

O DIÁLOGO ENTRE A NEUROCIÊNCIA E A EDUCAÇÃO: DA EUFORIA AOS DESAFIOS E POSSIBILIDADES

Leonor Bezerra Guerra

Bacharel em Medicina, Mestre em Fisiologia, Doutora em Morfologia pela UFMG. Especialista em Neuropsicologia pela Universidade FUMEC. Professora adjunta de Neuroanatomia no Departamento de Morfologia/ICB/UFMG. Docente do Programa de PG em Neurociências e Coordenadora do Projeto NeuroEduca/UFMG.

Viver é interagir. Desde o nascimento o homem interage com seu ambiente através dos mais variados comportamentos. Os comportamentos que adquirimos ao longo de nossas vidas resultam do que chamamos de aprendizagem ou aprendizado. Aprender é uma característica intrínseca do ser humano, essencial para sua sobrevivência (Kolb; Whishaw, 2002). Comumente diz-se que **alguém aprende quando adquire atitudes, habilidades, conhecimentos, competências para se adaptar a novas situações, para resolver problemas**, para realizar tarefas diárias importantes para a sobrevivência e para implementar estratégias em busca de saúde, de realização pessoal e em sociedade, de melhor qualidade de vida, enfim, em busca de viver bem e em paz. A educação visa ao desenvolvimento de novos comportamentos num indivíduo, proporcionando-lhe recursos que lhe permitam transformar sua prática e o mundo em que vive. **Aprendemos o que é útil para a nossa sobrevivência e/ou que nos proporciona prazer.** Educar é **proporcionar oportunidades e orientação para aprendizagem**, para aquisição de novos comportamentos. Aprendizagem, por sua vez, **requer várias funções mentais** como atenção, memória, percepção, emoção, função executiva, entre outras. E, portanto, depende do cérebro.

O Sistema Nervoso (SN), por meio de seu integrante mais complexo, o cérebro, recebe e **processa os estímulos ambientais e elabora respostas adaptativas** que garantem a sobrevivência do indivíduo e a preservação da espécie (Halpern; O'Connell, 2000; Ferrari et al., 2001). A evolução nos garantiu um **cérebro capaz de aprender, para garantir nosso bem-estar e sobrevivência e não para ter sucesso na escola.** A menos que o bom desempenho escolar signifique esse bem-estar e sobrevivência do indivíduo. Na escola o aluno aprende o que é significativo e relevante para o contexto atual de sua vida. Se a “sobrevivência” é a nota, o cérebro do aprendiz selecionará **estratégias que levem à obtenção da nota e não, necessariamente, à aquisição das novas competência**.

O comportamento humano resulta da atividade do SN, do conjunto de células nervosas, ou redes neurais, que o constituem. O comportamento depende do número de neurônios e de suas

substâncias químicas, da atividade destas células, da forma como neurônios se Informaçãõ, para o neurônio, é a alteração das suas características eletroquímicas. Quando o indivíduo está em interação com o mundo, exibindo um comportamento, vários conjuntos de neurônios, em diferentes áreas do SN estão em funcionamento, ativados, trocando informações. As funções mentais são produzidas pela atividade do SN e resultam do cérebro em funcionamento. Funções relacionadas à cognição e às emoções, presentes no cotidiano e nas relações sociais, como sentir e perceber, gostar e rir, dormir e comer, falar e se movimentar, compreender e calcular, ter atenção, lembrar e esquecer, planejar, julgar e decidir, ajudar, pensar, imaginar, se emocionar, são comportamentos que dependem do funcionamento do cérebro. Educar e aprender também (Kolb; Whishaw, 2002).

Se os comportamentos dependem do cérebro, a aquisição de novos comportamentos também resulta de processos que ocorrem no cérebro do aprendiz. E, portanto, o cérebro é o órgão da aprendizagem. As **estratégias pedagógicas utilizadas por educadores durante o processo ensino-aprendizagem são estímulos que produzem a reorganização do SN em desenvolvimento, resultando em mudanças comportamentais**. Cotidianamente, educadores, pais e professores, atuam como agentes nas mudanças neurobiológicas que levam à aprendizagem, embora conheçam muito pouco sobre como o cérebro funciona (Scaldfarri; Guerra, 2002; Coch; Ansari, 2009).

O conhecimento sobre o funcionamento do SN, especialmente do cérebro, cresceu muito nos últimos anos, devido, principalmente, à chamada Década do Cérebro (1990-1999) que deu grande impulso às neurociências, ou seja, aos diversos ramos das ciências que se dedicam às investigações e estudos sobre o SN. As neurociências estudam as moléculas que constituem os neurônios, os órgãos do SN e suas funções específicas e o comportamento humano resultante da atividade dessas estruturas. Os avanços das técnicas de neuroimagem e eletrofisiologia, e aqueles obtidos pela genética e pela neurociência cognitiva possibilitaram o estudo das áreas cerebrais envolvidas em funções cognitivas específicas e esclareceram muitos aspectos do funcionamento do SN (Albright; Kandel; Posner, 2000; Geake; Cooper, 2003). Embora os processos cognitivos ainda não sejam integralmente conhecidos, devido às limitações técnicas e éticas que o estudo do comportamento humano impõe, grande progresso já foi alcançado, incluindo descobertas que permitiram uma **abordagem mais científica do processo ensino-aprendizagem porque esclarecem alguns dos mecanismos cerebrais responsáveis por funções mentais importantes na aprendizagem** (Blakemore; Frith, 2005; [Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos, 2007](#)).

Essas descobertas ultrapassaram os nichos acadêmicos e se estenderam às outras áreas do conhecimento e entre elas, a educação. Além disso, por meio da divulgação científica, mediada por poderosos veículos de comunicação, mas nem sempre fidedignos aos achados científicos, como televisão, jornal, revistas, livros e internet, essas descobertas foram e são compartilhadas com o público. Este tem ao seu alcance, tanto informações confiáveis e esclarecedoras, quanto inferências

e conclusões equivocadas, denominadas “neuromitos”, que geram aplicações e práticas sem comprovação científica (Mason, 2009). A divulgação científica de qualidade é imprescindível para a melhoria da qualidade de vida da população e tem benefícios enormes (Herculano-Houzel, 2007), mas requer ética e compromisso científico e social (Sheridan; Zinchenko; Gardner, 2006; Silva; Guerra, 2009;).

Assim, educadores e administradores de políticas públicas de educação tiveram oportunidade de reconhecer o cérebro como o órgão da aprendizagem e perceberam sua participação nas mudanças neurobiológicas que levam ao aprendizado. Qual seria, então, a contribuição das neurociências, da neurobiologia para a Educação? O conhecimento sobre funcionamento do cérebro poderia contribuir para o processo ensino-aprendizagem mediado pelo educador? Assim, no final da década de 2000, estabeleceu-se a interface ente as neurociências e a educação, denominada “mind, brain and education” (MBE) ou “mente, cérebro e educação” (MCE) (OCDE, 2003; Goswami, 2004; Goswami, 2005; Posner; Rothbart, 2005; Stern, 2005).

As neurociências são ciências naturais, que descobrem os princípios da estrutura e do funcionamento neurais, proporcionando compreensão dos fenômenos observados. A Educação tem outra natureza e sua finalidade é criar condições (estratégias pedagógicas, ambiente favorável, infraestrutura material e recursos humanos) que atendam a um objetivo específico, por exemplo, o desenvolvimento de competências pelo aprendiz, num contexto particular. A educação não é investigada e explicada da mesma forma que a neurotransmissão. Ela não é regulada apenas por leis físicas, mas também por aspectos humanos que incluem sala de aula, dinâmica do processo ensino-aprendizagem, escola, família, comunidade, políticas públicas. Descobertas em neurociências não se aplicam direta e imediatamente na escola. A aplicação desse conhecimento no contexto educacional tem limitações. As neurociências podem informar a educação, mas não explicá-la ou fornecer prescrições, receitas que garantam resultados. Teorias psicológicas baseadas nos mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem podem inspirar objetivos e estratégias educacionais. O trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente se ele conhece o funcionamento cerebral, o que lhe possibilita desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais adequadas (Ansari, 2005; Ansari; Coch, 2006; Goswami, 2006; Coch; Ansari, 2009; Cubelli, 2009; Mason, 2009; Willingham, 2009). Contribuem para o cotidiano do educador: conhecer a organização e as funções do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos da linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as potencialidades e as limitações SN, as dificuldades para aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas (Koizumi, 2004; Rotta; Ohlweiler; Riesgo, 2006; Blake; Gardner, 2007). Mas, saber como o cérebro “aprende” não é suficiente para realização da “mágica do ensinar e aprender”.

Observa-se um excessivo otimismo em relação às contribuições das neurociências para a teoria e prática educacionais. Experimente pesquisar “neurociência e educação” no www.google.com, www.scielo.org ou www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed e compare as três pesquisas. Verifica-se uma cautela dos cientistas, que apontam aspectos importantes a serem considerados em relação ao diálogo entre as neurociências e a educação. É necessário o estabelecimento de uma linguagem mediadora entre as duas áreas, que esclareça as descobertas científicas e sua real possibilidade de utilização na educação. Isso demanda seriedade e compromisso ético dos meios de divulgação científica e o julgamento crítico do público alvo para que este conhecimento se aplique adequadamente no cotidiano escolar. É importante entender a diferença entre conhecer os mecanismos cerebrais, compreender os processos mentais resultantes destes e aplicá-los na prática pedagógica. É imprescindível a investigação, rigorosa e científica, dos achados das neurociências aplicados à sala de aula, antes que se estabeleça qualquer aplicação educacional. A falta de conhecimento dos neurocientistas sobre o processo ensino-aprendizagem na sala de aula e sobre metodologia e teoria educacionais básicas é mais um fator a ser contornado. A psicologia educacional, desempenhada por educadores capacitados em neurociências básicas, poderá contribuir para o uso adequado dos achados das neurociências e para a colaboração entre as duas áreas. A inclusão dos fundamentos neurobiológicos do processo ensino-aprendizagem na formação inicial do educador proporcionará nova e diferente perspectiva da educação e de suas estratégias pedagógicas, influenciando também a compreensão dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e antropológicos tradicionalmente estudados pelos pedagogos. As teorias de Piaget, Wallon, Vigotsky e mesmo a Pedagogia Inaciana estarão sujeitos a novos significados sob o olhar das neurociências (Howard-Jones, 2005; Anderson; Reid, 2009; Coch; Ansari, 2009; Cubelli, 2009; Mason, 2009; Willingham, 2009).

O educador tem procurado se capacitar em neurociências participando de congressos, cursos de curta-duração e pós-graduações com a expectativa de que essa formação possa contribuir para a resolução dos problemas na escola. É importante esclarecer que as neurociências não propõem uma nova pedagogia e nem constituem uma panacéia para a solução das dificuldades da aprendizagem e dos problemas da educação. Elas fundamentam a prática pedagógica que já se realiza, demonstrando que, estratégias pedagógicas que respeitam a forma como o cérebro funciona, tendem a ser mais eficientes. Segundo Stern (2005), a neurociência por si só não pode fornecer o conhecimento específico necessário para elaboração de ambientes de aprendizagem em áreas de conteúdo escolar específicas, particulares. Mas fornecendo “insights” sobre as capacidades e limitações do cérebro durante o processo de aprendizagem, a neurociência pode ajudar a explicar porque alguns ambientes de aprendizagem funcionam e outros não.

Sem dúvida, já existem contribuições das neurociências que fundamentam a prática educacional (Kolb; Whishaw, 2002; Koizumi, 2004; Blakemore; Frith, 2005; Herculano-Houzel, 2005; Rotta; Ohlweiler; Riesgo, 2006; Blake; Gardner, 2007; [Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos](#), 2007). Embora não seja possível, a partir delas, prescrever receitas para a solução dos problemas da educação, conhecer a aprendizagem numa perspectiva neurobiológica pode auxiliar educadores, professores e pais, a compreender alguns aspectos das dificuldades para aprendizagem e inspirar práticas educacionais cotidianas.

Sabemos que os cuidados com o pré-natal são fundamentais para o desenvolvimento adequado do SN. Neste período, estruturas cerebrais são formadas e conexões entre células nervosas – sinapses - determinadas geneticamente, são estabelecidas, garantindo a organização estrutural e funcional fundamental para comportamentos típicos da espécie, como andar, se comunicar, sugar, expressar emoções, entre outros. Deficiências nutricionais, ingestão de certas substâncias químicas, infecção por vírus e protozoários, exposição a radiações e até informações genéticas ou cromossômicas erradas (síndromes de Williams, Down, Asperger, autismo, dislexia, etc.) podem alterar a estrutura básica do SN. **A criança que tem um SN diferente apresentará comportamentos, habilidades limitações e potencialidades cognitivas distintas das demais e poderá demandar estratégias de aprendizagem alternativas.**

Após o nascimento, a interação do bebê com o meio em que vive e os cuidados na primeira infância são muito significativos. Este é um período receptivo, de intenso desenvolvimento do SN, no qual as redes neurais são mais sensíveis às mudanças, quando novos comportamentos podem ser progressivamente adquiridos, preparando o cérebro para novas e mais complexas aprendizagens. **A educação infantil e a exposição a estímulos sensoriais, motores, emocionais e sociais variados, freqüentes e repetidos nessa fase contribuirá para a manutenção das sinapses já estabelecidas, com preservação de comportamentos com os quais nascemos, e para a formação de novas sinapses, resultando em novos comportamentos.** Falta de estimulação pode levar a perda de sinapses. Crianças pouco estimuladas nos primeiros anos de vida podem apresentar dificuldade para a aprendizagem, porque o cérebro delas ainda não teve a oportunidade de utilizar todo o potencial de reorganização de suas redes neurais. Embora necessitem de mais estímulos e estratégias alternativas de aprendizagem, ainda terão chance de recuperar o tempo perdido e as habilidades não desenvolvidas até então. Um lar saudável, um ambiente familiar adequado, bons exemplos e uma boa escola podem fazer grande diferença no desenvolvimento escolar.

Neuroplasticidade é a propriedade de “fazer e desfazer” conexões entre neurônios. Ela possibilita a reorganização da estrutura do SN e do cérebro e constitui a base biológica da aprendizagem e do esquecimento. Preservamos as sinapses e, portanto, redes neurais relacionadas

aos comportamentos essenciais à nossa sobrevivência. Aprendemos o que é significativo e necessário para vivermos bem e esquecemos aquilo que não tem mais relevância para o nosso viver.

Atenção é importante função mental para a aprendizagem, pois nos permite selecionar, num determinado momento, o estímulo mais relevante e significativo, dentre vários. Ela é mobilizada pelo que é muito novo e pelos padrões (esquemas mentais) que já temos em nossos arquivos cerebrais. Daí a importância da aprendizagem contextualizada. É difícil prestar atenção por muito tempo. Intervalos ou mudanças de atividades são importantes para recuperar nossa capacidade de focar atenção. Dificilmente um aluno prestará atenção em informações que não tenham relação com o seu arquivo de experiências, com seu cotidiano ou que não sejam significativas para ele. O cérebro seleciona as informações mais relevantes para nosso bem estar e sobrevivência e foca atenção nelas.

Memorizamos as experiências que passam pelo filtro da atenção. Memória é imprescindível para a aprendizagem. As estratégias pedagógicas devem utilizar recursos que sejam multissensoriais, para ativação de múltiplas redes neurais que estabelecerão associação entre si. Se as informações/experiências forem repetidas, a atividade mais freqüente dos neurônios relacionados a elas, resultará em neuroplasticidade e produzirá sinapses mais consolidadas. Esse conjunto de neurônios associados numa rede é o substrato biológico da memória. Os registros transitórios - memória operacional - serão transformados em registros mais definitivos - memória de longa duração. Quando estuda apenas na véspera da prova, o aluno mantém as informações na memória operacional. Assim que as utiliza na prova, garantindo a nota, as esquece. A consolidação das memórias ocorre, pouco a pouco, a cada período de sono, quando as condições químicas cerebrais são propícias à neuroplasticidade. Enquanto dormimos, o cérebro reorganiza suas sinapses, elimina aquelas em desuso e fortalece as importantes para comportamentos do cotidiano do indivíduo. Dormir pouco, dificulta a memorização. Para aprender, precisamos estar despertos e atentos para absorver a experiência sensorial, perceptual e significativa, mas necessitamos do sono para que essas experiências sejam memorizadas e, portanto, apreendidas. Memória não se forma de imediato, “da noite para o dia”. A formação de sinapses demanda reações químicas, produção de proteínas e tempo. Por isso, a aprendizagem requer re-exposição aos conteúdos e diferentes experiências e complexidade crescente. Assim, compreendemos a importância da espiral da aprendizagem: Além disso, preservamos na memória o que é importante no cotidiano. Esquecemos o que não tem mais valor, significado ou aplicação para nossa vida.

São as emoções que orientam a aprendizagem. Neurônios das áreas cerebrais que regulam as emoções, relacionadas ao medo, ansiedade, raiva, prazer, mantêm conexões com neurônios de áreas importantes para formação de memórias. Poderíamos dizer que o desencadeamento de emoções favorece o estabelecimento de memórias. Aprendemos aquilo que nos emociona.

Aprender não depende só do cérebro, mas, também, da saúde em geral. Exercícios físicos aumentam a quantidade de fatores neurotróficos que contribuem para estabilização das sinapses e para manutenção e formação de memórias. Uma dieta balanceada, incluindo proteínas, carboidratos, gorduras, sais minerais e vitaminas, possibilita o funcionamento das células nervosas, a formação de sinapses e a formação da mielina, estrutura que participa da condução das informações entre redes neurais. Problemas respiratórios que perturbam o sono, anemia que reduz a oxigenação dos neurônios, dificuldades auditivas e visuais não facilmente detectadas, entre outros fatores, podem dificultar a aprendizagem. É importante o aprendiz estar em boas condições de saúde para aprender bem.

Aprendizes são indivíduos em transformação. Seus cérebros, portanto, estão sempre mudando um pouco. O cérebro do adolescente ainda está em desenvolvimento, principalmente na chamada área pré-frontal, parte mais anterior do lobo frontal, envolvida com as funções executivas, ou seja, com a elaboração das estratégias de comportamento para solução de problemas e auto-regulação do comportamento (Herculano-Houzel, 2005). Cérebros adolescentes testam novos comportamentos com o objetivo de selecionar habilidades, atitudes e conhecimentos de fato proveitosos para a sobrevivência na vida adulta. Eles aprendem o que os motivam, o que os emocionam, o que desejam, aquilo que tem significado para seu cotidiano. Transformar o conteúdo programático de uma disciplina em algo relevante para o aprendiz é um grande desafio para o professor.

Outros fatores também influenciam a aprendizagem (Rotta; Ohlweiler; Riesgo, 2006). Aprendizes privados de material escolar adequado, de ambiente para estudo em casa, de acesso a livros e jornais, de incentivo ou estímulo dos pais e/ou dos professores, e pouco expostos a experiências sensoriais, perceptuais, motoras, motivacionais e emocionais essenciais ao funcionamento e reorganização do SN, podem ter dificuldades para a aprendizagem, embora não sejam portadores de alterações cerebrais. Transtornos psiquiátricos, como o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) e depressão, que demandam orientação médica e tratamento, podem dificultar a aprendizagem. **Transtornos, como a dislexia e discalculia, caracterizados por dificuldades na aquisição de habilidades de escrita, leitura e do raciocínio lógico-matemático, resultantes de organização cerebral diferente, de provável origem genética, também comprometem a aprendizagem.** Nesses casos, as crianças conseguirão aprender, mas necessitarão de estratégias alternativas de aprendizagem, uma vez que seus cérebros utilizam caminhos ou circuitos neuronais diferentes para atingir o mesmo aprendizado.

E quando não aprendemos, o problema está sempre no cérebro? Nem sempre. Aprendizagem não depende apenas do funcionamento cerebral. A maioria dos casos tem relação com outros fatores, e não com um “problema cerebral”. Fatores relacionados à comunidade, família, escola, ao

meio ambiente em que vive o aprendiz e à sua história de vida interferem significativamente na aprendizagem. Além disso, ela é influenciada por aspectos culturais, sociais, econômicos e também pelas políticas públicas de educação, que tornam as neurociências apenas mais uma contribuição para a abordagem da aprendizagem. Devido à sua etiologia multifatorial, a **abordagem de uma dificuldade para a aprendizagem é necessariamente multidisciplinar.**

Postula-se que o avanço do conhecimento neste milênio só será possível a partir de uma perspectiva transdisciplinar. As diversas áreas do conhecimento deveriam utilizar seus pressupostos para avançar em direção a novos conhecimentos. A educação pode se beneficiar dos conhecimentos da neurobiologia para abordagem das dificuldades escolares e suas intervenções terapêuticas. A reflexão sobre as possibilidades e desafios do diálogo entre a neurociência e a educação pode trazer avanços para ambas as áreas. **Com conhecimento científico, intercâmbio de experiências, julgamento crítico, paciência, vontade, disposição, energia, dedicação, mas sem euforia, poderemos fazer bom uso das contribuições das neurociências. E assim, saber como o cérebro funciona, pode, de fato, ajudar a educar.**

Referências Bibliográficas

ALBRIGHT, T. D.; KANDEL, E. R.; POSNER, M. I. Cognitive neuroscience. **Current Opinion in Neurobiology**, v. 10, n. 5, p. 612-624, oct. 2000.

ANDERSON, M.; REID, C. Don't forget about levels of explanation. **Cortex**, v. 45, n. 4, p. 560-561, 2009.

ANSARI D.; COCH, D. Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 10, n. 4, p. 146-151, 2006.

ANSARI, D. Paving the way towards meaningful interactions between neuroscience and education. **Developmental Science**, v. 8, n. 6, p. 467-467, 2005.

BLAKE, P.R.; GARDNER, H. A first course in mind, brain, and education. **Mind, Brain, and Education**, v.1, p. 61-65, 2007.

BLAKEMORE, S-J., FRITH, U. **The learning brain: lessons for education**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005.

COCH, D.; ANSARI, D. Thinking about mechanisms is crucial to connecting neuroscience and education. **Cortex**, v. 45, n. 4, p. 546-547, 2009.

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA DOS ESTADOS UNIDOS. **Como as Pessoas Aprendem: Cérebro, Mente, Experiência e Escola**. São Paulo: Editora Senac, 2007.

- CUBELLI, R. Theories on mind, not on brain, are relevant for education. **Cortex**, v. 45, n. 4, p. 562-564, 2009.
- FERRARI, E. A. M.; TOYODA, M. S. S.; FALEIROS, L.; CERUTTI, S. M. Plasticidade Neural: Relações com o Comportamento e Abordagens Experimentais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 187-194, mai-ago 2001.
- GEAKE, J., COOPER, P. Cognitive Neuroscience: implications for education? **Westminster Studies in Education**, v. 26, n. 1, p. 7-20, 2003.
- GOSWAMI, U. Neuroscience and Education. **British Journal of Education and Psychology**, v. 74, Pt 1, p. 1-14, 2004.
- GOSWAMI, U. Neuroscience and education: from research to practice? **Nature Reviews of Neuroscience**, v. 7, n. 5, p. 406-411, 2006.
- GOSWAMI, U. The brain in the classroom? The state of the art. **Developmental Science**, v. 8, n. 6, p. 467-469, 2005.
- HALPERN, G. J.; O'CONNELL, B. E. The security circuit: a proposed construct for the central nervous system. *International Journal of Neuroscience*, v. 102, n.1-4, p. 1-254, may 2000.
- HERCULANO-HOUZEL, S. **O cérebro em transformação.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.
- HERCULANO-HOUZEL, S. **Por que o bocejo é contagioso? E outras curiosidades da neurociência no cotidiano.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2007.
- HOWARD-JONES, P. An invaluable foundation for better bridges. **Developmental Science**, v.8, n. 6, p. 469-471, 2005.
- KOIZUMI, H. The concept of “developing the brain”: a new natural science for learning and education. **Brain & Development**, v. 26, n. 7, p. 434-441, 2004.
- KOLB, B.; WHISHAW, I.Q. **Neurociência do Comportamento.** São Paulo: Manole, 2002.
- MASON, L. Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. **Cortex**, v. 45, n. 4, p. 548-549, 2009.
- OCDE -Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos. **Compreendendo o cérebro: rumo a uma nova ciência da aprendizagem.** São Paulo: Editora Senac, 2003.
- POSNER, M.I., ROTHBART, M.K. Influencing brain networks: implications for education. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 9, n. 3, p. 99-103, 2005.
- ROTTA, N.T., OHLWEILER, L., RIESGO, R.S. **Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar.** Porto Alegre: Artmed, 2006.
- SCALDAFERRI, P. M.; GUERRA, L. B. A inserção da neurobiologia na educação. In: X SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E II SEMANA DO CONHECIMENTO DA UFMG, 2002, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. p. 61.

SHERIDAN, K.; ZINCHENKO, E.; GARDNER, H. **Neuroethics in Education**. In: ILLES, J. *Neuroethics - Defining the issues in theory, practice, and policy*. New York: Oxford University Press Inc., 2006. p. 265-275.

SILVA, M.R.; GUERRA, L.B. Does it matter how the public understands the brain? Neuroethics and public awareness of neuroscience in Brazil. In: III SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS DA UFMG – Interdisciplinaridade nas Neurociências, 18-19/9/2009. Belo Horizonte. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 19, p. 68-68. Belo Horizonte: COOPMED, 2009.

STERN, E. Pedagogy meets Neuroscience. **Science**, v. 310, p. 745, 2005.

WILLINGHAM, D. T. Three problems in the marriage of neuroscience and education. **Cortex**, v. 45, n. 4, p. 544-545, 2009.

RESUMO caso necessário

Educar é proporcionar oportunidades e orientação para aprendizagem, para aquisição de novos comportamentos. Comportamentos resultam da atividade cerebral. O cérebro, portanto, é o órgão da aprendizagem. As descobertas das neurociências estão esclarecendo alguns dos mecanismos cerebrais responsáveis por funções mentais importantes na aprendizagem. No entanto, a aplicação desse conhecimento no contexto educacional tem limitações. As neurociências não propõem uma nova pedagogia, mas fundamentam a prática pedagógica que já se realiza, demonstrando que estratégias pedagógicas, que respeitam a forma como o cérebro funciona, tendem a ser mais eficientes. Conhecer a aprendizagem numa perspectiva neurobiológica pode auxiliar educadores, professores e pais, a compreender alguns aspectos das dificuldades para aprendizagem e inspirar práticas educacionais, mas não possibilita a prescrição de receitas para a solução dos problemas da educação. Aprendizagem não depende apenas do funcionamento cerebral. Diversos fatores, como condições gerais de saúde, ambiente familiar, estímulos na infância, interação social, tipo de escola, aspectos culturais, sócio-econômicos e até políticas públicas de educação, também interferem na aprendizagem. Cabe, assim, uma reflexão sobre as possibilidades e desafios do diálogo entre a neurociência e a educação.

Palavras-chave: aprendizagem, cérebro, educação, neurociência, sistema nervoso