

## De mythe dat het brein niet belangrijk is voor het leren

Jelle Jolles

*Pim was als zesjarige al een leuk en goedlachs jongetje. Hij was alert, en daarbij ook ondernemend en actief. De meester meldde op de oudergesprekken met een lachje 'dat hij er zijn handen wel vol aan had'. Maar met enige vertedering vertelde hij ook dat het een goed joch was en dat er niks verkeers in schulde. Zijn moeder was daar wel blij mee, want ze had zelf wel eens haar twijfels omdat haar zoon vaak zo nadrukkelijk aanwezig was. En dan al die vragen die hij stelde. Ieder antwoord riep weer een nieuwe vraag op, en hij domineerde zo wel menig gesprek. In de jaren erna bleven zij en haar man wel wat twijfels houden. Was het normaal om je kind zijn huiswerk te overhoren terwijl hij ondersteboven in de hondenmand lag? Was hij nou laat met rekenen en taal, of maakte ze zich te veel zorgen over zijn slechte cijfers? De onderwijzeressen in groep 6 tot en met 8 op de basisschool hadden ook wat twijfels gekregen over de schoolvorderingen. Erg gemotiveerd leek hij hun ook niet.*

*Pim ging naar de middelbare school. Qua interesses en intellectuele mogelijkheden moest hij het op de havo wel kunnen redden, dacht de juf uiteindelijk. De Cito-toets bevestigde haar indruk. De ouders hadden meer vertrouwen in zijn mogelijkheden maar besloten toch al halverwege de eerste klas basisvorming om hem geen Latijn meer te laten volgen. Het was toch ook raar dat hij zoveel moeite kon hebben met het begrijpen van zoiets simpels als 'I, you, he, she, we, you, they', eigenlijk hetzelfde als 'je, tu, il, elle, nous, vous, ils' maar dan in een andere taal. Het feit dat hij alles van dinosauriërs wist en veel van de planeten rond de zon, maakte hen wel wat minder bezorgd. Maar toch hadden ze door dat zijn schoolcarrière niet gekenmerkt zou zijn door rust, evenwichtigheid en voorspelbaarheid. Pim was motorisch goed, sportief, had niet veel maar toch heel goede vrienden, bleef behoorlijk actief en ook wel impulsief maar haalde in één keer zijn eindexamen vwo. Zijn matige prestaties in diverse schoolse vakken zijn nu geheel verdwenen. Momenteel studeert hij nominaal: hij gaat op voor zijn bachelors natuurwetenschappen en daarnaast volgt hij vakken kunstgeschiedenis. Hij is gemotiveerd en haalt goede cijfers.<sup>1</sup>*

---

1 Naam en details zijn om redenen van privacy aangepast.

Vanwaar deze beschrijving van Pims carrière tot nu toe? Omdat Pims gang door de lagere en middelbare school karakteristiek is voor de route die gevolgd wordt door zeer, zeer veel kinderen in Nederland. Pim is niet een ‘gemiddeld kind’ en is gedurende de hele schoolperiode gekenmerkt geweest door soms opmerkelijk goede maar ook opmerkelijk slechte prestaties. Altijd goed in bepaalde vakken, maar minder in andere vakken. Vaak een goede motivatie maar ook lange perioden minder geïnteresseerd, en van plan om eens wat anders te gaan doen. En twijfels. Twijfels bij de ouders over het kind, twijfels bij de ouders over de school. Twijfels bij de leerkrachten over het kind, en soms twijfels over de ouders die duidelijk te hoge ambities voor hun kind hadden. Twijfels bij de ouders van vriendjes: ‘Heeft die Pim van jullie niet gewoon ADHD?’ en twijfel bij het kind zelf: ben ik anders dan andere kinderen? Ben ik minder goed? Wat willen ze nou van me?

Met Pim is het goed gekomen, gelukkig. Ondanks lange perioden van hyperactiviteit, van impulsiviteit en van schoolprestaties die er qua cijfers niet mee door konden. Ondanks merkwaardige fouten die hij nog in zijn taal maakte toen hij in klas 3 zat van het vwo. Ondanks twijfels die anderen hadden over zijn functioneren. Wellicht dankzij steun van zijn ouders. En zeker dankzij enkele leraren die met grote motivatie de situatie hebben gecreëerd waarin hij zich toch verder heeft kunnen ontwikkelen. Als 22-jarige jongeman terugkijkend heeft hij zelf de indruk dat hij geluk heeft gehad en uiteindelijk ook wel baat heeft gehad bij de wat moeizame jaren die hij ook wel heeft doorgemaakt.

## **Over cognitieve ontwikkeling en recente inzichten omtrent ‘brein en leren’**

De ontwikkeling die Pim heeft doorgemaakt is een voorbeeld van de grote individuele variabiliteit die bestaat in de cognitieve ontwikkeling, welke samenhangt met individuele patronen in hersenontwikkeling. En die ontwikkeling blijkt veel langer door te lopen dan men tot nu toe dacht, en wel tot ruim na het 20<sup>e</sup> levensjaar. Neem een groep van dertig kinderen van dezelfde leeftijd en bekijk hun functioneren met betrekking tot sociaal gedrag, beleving, waarneming, geheugen, taal en schoolse vaardigheden. Er blijkt een grote variatie in het niveau van functioneren over verschillende functiedomeinen. En die variabiliteit verandert met de leeftijd. In sommige perioden is ze meer uitgesproken dan in andere.

Recent onderzoek naar hersenen-gedrag relaties heeft nog veel andere dingen aangetoond. De wijze waarop wij als mens informatie tot ons nemen en verwerken blijkt te worden bepaald door zowel biologische factoren als door cognitieve en psychosociale

factoren. De biologie van ons brein is bepalend voor de efficiëntie waarmee informatie via de zintuigen binnenkomt. Die biologie zorgt ervoor dat belangrijke prikkels worden opgeslagen en dat minder belangrijke niet worden vastgehouden. Dat is efficiënt, want daardoor wordt de capaciteit van de hersenen niet nodeloos belast. Die capaciteit is immers niet onbegrensd. De omgeving blijkt evenzeer belangrijk te zijn. Het lerende kind heeft er baat bij wanneer er niet te veel afleidende informatie is. Ook is het belangrijk wanneer het voldoende wordt gestimuleerd en gemotiveerd om zijn gedrag zodanig te plannen dat informatieoverdracht en de vastlegging daarvan optimaal is. Modern onderzoek naar hersenen-cognitie relaties heeft bovendien enorm veel inzicht opgeleverd over de functieontwikkeling. Over taal en waarnemen, over aandacht en geheugen. En over functiestoornissen zoals dyslexie en ADHD en de hersenmechanismen die daar verantwoordelijk voor zijn. Bovenal breekt sinds een jaar of tien het inzicht door, dat de bevindingen relevante informatie geven over mogelijke toepassing in het onderwijs. Het gaat daarin om bevindingen over de cognitieve ontwikkeling, over de hersenontwikkeling bij leren en over de hersenmechanismen bij taal- en andere functiestoornissen.

### **De huidige stand van zaken.**

Het onderwerp 'hersenen en leren' behoort tot de rubriek 'booming business'. Sinds een jaar of tien wordt in snel toenemende mate een poging gedaan om principes uit hersen- en cognitiewetenschap te vertalen naar toepassing in de onderwijspraktijk. Er bestaat een honger naar kennis op dit onderwerp, hetgeen weerspiegeld wordt door de grote hoeveelheid producten over 'brain & learning' die aan het educatieveld wordt aangeboden. In wetenschap en wetenschappelijk onderwijs bestaan veel voorbeelden van topwetenschappers en goede onderwijsinstellingen – vooral in de Verenigde Staten – die zich in het onderwerp zijn gaan interesseren, en onderwijsaanbod hebben op Mind, brain and education. Het feit dat de OESO, en met name het Centre for Educational Research and Innovation (CERI) in 1999 gestart is met een project 'Brain research and learning' is ook een aanwijzing voor het potentiële belang dat dit onderwerp geacht werd te hebben. Nederland heeft dankzij de activiteiten rond 'De Week van Hersenen & Leren' in 2004 en het boekje *Leer het brein kennen* nog een aardige start gemaakt op dit domein en zelfs een voorsprong op andere West-Europese landen. Het is wel zaak om deze voorsprong vast te houden en verder te gaan tot implementatie van bestaande inzichten, en daarnaast verdiepend onderzoek te doen op dit bijzondere gebied.

Een belangrijk uitgangspunt voor de moderne visies op ‘leren’ is dat de mens moet worden opgevat als een complex, informatieverwerkend systeem. De mens staat in interactie met zijn sociale omgeving. In het geval van scholieren in het basis- en voortgezet onderwijs bestaat die omgeving uit datgene wat de onderwijzer, de ouders en vriendjes vertellen. Ook bestaat ze uit de aard van de informatie en de boeken waarin de informatie is verpakt, of uit de veranderende beelden op het beeldscherm: al deze informatie moet door de zintuigen worden verwerkt. Verschillende cognitieve processen filteren de binnenkomende informatie om te zorgen dat bepaalde zaken niet worden opgeslagen en andere wel. Het brein ‘selecteert’ de belangrijke informatie en houdt onbelangrijke informatie buiten. In principe althans, want er zijn omgevingen waar zoveel prikkels zijn dat het brein niet in staat is om goed te kiezen. In rumoerige omgevingen is het bijvoorbeeld moeilijk concentreren. Afleiding oftewel distractie – algemener: ‘aandachtsprocessen’ – noemt de cognitiewetenschapper dat, terwijl ook ‘werkgeheugen’ of ‘planning’ en andere cognitieve processen van groot belang worden geacht.

**Het brein is plastisch.** Het ontwikkelt zich voor de geboorte maar vormt zich verder in reactie op de omgeving en wel tot op hoge leeftijd. Het is al sinds geruime tijd goed bekend hoe de structuur van de hersenen zich ontwikkelt vanaf de conceptie. Rond het moment van de geboorte zijn de hersenen ‘klaar’ voor een zekere mate van autonoom functioneren. Voor zelfstandig ademen, spijsverteren, en het onderhouden van vitale lichamelijke functies. Veel hersendelen zijn echter nog niet uitgerijpt op het moment van de geboorte. Vele verbindingsbanen tussen vele hersendelen moeten zich nog vormen, cellen moeten nog contact met elkaar maken om te kunnen functioneren en moeten nog uitlopers vormen. Kortom, de grote structuur is er weliswaar, maar vrijwel alle hersenstructuren moeten nog een start maken met de verdere ontwikkeling. Sinds een jaar of vijftien weten we dat het brein plastisch is en ook blijft tot op hoge leeftijd. Dit wil zeggen dat de hersenstructuur zich continu doorontwikkelt als reactie op de ervaringen die iemand opdoet. Tevens betekent het dat mensen tot op hoge leeftijd kunnen blijven leren, waarmee de hersenmythe ontkracht is dat kinderen in hun eerste levensjaren zo veel mogelijk moeten worden blootgesteld aan leerervaringen opdat zij zich optimaal ontwikkelen.

**Hersenfunctie en gedrag zijn het resultaat van een samenspel van zowel genetische als omgevingsfactoren.** In de afgelopen jaren is er veel onderzoek uitgevoerd naar genetische factoren. In de beschrijving van de wetenschappelijke vondsten wordt echter regelmatig een te grove simplificatie gebruikt. Zo is in de krant te lezen dat ‘het gen voor agressie is gevonden’ of ‘ADHD is genetisch bepaald’. De werkelijkheid ligt genuanceerder, aangezien voor vrijwel alles zowel genetische als omgevingsfactoren

verantwoordelijk zijn. Om het metaforisch te zeggen: de genen zijn te vergelijken met het product van de architect; ze zijn de blauwdruk of het bouwplan. De omgeving is dan als het ware de aannemer; die maakt van het bouwplan een driedimensionaal huis, en zal vaak aanpassingen moeten doen in het bouwplan omdat dat in de bouw gewoon niet anders kan. Zo wordt tegenwoordig vaak gesproken over ‘risicofactoren’ en ‘beschermende factoren’. Er kan sprake zijn van een genetisch risico dat toch niet tot uitdrukking komt omdat het kind een heel goede en structurerende omgeving heeft die ervoor zorgt dat het brein – en dus gedrag en cognitie – optimaal rijpen waardoor het kind uit de risicogroep kan blijven. Maar vanzelfsprekend komt het omgekeerde ook voor.

**De hersenontwikkeling loopt door tot na het twintigste jaar.** Zoals gezegd, in de afgelopen jaren zijn wetenschappelijke doorbraken bereikt. Veel daarvan zijn op het conto te schrijven van de moderne hersenimaging-technieken. Ten aanzien van hersenontwikkeling bestond enkele jaren geleden nog de overtuiging dat de hersenen zo ongeveer ‘klaar’ waren op het vijfde jaar, of hoogstens in wat details nog wat verder doorgroeiden. Nu blijkt de hersenstructuur nog door te rijpen tot in de derde decade; structuren in de voorste hersenen zijn dan pas uitgerijpt. En van juist die structuren wisten we al – door ander onderzoek – dat ze verantwoordelijk zijn voor het planmatig handelen, voor het maken van keuzen, voor het evalueren van het eigen gedrag en van de normen van de omgeving. Van deze functies wordt vaak aangenomen dat die klaar zijn zo rond de tweede helft van de adolescentie. Dit is dus niet zo, deze zogenoemde executieve functies ontwikkelen zich nog tot in de loop van de twintiger jaren. Deze vondst is van eminent belang voor ons denken over ‘zelfstandig leren’ in studiehuis en tweede fase maar ook in andere onderwijsfasen.

Een samenvattend overzichtsartikel in het toptijdschrift *Trends in Cognitive Sciences* vatte in 2005 een aantal belangrijke vondsten samen. In de vroege adolescentie start de puberteit; deze heeft mede met hormonen te maken, maar is ook bepaald door processen van hersenrijping. In de vroege adolescentie is het kind verhoogd emotioneel (in het Engels, maar ook in Nederlandstalige vakLiteratuur met de term ‘arousal’ aangeduid). Voorts is het kind te beschouwen als een ‘sensation seeker’ en is het meer gericht op behoeftebevrediging. In de middel-adolescentie is er sprake van verhoogde neiging tot risico’s nemen en ook op het ontstaan van problemen in de regulatie van stemming en de controle op het eigen gedrag. Dit is een soort tussenfase waarin de impulsremming nog onrijp is.

In de late adolescentie ten slotte ontwikkelen bepaalde delen van de voorste hersenen zich verder. Die zijn verantwoordelijk voor de plannings- en controlefuncties die boven beschreven zijn. Bij een juist ontwikkelen van deze stuurfuncties ontwikkelt zich

de hoger-cognitieve controle over gedrag die nodig is voor verantwoorde gedragsplanning en organisatie, voor keuzegedrag, voor de zelfevaluatie en voor de beslissing om het gedrag aan te passen aan de eisen van de omgeving.

Een enkel maar belangrijk voorbeeld geven van het enorme belang dat in deze leeftijdperiode bestaat omtrent de sturende rol van de omgeving heeft betrekking op de zogenaamde 'sociale cognities'. De adolescent is eigenlijk wel zo'n beetje uitontwikkeld ten aanzien van de primaire vaardigheden en functies. Deze zijn klaar. Wat zich nu gaat ontwikkelen is de samenhang van deelfuncties. Deze impliceert onder andere het evalueren van het belang van bepaalde vaardigheden in termen van 'Wat vindt mijn vriendin ervan? Wat wil papa nu eigenlijk?' Dus sociale normen gaan in deze periode een groot belang krijgen, evenals het vinden van 'een positie' binnen de groep. Kortom: de laat-adolescent is nog lang niet klaar met de hersenontwikkeling.

**De hersenontwikkeling is niet uniform.** Er blijkt dat er allerm minst sprake van is dat de ontwikkeling van alle kinderen uniform verloopt. Weliswaar lijkt de volgorde waarin hersendelen rijpen, steeds dezelfde te zijn, maar de periode dat verschillende kinderen in de verschillende fasen doorbrengen is sterk verschillend. Er is individuele variabiliteit en het kan bijna niet anders dat deze verantwoordelijk is voor het feit dat sommige kinderen in bepaalde vaardigheden jaren kunnen voorlopen op andere kinderen. Dan gaat het om een beter functioneren in taalvaardigheden, in rekenen, of in bepaalde sociale vaardigheden; maar die voorsprong kan uiteindelijk weer slinken zodat de variabiliteit aan het eind van de ontwikkeling voor een groot deel verdwenen is.

In eigen onderzoek in het centrum Brein & Leren in Maastricht is gevonden dat kinderen tussen 6 en 12 jaar gemiddeld veel beter worden in een bepaalde geheugentaak. Echter, sommige kinderen presteren al bijna vlekkeloos op de taak als ze 8 zijn, terwijl andere kinderen dat pas kunnen op hun 12<sup>e</sup> jaar, terwijl er toch geen verschil in intelligentie of andere vaardigheden is! Voor het onderwijs is dit een belangrijke vondst omdat dergelijke variabiliteit natuurlijk erg goed bekend is bij de leraar, terwijl niet bekend is dat deze mede op hersenontwikkeling berust en eigenlijk een 'natuurlijk gegeven' is. Dit soort informatie heeft potentie voor toepassing in de onderwijsprogrammering voor verschillende leeftijdsgroepen en potentieel voor het gaan werken met 'functiegroepen' van kinderen die wellicht wat in leeftijd verschillen maar op eenzelfde niveau functioneren ten aanzien van een bepaalde vaardigheid.

**Een doorbraak: wanneer een taak geleerd is, *vermindert* de hersenactiviteit.**

Tien jaar geleden is een grensverleggend boek gepubliceerd door Posner en Raichle, getiteld *Beelden in ons brein*. Hierin vatten deze twee coryfeeën veel onderzoek samen dat toentertijd was verricht naar hersenimaging. Een van de boeiendste vondsten

heeft groot belang voor ons inzicht in de hersenprocessen bij leren. Zij leerden de proefpersoon een bepaalde taak, bijvoorbeeld woordjes onthouden. Gedurende dit leren waren allerlei hersenstructuren behoorlijk actief. Echter, op het moment dat de persoon de taak goed kon uitvoeren, was er geen extra activiteit meer zichtbaar in het brein. Metaforisch gesproken: de taak werd 'op de ruggengraat uitgevoerd'. De taak was geautomatiseerd. Wanneer de taak ietsje werd veranderd kwam de activiteit op de hersenschors weer terug. Kennelijk zijn er bij een goed doorleerde taak minder hersenstructuren en -functies nodig voor de uitvoering. Voor het onderwijs zijn er vele implicaties. Zo laat het onderzoek zien dat optimaal leren ervoor zorgt dat het brein gaat automatiseren. Dit is ook wel begrijpelijk aangezien op die manier heel efficiënt gewerkt kan worden. Daardoor kan het brein meerdere taken tegelijk uitvoeren. In de tweede plaats geeft het aan, dat hersenimaging als techniek een grote rol kan spelen voor het monitoren, dus het bijhouden, van de efficiëntie van het leerproces. Dit zou een techniek kunnen zijn, die de leraar helpt in de diagnostiek van 'wat is voor dit kind de meest optimale wijze van leren?' en 'is de leerstof geautomatiseerd?' Dit is een belangrijk punt waarop onderzoek zich in de nabije toekomst zal richten.

### **Er zijn verschillende leerstrategieën, en deze berusten op andere hersenfuncties.**

Ook weer uit onderzoek van Posner en sindsdien al vele keren bevestigd in andere typen taken is de volgende bevinding: afhankelijk van de strategie die iemand gebruikt om iets te leren, worden verschillende hersendelen geactiveerd tijdens het leerproces. Wanneer iemand een verbale strategie gebruikt om iets te leren (bijvoorbeeld woordjes in gedachten herhalen) worden met name delen van het brein aan de voorkant van de hersenen geactiveerd. Wanneer een complex visuele strategie wordt gebruikt blijken daarentegen meer achter in de hersenen structuren te worden geactiveerd. Hieruit kan worden geconcludeerd dat zo'n persoon zich een visueel plaatje voorstelt van datgene wat onthouden moet worden. Dus: de hersenscan laat als het ware 'zien' welke strategie de persoon gebruikt!

Weer ander onderzoek laat zien dat het zich herinneren van een bepaald woord na een visueel signaal anders verloopt dan na een auditief signaal, dat via de oren binnenkomt. Dergelijke bevindingen vormen een onderbouwing van de praktijkervaring van vele onderwijsgeevenden, namelijk dat er verschillende leerstijlen worden gehanteerd door kinderen (maar ook volwassenen). Echter, het imagingonderzoek laat niet alleen maar zien wat we al wisten maar voegt verdiepende kennis toe. Voor de nabije toekomst is nu de vraag die moet worden onderzocht, of iedereen wel de stijl of stijlen hanteert die hem of haar passen, en of ook andere strategieën dienen te worden geoefend in de educatiesituatie. Ook dit is een onderwerp dat op zeer korte termijn middels praktijkonderzoek tot toepassing in het onderwijs moet kunnen leiden.

**Hersenontwikkeling gaat parallel met de ontwikkeling van taal, van vocabulaire en van hogere taalfuncties.** Er is bijzonder veel kennis en ervaring opgedaan over de hersenontwikkeling in relatie tot taalontwikkeling; ze lopen parallel. In eigen onderzoek bleek dat er aspecten van taalontwikkeling zijn, die pas relatief laat rijpen. We vergeleken kinderen tussen 6 en 12 jaar met elkaar in het vermogen om complexe taaluitingen te begrijpen (zoals de vraag ‘Is vaders broer dezelfde als de vader van de broer?’). Tot onze verrassing bleek slechts twee derde van de kinderen op 12-jarige leeftijd dergelijke zinnen goed te begrijpen. Het ging hier ook nog om kinderen van hoogopgeleide ouders. En dit moet wel implicaties hebben voor prestaties op school aangezien dergelijke taaluitingen gewoon zijn in de communicatie vanuit leraar naar scholier. Het zou dus best kunnen zijn dat ook goed presterende kinderen niet alles begrijpen wat de onderwijsgevende vraagt of vertelt.

Voorts lijkt ook het abstraheren, generaliseren en categoriseren – als belangrijk aspect van taal – pas in het laatste deel van de lagere school uit te rijpen, en dan ook nog niet eens bij alle kinderen. Bij veel kinderen is het waarschijnlijk zelfs medio middelbare schooltijd nog geheel niet uitontwikkeld. Dit is een niet onbelangrijke bevinding aangezien die vormen van taal zo’n belangrijke rol kunnen spelen in de manier waarop we de wereld beschrijven, en ons eigen handelen of dat van anderen verklaren. Het gaat in wezen om de wijze waarop wij denken. Veel cognitief hersenonderzoek is er nog niet naar gedaan, maar dat verandert snel: het is een belangrijk onderwerp met forse toegepaste waarde. Ook heeft het nogal wat potentie in relatie tot competentieontwikkeling en tot de wijze waarop wij optimaal kennis zouden kunnen verwerven.

**Een goed ontwikkelde hersenschors wordt dunner.** Pas recent is duidelijk geworden dat wat betreft de hersenomvang ‘meer niet noodzakelijkerwijs beter is’. Bij hersenontwikkelingsstoornissen komt het regelmatig voor, dat de schors te dik is en daarmee een uiting is van het feit dat er nog geen goede differentiatie en functionele rijping heeft plaatsgevonden. Wat er moet gebeuren, is dat cellen contact met elkaar zoeken en een functioneel contact aangaan. Die cellen waar dat contact gemaakt is versterken elkaar en zorgen dat ‘overtollige’ cellen of verbindingen verdwijnen. Zo blijken veel kinderen met ernstig autisme tot 40% te veel cellen in de voorste schors te hebben.

Spectaculair zijn recente bevindingen die tonen dat het dunner worden van de schors in de lagereschoolleeftijd sterk gekoppeld is aan een intelligentie; bij kinderen met hogere intelligentie wordt de schors dunner op een eerder moment in de tijd dan bij andere kinderen. Dit suggereert dat er bij deze kinderen tot dat moment zich een efficiënter leerproces heeft afgespeeld en dat daardoor de cellen elkaar op een eerder moment gevonden hebben. Daardoor konden overtollige cellen en verbindingen



eerder worden afgebroken en als nutteloos bouw materiaal afgevoerd. Er zijn goede redenen voor de opvatting dat de efficiëntie van dit hersenontwikkelingsproces sterk medebepaald is door de kwaliteit van de leeromgeving. Dan gaat het bijvoorbeeld om de leeromgeving op school of om de interacties thuis!

### **Samenvatting van de grote inzichten.**

Uitgangspunt is dat de hersenen plastisch zijn en de mens in staat stellen zich aan te passen aan een veranderende omgeving. Het is een geordende en 'rijke' omgeving met de zintuiglijke prikkels die daarbij horen, die leidt tot efficiënte uitgroei van de verschillende hersenstructuren en hun verbinding banen en de onderdelen van de hersencellen. En deze adequate uitgroei ligt weer ten grondslag aan efficiënt functioneren in een sociale context.

Als tweede 'grote' punt gaat het om de individuele patronen in de hersenontwikkeling en de cognitieve ontwikkeling. Niet bij ieder kind verloopt de rijping van verschillende functies volgens dezelfde temporele ordening; misschien wel dezelfde volgorde maar niet iedere fase heeft dezelfde duur. En het patroon van functies en relatieve dis-functies oftewel 'sterke en zwakke vaardigheden' is ook niet bij ieder kind hetzelfde, evenmin als de strategieën die kinderen van verschillende leeftijden en achtergronden gebruiken. De individuele 'life-history' van de verschillende kinderen is bepalend voor de wijze waarop informatie wordt verwerkt. Dus culturele factoren spelen een rol, de opleiding van de ouders, de taal, de mate waarin het kind voorgelezen wordt, de sociale normen en waarden in het gezin of op de school die het kind al heeft bezocht. Al deze factoren beïnvloeden het leren.

Ook van groot belang is het feit dat de informatieoverdracht en de efficiëntie waarmee informatie beklijft en wordt opgeslagen, afhankelijk is van de toestand van het biologische systeem. Een auto met nog een liter benzine in de tank rijdt geen 40 kilometer meer; een kind dat niet ontbeten heeft zal minder aandacht hebben voor de leerstof en meer bezig zijn met 'hoe scoor ik dat zakje chips?'; een adolescent die de avond tevoren tot half elf achter de Gameboy heeft gezeten met een actiespel en pas om half 12 goed in slaap was, heeft een minder diepe slaap en heeft de volgende dag grote moeite de aandacht op de leerstof te houden. Iets algemener gezegd, de biologiegerelateerde functies 'eten, drinken, seksualiteit, slapen, zorg, aandacht en oriëntatie' en het gevoel 'erbij te horen' zijn bepalend voor informatieopslag, dus voor leren. Ook voor emoties en motivaties en hun hersenequivalent geldt dat.

Kortom, veel onderwijsextrinsieke factoren zijn bepalend voor de efficiency van het leerproces, zie tabel 1. En tot dusver wordt over deze factoren in het onderwijs niet

veel gezegd, en bestaat ook in de leerstof voor aanstaande onderwijsgevendenden geen of nauwelijks plek. Wel wordt in zijn algemeenheid een aantal van deze factoren herkend, maar wordt nog weinig gedaan om de onderwijssituatie te creëren waarbinnen het leerproces optimaal zou kunnen zijn.

*Tabel 1: Educatie-extrinsieke factoren, waarmee binnen het onderwijs rekening gehouden moet worden.*

- Factor 1: cognitieve neuropsychologie en aandachtsprocessen
- Factor 2: psychobiologische factoren (bijvoorbeeld stress, eten, drinken, hormonen)
- Factor 3: ontwikkelingsbiologische factoren (bijvoorbeeld hersenontwikkeling)
- Factor 4: sociodemografische factoren (bijvoorbeeld educatie en ambitieniveau ouders)
- Factor 5: klinische neuropsychologie (leerproblemen, strategieën)
- Factor 6: psychopathologie (bijvoorbeeld angst, op tenen lopen, ADHD)
- Factor 7: cognitieve gerontologie (de ouder wordende leraar)

Bij het leren spelen niet alleen de educatie-extrinsieke factoren een rol, maar ook de verschillende manieren van leren, zie tabel 2.

*Tabel 2: Verschillende vormen van leren.*

- Psychomotorisch leren en motorisch leren
- Leren van complexe handelingen
- Procedure-leren
- Emotie-taal koppeling en koppeling van emotionele connotaties
- Leren van een simpele of complexe vaardigheid zoals schrijven, rekenen
- Leren van abstracte kennis, feitelijke kennis, procedurele kennis
- Redeneren, probleem oplossen [**einde kader**]

Zo is ook het leren van feitelijke kennis (bijvoorbeeld feiten in de geschiedenisles) anders dan het leren van rekenvaardigheden maar bevat het ook overeenkomsten, zoals

het belang van leren van de getallenrechte ('de jaartallen') om de relatieve afstand in de tijd tussen verschillende gebeurtenissen in de geschiedenis te kunnen beschrijven en begrijpen.

Het leren tennissen vereist weer andere vormen van leren. De tennisslag is een motorische en psychomotorische vaardigheid, die oog-handcoördinatie vergt maar ook puur motorische coördinatie van een heel aantal samenwerkende spiergroepen. Daarnaast vereist het spelen van tennis ook procedurekennis, spelinzicht en nog een heel aantal factoren meer. Van groot belang is ook het vermogen om woorden en begrippen – 'taal' – te gebruiken om verschillende objecten aan te duiden, om gebeurtenissen te beschrijven, om gevoelens en intenties weer te geven. Taal is het voertuig van ons denken. Met behulp van taal kunnen we ons eigen handelen beter onder controle houden (bijvoorbeeld door zelfinstructie) maar ook met anderen communiceren en op metaniveau gebeurtenissen evalueren. Het belang van de mogelijkheid om in opvoeding en onderwijs taalvaardigheden verder te trainen (met name de hoger-cognitieve aspecten van taal die met abstraheren en generaliseren te maken hebben) wordt nog sterk onderschat.

### **Ter afsluiting: het is een kwestie van balans**

Er zullen bruggen tussen onderzoek en praktijk geslagen moeten worden, waarbij wetenschapper en onderwijsprofessional samen en in interactie komen tot nieuwe inzichten die zowel in de praktijk als in research kunnen worden getoetst en uitgebouwd.

Deze bruggen moeten worden opgetrokken tussen velden of rivieroeveren die op hetzelfde niveau liggen. Er is geen sprake van dat het ene hoger ligt of beter is dan het andere. Gestreefd moet worden naar een joint action, naar een samenwerking, liefst over de grenzen van de disciplines heen. Het is dus een kwestie van balans. Er moet hierin rekening worden gehouden met invalshoeken die verschillend zijn. En ieder moet zich realiseren dat in de verschillende invalshoeken gesproken wordt in talen die verschillend zijn en die aanleiding kunnen geven tot communicatieproblemen. Voorts zijn de belangen verschillend, aangezien de onderzoeker vaak gevangen zit in een vicieuze cirkel van geld aanvragen voor zijn of haar onderzoek en gebrek aan tijd om zich te verdiepen in de mogelijke toepassing in het onderwijs. Voor de educatiepraktijk geldt iets analoogs. Daarom: de educator moet rekening houden met de belangen van de wetenschapper en vice versa. De hersenonderzoeker moet weten dat er ook zoiets is als gedrag en cognitie. De cognitieonderzoeker moet zich realiseren dat er ook zoiets is als emotie en affect. Degene die geïnteresseerd is in emotionele

beleving van het kind moet zich weer openstellen voor de samenhang van beleving en complex gedrag. En de verschillende soorten onderwijsgeveden moeten openstaan voor de mogelijkheid dat het complex gedrag en de vaardigheidsproblemen waar zij mee te maken hebben kunnen samenhangen met factoren die formeel buiten zijn of haar scope liggen – zoals op gebied van biologie, aandacht, en sociaal systeem – en die toch meegenomen moeten worden ten voordele van een optimale ontwikkeling van het kind in een veranderende omgeving en een zich ontwikkelende samenleving.

## Literatuur

- Ansari, D. & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 10(4), 146-151.
- Bruer, J. (1997). Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher*, vol. 26(8), 4-16.
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature reviews neuroscience*, vol. 7, 406-413.
- Jolles, J. (2006). *Beter onderwijs door meer kennis over leren en de hersenen*. Webcomment 60317. Te downloaden van [www.jellejolles.nl](http://www.jellejolles.nl).
- Jolles, J., Groot, R. de, Benthem, J. van, Dekkers, H., Glopper, C. de, Uijlings, H. & Wolff-Albers, A. (2004). *Leer het brein kennen. Over een 'new learning science op het kruispunt van neurowetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap* (invitation conference georganiseerd door NWO op 5 februari 2004). Te downloaden van [www.nwo.nl](http://www.nwo.nl) (zoeken op 'Leer brein kennen').
- Paus, T. (2005). Mapping brain maturation and cognitive development during adolescence. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 9(2), 60-68.
- Posner, M. & Raichle, M. (1994). *Images of mind*. Scientific American Books.
- Posner, M. & Rothbart, M. (2005). Bringing neuroscience to the classroom. *Nature*, vol. 435(7046), 1138.
- Posner, M. & Rothbart, M. (2005). Influencing brain networks: implications for education. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 9(3), 99-103.
- Steinberg, L. (2005). Cognitive and affective development during adolescence. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 9, 69-74.