

## Neurociência na Educação

Amauri. B. Bartoszeck\*

\*Professor visitante, Laboratório de Neurofisiologia, Instituto de Saúde Dr. Bezerra de Menezes, Faculdades Integradas Espirita, Curitiba, Brasil, e-mail: [abartoszeck@hotmail.com](mailto:abartoszeck@hotmail.com); bartoszek@ufpr.br.

### Resumo.

A neurociência é uma disciplina recente agrupando neurologia, psicologia e biologia. Nos últimos anos muitos aspectos da fisiologia, bioquímica, farmacologia e estrutura do sistema nervoso de invertebrados e o cérebro de vertebrados foram elucidados. Estudos fundamentais sobre a função da percepção, emoções, aprendizagem & memória mostraram significativo progresso, especialmente adotando abordagens da neurociência cognitiva. Aprendizagem e educação podem ser estudadas

como um novo campo das ciências naturais, variando de ambiente fetal até a idade adulta avançada. A alfabetização em neurociência reveste-se de importância para o cotidiano, ajudando a população a ter melhor entendimento de si e dos avanços científicos, evitando especulações e a crença em neuromitologias. São esquematizadas implicações educacionais a partir dos princípios de neurociência.

Palavras-chave: neurociência, alfabetização em neurociência, neurociência cognitiva, ambientes de aprendizagem.

### Abstract.

Neuroscience is a relatively new discipline joining neurology, psychology and biology. In the last few years many aspects of the physiology, biochemistry, pharmacology and structure of the invertebrate nervous system and of the vertebrate brain have been elucidated. Studies of basic perception, emotion and learning & memory functions are making substantial progress, specially adopting

approaches from cognitive neuroscience. Learning and education can be studied as a new field of natural sciences, ranging from fetal environment up to adult old age. Neuroscience literacy is important to every day life and help people understand themselves and scientific advancements, avoiding sheer speculations and belief in neuromyths. Neuroscience principles and classroom implications are outlined

Key-words: neuroscience, neuroscience literacy, cognitive neuroscience, learning environments.

### Introdução

A neurociência é uma das áreas do conhecimento biológico que utiliza os achados de subáreas que a compõe, por exemplo, a neurofisiologia, a neurofarmacologia, o eixo psiconeuro-endócrino, a psicologia evolutiva, o neuroimageamento, a fim de esclarecer como funciona o sistema nervoso (Purpura, 1992; Purves et al., 1997; Kandel et al., 2000; Lent, 2001).

O desenvolvimento de técnicas modernas para o estudo da atividade cerebral em crianças, adolescentes e adultos, durante a realização de tarefas cognitivas, tem permitido uma investigação mais precisa dos circuitos neuronais durante seu funcionamento, que geram as capacidades intelectuais humanas, como linguagem, criatividade, raciocínio (Rocha & Rocha, 2000).

Os circuitos neuronais são responsáveis pelas funções básicas do nosso sistema nervoso bem como de outros animais. No caso humano determinam como nos comportamos como indivíduos. Nossas emoções vivenciadas como medo, raiva e as situações prazerosas da vida originam-se da atividade dos circuitos neuronais no cérebro (Johnston, 1999; LeDoux, 2002).

Nossa habilidade de pensar e armazenar lembranças depende de atividades físico-químicas complexas que ocorrem nos circuitos neuronais (Dudai, 1989; Rose, 1992; Schacter, 1996; Fields, 2005). Os circuitos neuronais existentes no cérebro e medula espinhal programam todos nossos movimentos, desde colocar fio no buraco da agulha até chutar uma bola na partida de futebol. Este entrelaçado de processos neuronais também controla inúmeras funções no organismo humano. Por exemplo, a manutenção da temperatura

corporal, a pressão sanguínea são controlados automaticamente, fazendo com que nosso corpo fique em atividade, sem que tomemos conhecimento do que os circuitos neuronais estão fazendo.

São funções autônomas orquestradas pelos circuitos neuronais, e ocorrem de forma não consciente (Rocha, 1999; Beatty, 2001). A biologia elementar mostra claramente que qualquer animal é o produto de complexa interação entre sua genética e os fatores ambientais (Werner, 1997). Nos primórdios da história dos seres vivos elementares, a evolução aquinhoava vantagens competitivas aos animais cujo sistema nervoso pudesse fazer projeções antecipadas, de acontecimentos baseadas em correlações do passado. O cérebro que aprende confere vantagens adaptativas ao seu possuidor na procura de alimentos, parceiros sexuais, localização de abrigos e evitar perigos, garantindo maior longevidade (Churchland & Churchland, 2002; Churchland, 2004).

#### Alfabetização em Neurociência.

Baseada no conceito amplo de alfabetização científica (Lacerda, 1997; Freire-Maia; Bizzo, 1998) a alfabetização em neurociência pode ser definida como o entendimento dos processos e conceitos para a compreensão de tópicos relativos às doenças do cérebro e distúrbios do comportamento. Também se ocupa dos mecanismos saudáveis de sua função cerebral regular (Livingstone, 1973; Nyslinski, 2001; Herculano-Houzel, 2002)

Os frutos da alfabetização científica para a sociedade em geral e o indivíduo em particular incluem:

1- uso do conhecimento em neurociência para a concepção de ambientes para a participação social de indivíduos portadores de características específicas de processamento pelo sistema nervoso;

2- tomada de decisões esclarecidas em caráter pessoal ou familiar em relação à saúde, como suporte para o bom funcionamento do sistema nervoso na faixa etária de criança a adulto;

3- aplicação do conhecimento neurocientífico para o bom desenvolvimento e funcionamento do cérebro de recém-nascidos, crianças, adolescente e adultos;

4- o entendimento e o desenvolvimento de postura crítica frente a pesquisa e material neurocientífico veiculado pela mídia (adaptado de Zardetto-Smith et al., 2002).

#### Crianças & Neurociência.

As crianças por natureza têm espírito inquisidor e inquieto. Logo aprendem (e mesmo no final da vida uterina) a coletar informação do mundo interno & externo, por meio de receptores e dos órgãos sensoriais. Estes lhes trazem as sensações primárias que logo se tornam percepções gustativas, olfativas, auditivas, visuais e táteis. À medida que amadurecem aperfeiçoam a interpretação de seu ambiente e melhoram a tomada de decisões, baseadas nestas informações (Eliot, 1999).

Na população em geral, e em alguns casos crianças em idade escolar, podem estar afetados por patologias neurológicas ou distúrbios afetivos. Não é incomum membros da família mais idosos como tios, avôs, devido a longevidade atual maior, estarem acometidos por doenças como Alzheimer e Parkinson. Mesmo na sala de aula as crianças convivem com colegas com dificuldades de aprendizagem (déficit de atenção, hiperatividade, dislexia, Bossa, 2000; Cameron & Chudler, 2003). Por outro lado, há evidência, com aumento substancial no ensino médio, documentada do uso de álcool, cigarro e maconha precocemente já na escola primária (ensino fundamental), com aumento significativo no ensino médio (Wilson et al., 2002).

Diferentemente do que ocorre nos países desenvolvidos, curiosamente a população adulta brasileira mostra um interesse diminuído por tópicos relativos a doenças do sistema nervoso, consumo abusivo de drogas e atividade motora. A preferência recai em aspectos de memória, consciência, emoção e desenvolvimento do sistema nervoso (Herculano-Houzel, 2003). Observa-se que crianças estão mais interessadas no funcionamento normal do cérebro, do que no cérebro doente, indicando portanto, que políticas educacionais devem ser implementadas neste sentido. Os currículos devem incentivar a alfabetização científica (Zardetto-Smith et al., 2000).

#### Aprendizagem e Educação.

O aprender e o lembrar do estudante ocorre no seu cérebro. Conhecer como o cérebro funciona não é a mesma coisa do que saber qual é a melhor maneira de ajudar os alunos a aprender. A aprendizagem e a educação estão intimamente ligados ao desenvolvimento do cérebro, o qual é moldável aos estímulos do ambiente (Fischer & Rose, 1998). Os estímulos do ambiente levam os neurônios a formar novas sinapses. Assim, a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativando sinapses, tornado-as mais "intensas". Como consequência estas

constituem-se em circuitos que processam as informações, com capacidade de armazenamento molecular (Shepherd, 1994; Mussak, 1999; Koizumi, 2004).

O estudo da aprendizagem une a educação com a neurociência (Livingstone, 1973; Saavedra, 2002; Mari, 2002, Flores, 2003). A neurociência investiga o processo de como o cérebro aprende e lembra, desde o nível molecular e celular até as áreas corticais. A formação de padrões de atividade neural considera-se que correspondam a determinados “estados & representações mentais” (Kelso, 1995; Shepherd, 1998). O ensino bem sucedido provocando alteração na taxa de conexão sináptica, afeta a função cerebral. Por certo, isto também depende da natureza do currículo, da capacidade do professor, do método de ensino, do contexto da sala de aula e da família e comunidade.

Todos estes fatores interagem com as características do cérebro dos indivíduos (Lowery, 1998; Westwater & Wolfe, 2000; Ramos, 2002). A alimentação afeta o cérebro da criança em idade escolar. Se a dieta é de baixa qualidade, o aluno não responde adequadamente à excelência do ensino fornecido (Given, 1998).

#### Neurociência cognitiva & Educação.

A neurociência cognitiva (Gazzaniga et al., 2002) utiliza vários métodos de investigação (por ex. tempo de reação, eletroencefalograma, lesões em estruturas neurais em animais de laboratório, neuroimageamento) a fim de estabelecer relações cérebro & cognição em áreas relevantes para a educação. Está abordagem permitirá o diagnóstico precoce de transtornos de aprendizagem. Este fato exigirá métodos de educação especial, ao mesmo tempo a identificação de estilos individuais de aprendizagem e a descoberta da melhor maneira de introduzir informação nova no contexto escolar (Byrnes & Fox, 1998).

Investigações focalizadas no cérebro averiguando aspectos de atenção, memória, linguagem, leitura, matemática, sono e emoção & cognição, estão trazendo valiosas

contribuições para a educação (Berninger & Corina, 1998; Stanovich, 1998; Brown & Bjorklund, 1998; Geake & Cooper, 2003; Geake, 2004).

Pesquisadores em educação têm uma postura otimista de que as descobertas em neurociências contribuam para a teoria e práticas educacionais. Destarte, uma avalanche de artigos leigos em jornais diários e revistas de divulgação e mesmo periódicos científicos, têm exagerando os benefícios desta contribuição, variando daqueles totalmente especulativos àqueles incompreensíveis e esotéricos (Bruer, 1997; 1998; 1999). Exemplos incluem empreendimentos para desenvolver currículo sob medida, para atender fraqueza/excelência daqueles alunos que usam preferencialmente um dos hemisférios. Este “neuromito” é uma informação infundada do que a neurociência pode oferecer à educação (Williams, 1996; Springer & Deutsch, 1998; OCDE, 2003).

Alternativamente à proposta de John Bruer (1997; 2002) o qual argumenta que a neurociência possivelmente nunca contribuirá para a educação devido a desarticulação de conhecimentos entre as duas áreas, contrapõe-se a postura de Connell (2004). O pesquisador da Universidade Harvard argumenta que, introduzindo o “nível de análise” com agregação da neurociência computacional, elimina as fronteiras específicas. Assim, a neurociência, psicologia & ciências cognitivas somadas à educação, trazem novo enquadramento e integração destas áreas do conhecimento (Anderson, 1992; McKnight & Walberg, 1998)

#### Neurociência e prática educativa.

A pesquisa em neurociência por si só não introduz novas estratégias educacionais. Contudo fornece razões importantes e concretas, não especulativas, porque certas abordagens e estratégias educativas são mais eficientes que outras (Reynolds, 2000; Smilkstein, 2003). A tabela 1 sugere como o cérebro aprende em determinado ambiente de sala de aula.

Tabela 1. Princípios da neurociência com potencial aplicação no ambiente de sala de aula

Princípios da neurociência	Ambiente de sala de aula
1. Aprendizagem & memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem	Aprendizagem sendo atividade social, alunos precisam de oportunidades para discutir tópicos. Ambiente tranquilo encoraja o estudante a expor seus sentimentos e idéias.
2. O cérebro se modifica aos poucos fisiológica e estruturalmente como resultado da experiência.	Aulas práticas/exercícios físicos com envolvimento ativo dos participantes fazem associações entre experiências prévias com o entendimento atual.
3. o cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.	Ajuste de expectativas e padrões de desempenho às características etárias específicas dos alunos, uso de unidades temáticas integradoras.
4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.	Estudantes precisam sentir-se “detentores” das atividades e temas que são relevantes para suas vidas. Atividades pré-selecionadas com possibilidade de escolha das tarefas, aumenta a responsabilidade do aluno no seu aprendizado.
5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.	Situações que reflitam o contexto da vida real, de forma que a informação nova se “ancore” na compreensão anterior.
6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.	Promover situações em que se aceite tentativas e aproximações ao gerar hipóteses e apresentação de evidências. Uso de resolução de “casos” e simulações.
7. O cérebro responde, devido a herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.	Propiciar ocasiões para alunos expressarem conhecimento através das artes visuais, música e dramatizações.

(Modificado de Rushton & Larkin, 2001; Rushton et al., 2003).

### **Conclusão**

A neurociência oferece um grande potencial para nortear a pesquisa educacional e futura aplicação em sala de aula. Pouco se publicou para análise retrospectiva. Contudo, faz-se necessário construir pontes entre a neurociência e a prática educacional. Há forte indicação de que a neurociência cognitiva está bem colocada para fazer esta ligação de saberes. Políticas educacionais devem ser planejadas através da alfabetização em neurociência, como forma de envolver o público em geral além dos educadores. É preciso aprofundar o estudo de ambientes educativos não tradicionais, que privilegiem oportunidades para que os alunos desenvolvam entendimento, e que possam construir significado à partir de aplicações no mundo real.

### **Referências**

- Anderson, O. R. (1992). Some interrelations between constructivist models of learning and current neurobiological theory, with implications for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10):1037-1058.
- Beatty, J. (2001). *The human brain: essentials of behavioral neuroscience*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Berninger, V. W., Corina, D. (1998). Making cognitive neuroscience educationally relevant: creating bidirectional collaborations between educational psychology and cognitive neuroscience. *Educational Psychology Review*, 10(3):343-354.
- Bizzo, N. (1998). *Ciências: fácil ou difícil*. São Paulo, SP: Editora Ática.
- Bossa, N. A. (2000). *Dificuldades de aprendizagem: o que são? Como tratá-las*. Porto Alegre, RS: Artmed Editora.
- Bransford, J. D., Brow, A. L., Cocking, R. R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Brown, R. D., Bjorklund, D. F. (1998). The biologizing of cognition, development and education: approach with cautious enthusiasm. *Educational Psychology Review*, 10(3):355-373.
- Bruer, J. T. (1997). Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8):4-16.
- Bruer, J. T. (1998). Brain science, brain fiction. *Educational Leadership*, 56(3):14-18.

- Bruer, J. T. (1999). *The myth of the first three years: a new understanding of early brain development and lifelong learning*. New York, NY: The Free Press.
- Bruer, J. T. (2002). Avoiding the pediatrician's error: how neuroscientists can help educators (and themselves). *Nature Neuroscience supplement*, 5:1031-1033.
- Byrnes, J. P., Fox, N. A. (1998). The educational relevance of research in cognitive neuroscience. *Educational Psychology Review*, 10(3):297-342.
- Cameron, W., Chudler, E. (2003). A role for neuroscientist in engaging young minds. *Nature Reviews*, 4:1-6.
- Churchland, P. S. (2004). How neurons know? *Deadalus*, 133(1):42-50.
- Churchland, P.S., Churchland, P. S. (2002). Neural worlds and real words, *Nature Reviews Neuroscience*, 3(11):903-907.
- Connell, M. W. (2004). A response to John Bruer's bridge too far. *AERA Annual Conference Abstract*, San Diego, CA, 32p.
- Dudai, Y. (1989). *The neurobiology of memory: concepts, findings, trends*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Eliot, L. (1999). *What's going on in there?-how the brain and mind develop in the first five years of life*. New York, NY: Bantam Books.
- Fields, R. D. (2005). Memórias que ficam. *Scientific American Brasil*, 34:61-67.
- Fischer, K. W., Rose, S. P. (1998). Growth cycles of the brain and mind. *Educational Leadership*, 56(3):56-60.
- Flores, R. Z. (2002). Neurociências: as conseqüências da valorização do neurônio. Em: Mota, R., Flores, R. Z., Sepel, L., Loreto, E. (orgs.) *Método científico & fronteiras do conhecimento*. Pp.141-156. Santa Maria, RS: CESMA.
- Freire-Maia, N. (1997). *A ciência por dentro*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B. (2002). *Cognitive Neuroscience: the biology of the mind*. New York, NY: W. W. Norton.
- Geake, J. (2004). Cognitive neuroscience and education: two-way traffic or one-way street? *Westminster Studies in Education*, 27(1):87-98.
- Geake, J., Cooper, P. (2003). Cognitive neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26(1):720.
- Given, B. K. (1998). Food for thought. *Educational Leadership*, 56(3):68-71.
- Herculano-Houzel, S. (2002). Do you know your brain? A survey on the public neuroscience literacy at the closing of the decade of the brain. *The Neuroscientist*, 8(2):98-110.
- Herculano-Houzel, S. (2003). What does the public want to know about the brain? *Nature Neuroscience*, 6:325.
- Johnston, V. S. (1999). *Why we feel: the science of human emotions*. Cambridge, MA: Perseus Books.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M. (2000). *Principles of neural science*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic patterns: the self-organization of brain and behavior*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Koizumi, H. (2004). The concept of developing the brain: a new science of learning and education. *Brain & Development*, 26:433-441.
- Lacerda, G. (1997). *Alfabetização científica e formação profissional*. *Educação & Sociedade*, 18(60):91-108.
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. New York, NY: Touchstone.
- LeDoux, J. (2002). *Synaptic self: how our brains become who we are*. New York, NY: Viking Penguin.
- Lent, R. (2001). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociências*. São Paulo, SP: Editora Atheneu.
- Livingston, R. B. (1973). Neuroscience and education. *Prospects*, 3(4):415-437.
- Lowery, L. (1998). How new science curricula reflect brain research. *Educational Leadership*, 56(3):26-30.
- McKnight, K. S., Walberg, H. J. (1998). Neural network analysis of student essays. *Journal of Research & Development in Education*, 32(1):26-31.
- Mussak, E. (1999). *Cérebro de Estudante: e você sempre será um*. Campinas, SP: Gráfica e Editora Paes.
- Myslinski, N. R. (2001). A revolution in brain literacy. *Cerebrum*, 3(4):60-73.
- OCDE-Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos. (2002). *Compreendendo o cérebro*. São Paulo, SP: Editora SENAC.
- Pereira, C. D. (2002). Neurociência e educação. Em: Martins, R.P., Mari, H. (orgs.) *Universo do Conhecimento*. Pp. 221-241. Belo Horizonte, MG: Faculdade de Letras da UFMG.
- Purpura, P.D. (1992). A neuroscience curriculum. Em: Marston, R. Q., Jones, R. M. (eds). *Medical Education in transition*. Pp. 58-66. Princeton, NJ: Robert Wood Johnson Foundation.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., La Mantia, A-S., McNamara, J. O. (1997). *Neuroscience*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

- Ramos, C. (2002). *O despertar do gênio: aprendendo com o cérebro inteiro*. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark Editora.
- Reynolds, S. (2000). *Learning is a verb: the psychology of teaching and learning*. Scottsdale, AZ: Holcomb Hathaway Publishers.
- Rocha, A. F. (1999). *O cérebro: um breve relato de sua função*. Jundiaí, SP: EINA.
- Rocha, A. F., Rocha, M. T. (2000). *O cérebro na Escola*. Jundiaí, SP: EINA.
- Rose, S. (1992). *The making of memory: from molecules to mind*. New York, NY: Anchor Books.
- Rushton, S. P., Eitelgeorge, J., Zickafoose, R. (2003). Connecting Brian Cambourne's conditions of learning theory to brain/mind principles: implications for early childhood educators. *Early Childhood Education Journal*, 31(1):11-21.
- Rushton, S., Larkin, E. (2001). Shaping the learning environment: connecting developmentally appropriate practices to brain research. *Early Childhood Education Journal*, 29(1):25-33.
- Saavedra, M. A. (2002). Algunas contribuciones de las neurociencias a la educación. *Revista Enfoques Educativos*, 4(1):65-73.
- Schacter, D. L. (1996). *Searching for memory: the brain, the mind and the past*. New York, NY: Basic Books.
- Shepherd, G. M. (1994). *Neurobiology*. 3a. ed., New York, NY: Oxford University Press.
- Shepherd, G. M. (1998). *The synaptic organization of the brain*. 4<sup>th</sup> ed., New York, NY: Oxford University Press.
- Smilkstein, R. (2003). *We're born to learn: using the brain's natural learning process to create today's curriculum*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Springer, S. P., Deutsch, G. (1998). *Cérebro esquerdo, cérebro direito*. São Paulo, SP: Summus Editorial.
- Stanovich, K. E. (1998). Cognitive neuroscience and educational psychology: what season is it? *Educational Psychology Review*, 10(4): 419-426.
- Werner, D. (1997). *O pensamento de animais e intelectuais: evolução e epistemologia*. Florianópolis, SC: Editora UFSC.
- Westwater, A., Wolfe, P. (2000). The brain-compatible curriculum. *Educational Leadership*, 58(3):49-52.
- Williams, L. V. (1986). *Teaching for the two-sided mind: a guide to right brain/left brain education*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Wilson, N. V., Battistich, V., Syme, S. L., Boyce, W. T. (2002). Does elementary school alcohol, tobacco and marijuana use increase middle school risk? *Journal of Adolescent Health*, 30:442-447.
- Zardetto-Smith, A. M., Mu K., Phelps, C.L., Houtz, L. E., Royeen, C. B. (2002). Brains rule! Fun=learning=neuroscience literacy. *The Neuroscientist*, 8(5): 396-404.

Amauri Betini Bartoszeck\*

\* Professor Adjunto de Fisiologia, Fellow in Basic Medical Science Education, U. W. ; Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Neurociência & Educação, e-mail: [bartoszek@ufpr.br](mailto:bartoszek@ufpr.br); [abartoszeck@hotmail.com](mailto:abartoszeck@hotmail.com), Correspondência: Cx. Postal 2276, 80011-970 Curitiba, PR -Brasil.