

Hersenen leren levenslang

Eeuwenlang was de werking van de hersenen een groot raadsel.

De afgelopen honderd jaar hebben ons veel geleerd over de basisprincipes waarop de hersenen werken. Maar pas in het afgelopen decennium begon het hersenonderzoek ook inzichten op te leveren over hoe de hersenen leren – inzichten met belangrijke gevolgen voor het klaslokaal.



Laura is acht weken zwanger. Bij het piepjonge embryo in haar buik beginnen de miniatuurhersenen nu razendsnel te groeien, veel sneller dan de rest van het lichaamje. In de snelste fase ontstaan er wel een kwart miljoen hersencellen per minuut. De zwangerschap vliegt voorbij en na negen maanden wordt een meisje geboren: Vera. De trotse ouders kijken bewonderend naar het hoofdje, dat op dat moment maar liefst honderd miljard hersencellen heeft, meer nog dan vader en moeder hebben. Vera's hersencellen communiceren – net als bij volwassenen – via een combinatie van

elektrische en chemische signalen met elkaar, maar er zijn in deze fase vooral nog veel verschillen tussen wat Vera's hersenen kunnen en wat de hersenen van haar ouders kunnen.

Vera's hersengebieden die te maken hebben met zien, horen en motoriek gaan rond de geboorte razendsnel rijpen. Hersendelen die zich pas veel later ontwikkelen, zijn weliswaar al aanwezig, maar nog niet actief. In sommige hersendelen, zoals de enkele millimeters dikke, sterk gevouwen, buitenste laag (de hersenschors), gaan de

hersenspraken nog alle kanten op. Waar het bewustzijn, het denk- en taalvermogen van vader en moeder al lang ontwikkeld zijn, beginnen de hersenen van de kleine Vera die hogere functies pas vanaf de peutertijd stukje bij beetje te ontwikkelen. Nu zijn ze alleen maar in staat om de meest basale, onbewuste lichaamsfuncties aan te sturen: haar ademhaling, haar gevoel van honger en dorst. De wereld van Vera is nauwelijks groter dan haar eigen lichaam. Vera blijkt een gemiddeld kind in haar ontwikkeling. Na een jaar begint ze voor het eerst de woorden 'papa' en 'mama' te brabbelen, na achttien maanden kent ze al vijftig woorden, en na twee jaar zegt ze voor het eerst 'ik'. Ze ervaart nu de grens tussen haarzelf en de buitenwereld.

Vera heeft een vier dagen jongere buurjongen: Bram. Net zoals dat geldt voor de gemiddelde jongen, is Bram iets later in de taalontwikkeling dan Vera. Rond het derde levensjaar is bij zowel Vera als Bram het deel van het lange-termijngeheugen gevormd dat gebeurtenissen en kennis over de wereld kan opslaan. Van nu af aan kunnen herinneringen voor lange tijd beklijven in hun geheugen. Van voor hun derde verjaardag herinneren ze zich echter niets meer.

Ongeveer tot hun zesde jaar staan Vera en Bram volledig – en op een naïeve manier – open voor de wereld om hen heen. Op geen enkel moment meer later in hun leven zullen ze zo open staan voor het leren van nieuwe dingen als in deze periode. Eerst ontdekken ze hun omgeving met handen en voeten, en met al hun zintuigen. Zodra ze kunnen spreken, beginnen ze ook vragen te stellen. "Waar komt de regenboog vandaan?" vraagt Vera. "Waarom vallen sterren niet uit de hemel?" vraagt Bram. Het zijn deze eerste zes levensjaren waarin de opvoeding en de rest van de omgeving van Vera en Bram een enorme invloed hebben op de uitgroei en rijping van de verbindingen tussen hersencellen. Het bij de geboorte nog ongeordende netwerk van met elkaar pratende hersencellen in de hersenschors gaat zich meer en meer ordenen.

Tussen hun zesde en achtste breekt voor Vera en Bram een tweede belangrijke fase aan. Ze leren lezen en schrijven – typische vaardigheden die de moderne mens zich heeft aangeleerd en die de hersenen niet vanzelf ontwikkelen. Zowel hun ouders als de juf op school, leren hen dat ze de wereld op papier kunnen zetten en dat ze de wereld tevens kunnen verkennen door erover te lezen. Hoewel ze als peuters al begonnen te tellen met hun vingers, leren Vera en Bram nu ook hoe ze met die getallen kunnen rekenen.

Tot nu toe was de wereld van de twee buurkinderen er eentje van concrete dingen: van hun huis, hun kamer, de school, hun vriendinnetjes en vriendjes. Tussen hun achtste en hun twaalfde breidt het denken in concrete dingen zich geleidelijk uit tot het tevens abstract kunnen denken. Ze beginnen onder andere te denken in termen van overeenkomsten: bijvoorbeeld dat een glas water en een glas melk allebei iets vloeibaars bevatten.

De drie grootste misverstanden

De hersenen van Vera en Bram hebben in hun eerste twaalf levensjaren ongelofelijk veel geleerd. Maar het is een groot misverstand dat er maar één soort leren zou zijn.

We kunnen vijf belangrijke basissoorten onderscheiden. Allereerst het motorische leren: het leren lopen en fietsen bijvoorbeeld. Toen Vera en Bram begonnen te kruipen en langzamerhand op eigen benen gingen staan, leerden ze hoe ze delen van zichzelf konden verplaatsen en leerden ze afstanden inschatten tussen hun eigen lichaam en de tafels, stoelen en andere dingen in de wereld om hen heen.

Een tweede belangrijke vorm is het leren van taal. Dat begint met het benoemen van de concrete dingen en ontwikkelt zich daarna tot een middel om ook op een abstracte manier grip te krijgen op de wereld. Ten derde is het leren rekenen belangrijk. Het begint met eenvoudig tellen en breidt zich daarna uit met het optellen, vermenigvuldigen en delen. In een nog latere fase kunnen we dit leren uitbreiden tot het leren van wiskunde, dat een belangrijk denkgereedschap levert om via getallen, ruimten, structuren, relaties en verzamelingen de wereld te begrijpen en te veranderen.

De vierde basisvorm van leren – en de vorm waaraan de meesten van ons het eerst denken als het om leren gaat – is het opdoen van feitelijke kennis: bijvoorbeeld dat de aarde rond is, dat Parijs de hoofdstad van Frankrijk is en dat Nederland zestien miljoen inwoners heeft. En tenslotte, moeten we het sociale leren niet vergeten: het leren omgaan met de mensen in onze omgeving.

Bij al deze vijf vormen van leren kunnen we de mens zien als een complex, informatieverwerkend systeem dat voortdurend in contact staat met zijn sociale omgeving, met ouders, vriendjes en onderwijzers. De hersenen filteren alle binnenkomende informatie en bepalen welke informatie wel of niet wordt opgeslagen.

De ontwikkeling van Vera en Bram is tot nu toe een typische, gemiddelde ontwikkeling geweest. Het is echter een tweede groot misverstand over hersenen en leren dat de hersenontwikkeling bij iedereen precies in hetzelfde tempo verloopt. Er bestaan juist grote verschillen. Het blijkt dat als je kinderen van twaalf jaar en van hoogopgeleide ouders,



vraagt of ‘vader’s broer dezelfde is als de vader van de broer’, eenderde van deze kinderen nog steeds denkt dat die twee dezelfde zijn. Tweederde van de twaalfjarigen begrijpt wél dat vader’s broer niet dezelfde is als de vader van de broer. Een volledig taalbegrip rijpt langzamer dan we lang hebben gedacht.

Hersenonderzoek heeft in het afgelopen decennium aangetoond dat bij meisjes de hersenontwikkeling doorgaat tot na het 20e levensjaar en bij jongens zelfs nog een paar jaar langer.

Ook bij het leren rekenen, zien we grote individuele verschillen. Het ene kind van acht jaar is al toe aan rekenen en het andere niet. De volgorde waarin hersendelen rijpen, is weliswaar bij iedereen hetzelfde, maar het tempo niet. Hersenonderzoek heeft de afgelopen jaren laten zien dat er grote verschillen bestaan in de momenten waarop kinderen leren lezen, schrijven, abstraheren, generaliseren en categoriseren. Maar een voorsprong of achterstand kan een paar jaar later alweer zijn verdwenen.

Het is nog maar kort geleden dat algemeen werd aangenomen dat de hersenen zo goed als klaar waren op vijfjarige leeftijd. Hooguit zouden ze in details nog wat verder doorgroeien tot aan het twaalfde jaar, maar dan zouden ze ook echt af zijn. Dit is het derde grote misverstand over hersenen en leren. Hersenonderzoek heeft in het afgelopen decennium aangetoond dat bij meisjes de hersenontwikkeling doorgaat tot na het 20e levensjaar en bij jongens zelfs nog een paar jaar langer. Dan gaat het vooral om bepaalde structuren in de voorste hersenen: de zogeheten prefrontale schors. De prefrontale schors zorgt ervoor dat we vooruit kunnen denken, onze emoties bewust kunnen voelen, onze opwekkingen beheersen, kunnen plannen, keuzes kunnen maken, kunnen invoelen wat anderen bedoelen en een zin geven aan ons bestaan. Dit is het hoogst ontwikkelde deel van onze hersenen en is bij de mens verder ontwikkeld dan bij de hogere mensapen.

De recente ontdekking van de late rijping van de prefrontale schors betekent ook dat de hersenen van tieners eigenlijk nog niet rijp zijn voor de vorm van leren die het studiehuis verwacht. De tieners kunnen nog onvoldoende zelfstandig werken, organiseren en plannen. Ze hebben meer sturing door leraren en ouders nodig dan het studiehuis en het ‘nieuwe leren’ veronderstellen.

Puberleren

Vanaf haar tiende beginnen bij Vera de geslachtshormonen te werken, en een paar jaar later, zo rond zijn twaalfde,

gebeurt hetzelfde bij Bram. Een nieuwe, spannende fase in hun ontwikkeling is aangebroken: de puberteit. Naast een hersenontwikkeling die onafhankelijk is van de hormonen, gaan nu ook de hormonen een deel van de hersenrijping beïnvloeden.

In de vroege adolescentie – vanaf een jaar of twaalf – zetten de hersenen Vera en Bram aan sociale contacten op te doen en het andere geslacht te ontdekken. Meer dan hiervoor, zoeken ze bewust nieuwe sensaties op en zijn meer gericht op behoeftebevrediging. Bij Bram is dit nog sterker dan bij Vera. Het cognitieve, verstandelijke leren gaat in deze fase minder vanzelf dan voorheen, terwijl het sociale leren nog belangrijker wordt dan in de eerdere levensfasen.

In de middel-adolescentie zijn Bram en Vera geneigd meer risico’s te nemen, zijn ze onderhevig aan sterkere stemmingswisselingen en hebben ze nog onvoldoende controle over hun eigen, vaak nog impulsief gedrag. Juist de prefrontale schors, die tevens een rem kan zetten op impulsief gedrag, is nog volop in ontwikkeling. Pas tijdens de late adolescentie rijpt dit belangrijke hersendeel geheel uit. Bram en Vera leren nu in te schatten hoe hun omgeving over hun gedrag denkt: ‘wat zullen mijn ouders ervan zeggen als ik te laat thuiskom?’, ‘wat vindt mijn beste vriendin ervan als ik mijn afspraak met haar niet nakom om tegelijk naar huis te gaan van een feestje?’, ‘wat betekent het als de leraar boos wordt?’.

Een experiment bracht in 2005 een belangrijk verschil aan het licht over de rol van de sociale omgeving in de verschillende fasen van de adolescentie. Drie groepen proefpersonen – de eerste tussen 13 en 16; de tweede tussen 18 en 22; en de derde ouder dan 22 – moesten in een computerspel een auto door een virtuele stad sturen. In eerste instantie begaven alle drie de groepen zich even vaak in gevaarlijke situaties in het spel. Maar dat veranderde op het moment dat er een vriend of vriendin over de schouder van de speler meekiekte. Nu stuurden de proefpersonen tussen 13 en 16 de virtuele auto dubbel zo vaak in gevaarlijke situaties. Bij de groep proefpersonen ouder dan 22 was er geen verandering, en de 18- tot 22-jarigen zaten er ergens tussenin. Bij het leren in deze fase van de adolescentie speelt de sociale omgeving dus een grote rol. De adolescent laat zijn gedrag mede bepalen door leeftijdsgenoten, en kan daarom nog onvoldoende onafhankelijk kiezen.

Twee soorten informatieverwerking

Juist in de middelbare schoolperiode zien we de laatste jaren dat de meisjes de jongens zijn voorbijgestreefd, zelfs als het gaat om de exacte vakken, waarin jongens het traditioneel beter deden. Natuurlijk is het verheugend dat meisjes het zo goed doen, maar er zit een adder onder het gras.

De belangrijkste twee typen van informatieverwerking die de hersenen kennen, zijn de verbaal-linguïstische en de visueel-ruimtelijke. Beide vormen zijn belangrijk. Uiteraard zijn er grote individuele verschillen, maar gemiddeld doen mannen het beter in ruimtelijke taken, wiskundig redeneren, routes vinden, bewegingen gericht op een bepaald ruimtelijk doel, kortom: op het visueel-ruimtelijke vlak. Vrouwen zijn gemiddeld beter op het verbaal-linguïstische vlak: in het zich herinneren van woorden, taalvaardigheden in het algemeen, maar ook in rekenen en in de fijne motoriek. Des te opmerkelijker is het dat op de huidige middelbare school jongens juist slechter dan meisjes blijken te scoren in de exacte vakken, die traditioneel juist een groot beroep doen op de visueel-ruimtelijke informatieverwerking.

Onderzoek lijkt erop te wijzen dat dat een gevolg is van het feit dat het onderwijs in de afgelopen vijftien jaar steeds meer op de talige toer is gegaan, ten koste van het visueel-ruimtelijke aspect. Veel meer praten, veel minder abstract redeneren. Ruimtelijke vaardigheden zoals die traditioneel ingebed zijn in de wiskunde, zijn naar de achtergrond gedrongen. Veel meer dan voorheen wordt wiskunde concreet gemaakt en gebruikt in de context van een toepassing. Dat gaat waarschijnlijk ten koste van het abstractievermogen, dat ieder van ons juist hard nodig heeft om zich conceptueel te ontwikkelen.

In de moderne maatschappij houdt leren niet meer op na de middelbare school, of zelfs na een vervolgopleiding. En eigenlijk sluit dit prima aan bij het natuurlijke vermogen van onze hersenen. Ze zijn immers genetisch geprogrammeerd om het lichaam zich te laten aanpassen aan zijn omgeving. En hoewel ze rond het 25e levensjaar volledig zijn volgroeid en gerijpt, blijft het ook daarna essentieel dat ze nieuwe prikkels krijgen. Dat houdt de hersenen actief. Als de omgeving niet verandert, leren de hersenen af om te leren: het is use it or loose it – gebruik het, of verlies het. Natuurlijk zijn er wel degelijk verschillen tussen de hersenen van ouderen en jongeren. Ouderen hebben een groter deel van hun hersenen nodig om bepaalde taken uit te voeren dan jongeren, en de binnenkomende zintuiglijke prikkels worden langzamer doorgegeven en verwerkt. Terwijl jongeren bijvoorbeeld tegelijkertijd kunnen studeren en naar muziek kunnen luisteren, hebben ouderen meer moeite om taken tegelijk uit te voeren. Maar ondanks al deze verschillen, blijven de hersenen flexibel en kunnen ze zich tot op hoge leeftijd aanpassen en kunnen ze tot op hoge leeftijd nieuwe dingen leren. Onderzoek van de laatste jaren heeft aangetoond dat de hersenen veel plastischer zijn dan we ooit hebben gedacht. Vera begint op haar zeventigste nog met een taal cursus Arabisch, en Bram stort zich op een schildercursus. /



Auteur: Bennie Mols
Foto's: 123RF

Met dank aan prof. dr. Jelle Jolles, hoogleraar neuropsychologie en biologische psychologie aan de Universiteit Maatsricht, voor de inhoudelijke informatie over hersenen en leren. Hij is tevens voorzitter van de commissie Hersenen en Leren, die hersenwetenschappers, cognitiewetenschappers, onderwijskundigen en mensen uit de onderwijspraktijk dichter bij elkaar wil brengen.