ENCICLOPÉDIA
sobre o Desenvolvimento
na Primeira Infância

CÉREBRO

Percepção visual e desenvolvimento inicial do cérebro

Teresa Farroni, PhD Enrica Menon, PhD

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, University of Padua, Itália
Centre for Brain and Cognitive Development, School of Psychology, Birkbeck College, University of London, Reino Unido

Dezembro 2008

Introdução

Uma parte significativa de nosso córtex cerebral é dedicada principalmente ao processamento visual. A visão fornece informações sobre nosso ambiente sem necessidade de proximidade, como no caso de sabor, toque ou odor. A visão tem importância primordial em todos os aspectos de nossa vida cotidiana.

Do que se trata

Diferentes áreas do cérebro, assim como diferentes processos de percepção, são responsáveis por funções visuais específicas, tais como a percepção de movimento, cor e profundidade. Existem até mesmo regiões cerebrais específicas que lidam apenas com o reconhecimento facial ou de movimentos biológicos – ou seja, não objetos –, e outras que processam apenas o reconhecimento de objetos. Danos cerebrais localizados que afetam essas regiões podem levar a

©2008-2026 ABILIO | CÉREBRO

distúrbios específicos, como a prosopagnosia, que leva o indivíduo a perder a capacidade de reconhecer rostos, ao passo que o reconhecimento de objetos não é afetado. Portanto, a visão parece ser um ponto de partida adequado para estudar manifestações funcionais do desenvolvimento do cérebro.

Problemas

É difícil determinar se alterações na capacidade visual durante o desenvolvimento são causadas por limitações nas estruturas periféricas – como olho, cristalino e músculos – ou por mudanças ocorridas no interior do cérebro. A capacidade de percepção de bebês é claramente limitada por imaturidades nos sistemas sensórios periféricos – por exemplo, acuidade espacial limitada pela imaturidade da retina. Os circuitos visuais em desenvolvimento podem ser beneficiados pela proteção contra "sobrecarga de informações" causada por muitos detalhes refinados irrelevantes.[1] No entanto, a questão permanece: qual é a principal limitação para o desenvolvimento da percepção?

Contexto de pesquisa

A sensibilidade visual é baixa em primatas recém-nascidos, e desenvolve-se gradualmente até níveis adultos durante os primeiros anos após o nascimento. Inúmeros estudos de desenvolvimento visual descreveram esse processo. Em termos gerais, a sensibilidade ao contraste e a acuidade, medidas em termos psicofísicos, amadurecem por volta dos 5 ou 6 anos de idade em humanos, e por volta de 1 ano de idade em macacos. Medidas comportamentais mostram que sensibilidade e acuidade melhoram ao mesmo tempo, mas medidas eletrofisiológicas sugerem que a sensibilidade dos elementos neurais a contrastes pode amadurecer significativamente mais cedo.[2,3,4,5]

Resultado de pesquisas recentes

Nas últimas décadas, houve avanços consideráveis relativos à nossa compreensão do desenvolvimento da visão nos primeiros anos de vida. Hoje é óbvio que a função visual inclui diversos aspectos que iniciam e amadurecem em momentos diferentes, e que o sistema visual inclui diversas áreas corticais e subcorticais, cada uma com seu próprio papel no processamento de aspectos específicos de informações visuais.[6] O principal avanço foi a capacidade de avaliar diferentes aspectos da função visual – como acuidade, campos visuais ou atenção visual – de forma longitudinal a partir do período neonatal.

©2008-2026 ABILIO | CÉREBRO

Foi possível, então, estabelecer o início e a maturação de cada um desses aspectos em bebês normais, fornecendo dados normativos em função da idade.[7] A utilização combinada de técnicas de neuroimagem e de eletrofisiologia contribuíram para elucidar a correlação entre os diferentes aspectos da função visual e as diferentes áreas do cérebro, e para sugerir possíveis mecanismos de maturação da função visual em crianças normais e em crianças com lesões neonatais no cérebro. Diversos estudos realizados recentemente forneceram evidências de que o desenvolvimento normal da visão depende da integridade de uma rede complexa, que inclui não apenas radiações ópticas e o córtex visual primário, mas também outras áreas corticais e subcorticais – tais como os lobos frontal e temporal ou os gânglios basais – reconhecidamente associadas com a atenção visual e outros aspectos da função visual.[8]

Embora a anatomia de várias vias distintas entre a retina e o cérebro já tenha sido identificada no início do século 20,[9] a distinção funcional entre dois sistemas separados, que definem “onde” um objeto está localizado e “o que” é esse objeto, resulta de estudos pioneiros realizados nas décadas de 1950 e 1960, por meio da observação do efeito de estímulo do cérebro e de lesões cerebrais. Na década de 1970, Bronson sugeriu um modelo de desenvolvimento visual humano no qual a visão do recém-nascido é controlada principalmente no nível subcortical, sendo que a maturação do córtex tem início cerca de dois meses após o nascimento.[10]

A relevância do controle subcortical foi confirmada também por estudos de imagem, que mostraram a capacidade normal de fixar o olhar e acompanhar em bebês que apresentavam lesões occipitais corticais extensas.[11]

Subsequentemente, outros estudos confirmaram que o córtex assume o controle executivo dos módulos subcorticais, e sugeriram também que a função cortical envolve diferentes fluxos ao processar os aspectos específicos da informação visual.[12] Cada um desses aspectos torna-se operacional em diferentes idades, e interage com circuitos subcorticais para formar módulos distintos.[13] Na década de 1980, foi proposto um modelo de função visual que inclui circuitos dorsal e ventral, duas vias corticais diferentes concebidas para processar informações visuais diferentes. Enquanto o circuito dorsal está empenhado em localizar “onde” está um objeto no espaço, tendo o lobo parietal no final dessa trajetória, a via ventral e o lobo temporal estão envolvidos com “o que” é tal objeto, em termos de formato, cor e reconhecimento facial.[14] Outros estudos em apoio a essa teoria foram realizados com primatas, postulando que as respostas a “onde” e “o que” são amplamente controladas pelo córtex, ao passo que as estruturas subcorticais estão envolvidas principalmente com ações “reflexas”.[15] Alguns autores sugeriram

©2008-2026 ABILIO | CÉREBRO

outro modelo, baseado em dois circuitos anatomicamente distintos, denominados parvocelular e magnocelular. Os dois circuitos, morfologicamente distintos no nível de célula ganglionar e núcleo geniculado lateral, projetam-se para partes diferentes do córtex visual primário (V1), e continuam nos circuitos corticais independentes em direção à área específica para cor (V4) e para a área de seleção de movimento (V5). Enquanto o sistema parvocelular é utilizado para formar e colorir a visão, o sistema magnocelular apoia a percepção do movimento e determinados aspectos da visão estereoscópica[16,17] Mais recentemente, Milner e Goodale[18] propuseram outra versão desses modelos, sugerindo que um circuito– o ventral – é utilizado para o processamento perceptual, e o outro – o dorsal – é utilizado para controlar ações.

Enquanto o circuito ventral, contendo áreas especializadas para a percepção facial, foi o sistema sugerido para o processamento de “quem”, o corrente dorsal, responsável por áreas de gerenciamento dos movimentos oculares e de ações para alcançar e apreender, foi sugerido como sistema para o processamento de “como”. Em outras palavras, um sistema é dedicado à decisão sobre o quê e para quem estamos olhando, e o outro decide as respostas adequadas e as ações a serem empreendidas.

Nos primeiros meses de vida, o sistema visual ainda está em desenvolvimento. Do nascimento até a maturidade, o tamanho do olho aumenta em até três vezes, e grande parte desse crescimento é concluído aos 3 anos de idade; um terço do crescimento do diâmetro ocular ocorre no primeiro ano de vida. As informações a seguir apresentam indicadores do desenvolvimento normal da visão em crianças pequenas, do nascimento até os 3 anos de idade, e as implicações relativas para o funcionamento do cérebro.

Em um **bebê prematuro** (conforme o grau de prematuridade): é possível que as pálpebras não estejam totalmente separadas; que a íris não se contraia, nem se dilate; que o sistema de drenagem do humor aquoso não funcione adequadamente; que a coroide não esteja pigmentada; que os vasos sanguíneos da retina sejam imaturos; que as fibras do nervo óptico não estejam mielinizadas; que ainda exista uma membrana pupilar e/ou um sistema hialoide. Implicações funcionais: falta de capacidade para controlar a luminosidade que entra no olho; o sistema visual não está pronto para funcionar.

Ao nascer*:* as pupilas ainda não são capazes de dilatar totalmente; a curvatura do cristalino é quase esférica; a retina (principalmente a mácula) não está totalmente desenvolvida; o bebê é moderadamente hipermetrope e apresenta algum grau de astigmatismo. Implicações funcionais:

©2008-2026 ABILIO | CÉREBRO

o recém-nascido tem baixa capacidade de fixação, capacidade muito limitada para distinguir as cores, campo visual limitado e acuidade visual estimada entre 20/200 e 20/400; devido aos mecanismos de orientação principalmente subcorticais, do nascimento aos 3 meses de idade há uma orientação limitada para alvos isolados; há uma preferência por desenhos em branco e preto, principalmente por padrões xadrez e desenhos com ângulos.

Aos 3 meses de idade*:* tem início o controle cortical dos movimentos oculares e da cabeça, tornando possível a integração para deslocamento de atenção; os sistemas neurais dos circuitos ventral e dorsal começam a contribuir juntos para o comportamento visual do bebê; os movimentos oculares são coordenados na maior parte do tempo; o olhar é atraído não só para objetos em preto e branco, mas também coloridos (amarelos e vermelhos); o bebê é capaz de olhar para pequenos objetos (de aproximadamente 2,5cm ou 1 pol.); têm início a atenção visual e a busca visual; o bebê começa a associar estímulos visuais com um evento – por exemplo, mamadeira e alimentação.

Entre 5 e 6 meses de idade: o bebê é capaz de olhar (examinar visualmente) para um objeto em suas mãos; embora algumas vezes descoordenado, o movimento ocular é mais suave; o bebê tem consciência visual do ambiente (“explora” visualmente), e consegue deslocar o olhar de perto para longe com facilidade; o bebê consegue “estudar” visualmente os objetos que se encontram perto dele e, para fazê-lo, consegue convergir os olhos; consegue fixar o olhar a um metro, ou cerca de três pés de distância; a essa altura, o bebê normalmente consegue coordenar o olhar e a mão (alcance); o bebê consegue interessar-se por objetos que caem e, em geral, fixa o ponto em que o objeto desaparece.

Entre 6 e 9 meses de idade: a acuidade melhora rapidamente (próximo do nível de maturidade); o bebê “explora” visualmente (examina visualmente objetos em suas mãos e observa atividades ao seu redor); consegue trocar o objeto de mão, e pode interessar-se por padrões geométricos.

Entre 9 meses e 1 ano de idade: a criança consegue focar visualmente em um pequeno objeto (de 2mm a 3mm) situado nas proximidades; observa rostos e tenta imitar expressões; busca objetos escondidos após observar a ação de “esconder”; está visualmente alerta para pessoas, objetos e ambientes desconhecidos; consegue diferenciar entre pessoas conhecidas e desconhecidas; a visão estimula e monitora os movimentos em direção ao objeto desejado.

©2008-2026 ABILIO | CÉREBRO

Aos 2 anos de idade: a mielinização do nervo óptico está completa; possui orientação vertical (para cima); todas as habilidades ópticas são suaves e bem-coordenadas; a acuidade é de 20/20 a 20/30 (normal); a criança consegue imitar movimentos, combinar objetos de acordo com propriedades simples (cor, formato) e apontar figuras específicas em um livro.

Entre 2 e 5 anos de idade, as funções cerebrais da criança são caracterizadas por capacidades de processamento sensorial básico próximas às de um adulto. No entanto, o desenvolvimento mais completo dos mecanismos cerebrais que permitem a análise de cenas visuais complexas, objetos e rostos específicos, ocorrerá mais tarde. Embora haja uma boa compreensão básica do mundo social, continuará em desenvolvimento a capacidade de prever intenções e objetivos alheios.

Aos 3 anos de idade: o tecido da retina está maduro; a criança consegue completar um quadro de formas corretamente (com base em sua memória visual), montar quebra-cabeças simples; fazer um desenho grosseiro de um círculo e colocar pinos de 2,5cm (1 pol.) em furos.

Entre 5 e 7 anos de idade: sabe-se que o desenvolvimento das funções básicas das áreas sensoriais precoces do córtex estão concluídas; no entanto, o desenvolvimento funcional de substratos cerebrais para a percepção de cenas visuais complexas leva mais tempo. Essas mudanças envolvem mielinização contínua das conexões e mudanças na densidade das sinapses no córtex pré-frontal. Especificamente, há uma aceleração do crescimento das sinapses, seguida por um período de supressão (poda) de elementos supérfluos na puberdade.

Conclusões

A contribuição do desenvolvimento do sistema periférico (da retina) no surgimento de funções visuais básicas pode explicar apenas parcialmente as melhorias do comportamento visual, indicando que as mudanças ocorridas no cérebro também são importantes.

Podemos concluir que a experiência sensorial em relação ao mundo exterior pode influenciar a forma como o cérebro estabelece conexões após o nascimento; experiências visuais são essenciais para que a visão do bebê possa desenvolver-se normalmente – uma situação do tipo “usar ou perder”; e que o tratamento de doenças oculares infantis comuns deve ter início muito mais cedo do que preconizam as práticas padronizadas.

Referências

1. Turkewitz G, Kenny PA. Limitations on input as a basis for neural organization and perceptual development: a preliminary theoretical statement. *Developmental Psychobiology* 1982;15(4):357-368.

©2008-2026 ABILIO | CÉREBRO

2. Banks MS, Geisler WS, Bennett PJ.The physical limits of grating visibility. *Vision Research* 1987;27(11):1915-1924.
3. Pelli DG..The quantum efficiency of vision. In: Blakemore C, ed. *Vision: Coding and efficiency.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1990.
4. Brown AM. Intrinsic noise and infant visual performance. In: Simons K, ed. *Early visual development: normal and abnormal*. New York, NY: Oxford University Press, 1993
5. Pelli DG, Farell B.Why use noise? *Journal of the Optical Society of America* 1999;16(3):647-653.
6. Atkinson J *The developing visual brain*. New York, NY: Oxford University Press, 2000.
7. Allen D, Tyler CW, Norcia AM. Development of grating acuity and contrast sensitivity on the central and peripheral visual field of the human infant. *Vision Research* 1996;36(13):1945-1953.
8. Cioni G, Fazzi B, Ipata AE, Canapicchi R, van Hof-van Duin J.Correlation between cerebral visual impairment and magnetic resonance imaging in children with neonatal encephalopathy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1996;38(2):120-132.
9. Cajal SR. *Histologie du système nerveux de l'homme et des vertèbrès*. Paris, France: A. Maloine, 1909.
10. Bronson G. The postnatal growth of visual capacity. *Child Development* 1974;45(4):873-890.
11. Dubowitz LM, Mushin J, De Vries L, Arden GB. Visual function in the newborn infant: is it cortically mediated? *Lancet* 1986;1(8490):1139-1141.
12. Zeki S. The distribution of wavelenght and orientation selective cells in different areas of monkey visual cortex. *Proceedings of Royal Society of London Serie B* 1983;217(1209): 449-470.
13. Atkinson J. Human visual development over the first six months of life. A review and a hypothesis. *Human Neurobiolo*gy 1984;3(2):61–74.
14. Ungerleider LG, Mishkin M.Two cortical visual systems. In: Ingle DJ, Goodale MA, Mansfield RJW, eds. *Analysis of visual behaviour*. Cambridge, MA: MIT Press; 1982:549-586.
15. Zeki S. *A vision of the brain*. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications; 1993.
16. Van Essen DC, Maunsell JHR. Hierarchical organization and functional streams in visual cortex. *Trends of Neuroscience* 1986;6(9):370-375.
17. Livingstone M, Hubel DH. Segregation of form, colour, movement and depth: anatomy, physiology and perception. *Science* 1988;240(4853):740-749.
18. Milner AD, Goodale MA. The visual brain in action. Oxford, UK : Oxford University Press, 1995.

©2008-2026 ABILIO | CÉREBRO