cape, 1978.
7. Elstein AS, Shulman LS, Sprafka SA. Medical problem solving: an analysis of clinical reasoning. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
8. Barrows HS, Norman GR, Neufeld VR, Feightner JW. The clinical reasoning process of randomly selected physicians in general medical practice. *Clinical Investigation in Medicine* 1982;49-56.
9. Bordage G, Lenieux M. Semantic structures and diagnostic thinking of experts and novices. *Acad Med* 1991;66 Supp:S70-S72.
10. Patel VL, Groen GJ. Knowledge based solution strategies in medical reasoning. *Cognitive Science* 1986;10:91-116.
11. Patel VL, Groen GJ, Arocha JF. Medical expertise as a function of task difficulty. *Memory and Cognition* 1990;18:394-406.
12. Mandler G, Pearlstone Z, Koopmans HS. Effects of organisation and semantic similarity on recall and recognition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 1969;8:410-23.
13. Tulving E, Thompson DM. Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review* 1973;80:352-73.
14. Frederiksen N. The real test item bias. *American Psychologist* 1984;39:193-202.
15. Chase WG, Simon HA. Perception in chess. *Cognitive Psychology* 1973;4:55-81.
16. Norman GR, Brooks LR, Allen SW. Recall by experts and novices as a record of processing attention. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory and Cognition* 1989;5:1166-74.
17. Tulving E. Elements of episodic memory. Oxford: Oxford University Press, 1993.
18. Godden D, Baddeley AD. Context dependent memory in two natural environments: on land and under water. *British Journal of Psychology* 1975;66:325-31.
19. Smith SM, Glenberg A, Björk RA. Environmental context and human memory. *Memory and Cognition* 1978;6:342-53.
20. Eich J, Weingartner H, Sullivan RC, Gillen JC. State dependent access of retrieval cues in the retention of a categorized list. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour* 1975;14:408-17.
21. Jacoby LL, Dallas M. On the relationship between autobiographical memory and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology. General* 1981;110:306-40.
22. Hasselbrock F, Prietula MJ. Autobiographical memory in medical problem-solving. Presented at the American Education Research Association meeting, 1990.
23. Schmidt HG. Activatie van voorkennis, intrinsieke motivatie en de verwerking van tekst [Proefschrift]. Apeldoorn: Van Walraven, 1982.
24. Schmidt HG. Activatie van voorkennis en tekstverwerking. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie* 1984;39:335-47.
25. Schmidt HG, Grave WS de, Volder ML de, Moust JHC, Patel VL. Explanatory models in the processing of science text: the role of prior knowledge activation through small-group discussion. *Journal of Educational Psychology* 1989;81:610-9.
26. Anderson JR. Cognitive psychology and its implication. San Francisco: Freeman, 1980:212.

27. Gick ML, Holyoak KJ. Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology* 1983;15:1-38.
28. Hayes JR, Simon HA. Psychological differences among problem isomorphs. In: Castellan NJ, Pison DB, Potts GP, editors. *Cognitive theory*, Vol.2. Hillsdale NJ: Erlbaum, 1977:21-41.
29. Gick ML, Holyoak KJ. Analogical problem solving. *Cognitive Psychology* 1980;12:306-55.
30. Duncker K. On problem solving. *Psychological Monographs* 1945;58:270.
31. Catambrone R, Holyoak KJ. Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition* 1990;15:1147-56.
32. Needham DR, Begg IM. Problem oriented training promotes spontaneous analogical transfer: memory oriented training promotes memory for training. *Memory and Cognition* 1991;19:543-57.
33. Wigton RS. The use of linear models to analyze physicians' decisions. *Med Decis Making* 1988;8:241-52.
34. Collins AM, Quillian MR. Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 1969;8:240-7.
35. Rosch E. Natural categories. *Cognitive Psychology* 1973;4:328-49.
36. Bordage G, Zacks R. The structure of medical knowledge in the theories of medical students and general practitioners: categories and prototypes. *Med Educ* 1984;18:406-16.
37. Brooks LR. Decentralized control of categorization. In: Neisser U, editor. *Concepts and conceptual development: ecological and intellectual factors in categorization*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1987:141-74.
38. Brooks LR. Decentralized control of categorization: the role of prior processing episodes. In: Neisser U, editor. *Concepts and conceptual development: ecological and intellectual factors in categorization*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1987.
39. Brooks LR, Allen SW, Norman GR. Rule and instance based inference in medical diagnosis. *Journal of Experimental Psychology. General* 1991;120:278-87.
40. Allen SW, Norman GR, Brook LR. Experimental studies of learning dermatologic diagnosis: the impact of examples. *Teach Learn Med* 1992;4:35-44.

DE AUTEURS

G. Norman is als hoogleraar in de epidemiologie en statistiek verbonden aan de McMaster University in Hamilton te Canada.

G. Regehr is als onderzoeker en docent verbonden aan het Toronto Hospital te Canada.

J.A. Smal is als onderwijskundige verbonden aan de Faculteit der Geneeskunde van de Universiteit Utrecht.

Correspondentie-adres:

G. Norman, Mc Master University Faculty of Health Sciences, Department of Clinical Epidemiology and Biostatistics, 1200 Main Street West, Hamilton, Ontario, L8N 3Z5, Canada.

Dit is een vertaling van het artikel Norman G, Regehr G. Issues in cognitive psychology: implications for professional education. In: *Proceedings of the sixth Ottawa conference on medical education*. Toronto: University of Toronto Bookstore Custom Publishing; 1995; 17-25. Het artikel is ook gepubliceerd in *Academic Medicine* 1996;71:988-1001 en mocht met toestemming hiervan in een Nederlandse vertaling verschijnen.