

Contribuições da Neurociência para o Ensino e Aprendizagem de Conceitos Científicos

Contributions of Neuroscience for the Teaching and Learning of Scientific Concepts

Luciana Richter

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
lurichter@gmail.com

Vanessa Martins de Souza

Universidade de Aveiro
vmsouza@ua.pt

Simone Krause Suecker

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
simoneks31@gmail.com

Valderez Marina do Rosário Lima

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
valderez.lima@pucrs.br

Resumo

O artigo apresenta os resultados de uma metanálise realizada com objetivo de investigar como as pesquisas em neurociências vêm contribuindo para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Foram analisadas produções acadêmicas de 42 revistas classificadas como A1 na área de Ensino em março de 2015. O período para a seleção dos artigos levou em consideração as publicações realizadas nos anos de 2005 a 2014. Os resultados obtidos demonstram que a neurociência auxilia os docentes a compreenderem o processo de aprendizagem, mediante informações sobre o funcionamento do cérebro e ativação de áreas responsáveis pela cognição, que são potencializadas por meio do planejamento de atividades diversificadas que envolvam a participação, a interatividade e o raciocínio dos estudantes para a aprendizagem de conceitos científicos.

Palavras chave: neurociência, ensino, aprendizagem, conceito científico.

Abstract

The paper presents the results of a meta-analysis in order to investigate how research in neuroscience have contributed to the teaching and learning of scientific concepts. Academic productions of 42 journals were analyzed classified as A1 in the Education area in March 2015. The period for the selection of items took into consideration the publications made in the years 2005 to 2014. The results show that neuroscience helps teachers to understand the learning process, according to information on brain function and activation of are as

responsible for cognition, which are enhanced through planning of diverse activities that involve the participation, interactivity and the reasoning of the students for learning scientific concepts.

Key words: neuroscience, teaching, learning, scientific concepts.

Introdução e Fundamentação

As informações advindas da neurociência avançaram muito nas últimas décadas, principalmente entre os anos de 1990 e 1999, em um período denominado a “Década do Cérebro”. Nesses anos, os desenvolvimentos da informática e dos exames de neuroimagem permitiram a análise do funcionamento cerebral em tempo real, acelerando o processo de conhecimento sobre o encéfalo e suas estruturas, além de contribuir para um salto significativo sobre os estudos da área.

Os conhecimentos proporcionados pelas neurociências contribuem hoje para o entendimento do encéfalo e suas múltiplas conexões. Mais ainda, o estudo dos diversos processos mentais, como e onde eles ocorrem, quais regiões específicas do cérebro estão relacionadas, exige interdisciplinaridade entre diferentes áreas como a medicina, a biologia, a psicologia, a física, a química e a matemática (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002).

A articulação entre todas essas áreas do conhecimento permite o estudo do encéfalo em diferentes níveis de análise, considerando a sua complexidade: molecular, celular, de sistemas, comportamental e cognitivo. Este último possui como função explicar os processos mentais, como a percepção, ação, aprendizagem e memória, por meio da base biológica do indivíduo. Assim a neurociência cognitiva, conforme Gawryszewski *et al.* (2006), tem como objetivo compreender a relação entre os fenômenos mentais e as estruturas neurais do cérebro.

Embora os processos cognitivos ainda não sejam integralmente compreendidos, estas descobertas auxiliam não apenas aos pesquisadores especializados em neurociência, mas também se estendem aos profissionais de outras áreas do conhecimento, como as ciências exatas, humanas e sociais. Para a educação, os estudos em neurociência possibilitam uma abordagem diferenciada dos processos de ensino e aprendizagem, fundamentada na compreensão dos processos cognitivos envolvidos.

Nessa perspectiva, torna-se importante aproximar os educadores dos fundamentos da neurociência cognitiva, visto que, de certo modo, interferem e contribuem para a plasticidade do sistema nervoso do aprendiz e nos comportamentos que ele apresentará durante a vida, dentro e fora da escola. O entendimento sobre como os estímulos chegam ao cérebro, como as redes neurais reagem no momento da aprendizagem e como as informações são armazenadas, podem contribuir para o professor aprimorar a sua prática e proporcionar aos estudantes melhores situações mais propícias de aprendizagem.

Portanto, percebe-se a necessidade de estabelecer um diálogo entre a neurociência e a educação, bem como identificar as possíveis contribuições para o trabalho do professor no que diz respeito ao ensino em geral e, particularmente, o ensino de ciências. Assim, o problema norteador desta pesquisa pode ser enunciado da seguinte forma: **Como as pesquisas em neurociência vêm contribuindo para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos?**

Visando investigar a interface entre neurociência e ensino, no que se refere às contribuições, realizou-se uma busca aos periódicos nacionais e internacionais do sistema WebQualis,

extrato A1, da área de avaliação 46 (Ensino) dos últimos 10 anos no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O artigo segue com Procedimentos Metodológicos, Análise e Discussão, e Considerações Finais. No primeiro tópico Procedimentos Metodológicos, o estudo é do tipo metanálise qualitativa, no qual foram selecionadas produções acadêmicas publicadas para responder a pergunta desta pesquisa. No segundo tópico, Análise e Discussão, são sintetizados em um quadro quais os conceitos ensinados, o nível de ensino, a metodologia empregada e as contribuições da neurociência para o ensino de conceitos científicos. Por fim, nas Considerações Finais, é reiterada a relevância desse estudo e apresenta-se algumas implicações para a área de ensino de Ciências.

Procedimentos Metodológicos

O estudo caracteriza-se por ser do tipo metanálise qualitativa. Nesse tipo de pesquisa é necessário que se delimite o período de investigação, as normas para a escolha dos artigos e a disposição ordenada de dados, organizando os resultados obtidos em um quadro, conforme orientado por Lima, Ramos e Gessinger (2014). Segundo Rodrigues (2002, p. 26) “uma meta-análise qualitativa procura identificar, através de determinadas categorias, semelhanças e controvérsias numa quantidade de estudos da mesma área de pesquisa. O resultado final é uma visão mais acurada do desenvolvimento da área analisada”.

Para identificar as produções publicadas na área de ensino, optou-se por realizar uma busca em artigos de periódicos por entender que o fácil acesso da sociedade científica a esse tipo de publicação contribui na disseminação dos conceitos e definições de uma forma significativa.

Desse modo, a busca das publicações foi realizada em 42 revistas (6 nacionais e 36 internacionais) classificadas pela CAPES no sistema WebQualis como A1 na área de Ensino em março de 2015. O levantamento foi efetivado por meio da *homepage* de cada uma das revistas, utilizando o campo “Pesquisa”. Para localizá-los, foi digitado o termo “neurociência” nos idiomas português, inglês, francês e espanhol. O período para a seleção dos artigos levou em consideração as publicações realizadas nos anos de 2005 a 2014.

Na busca nos periódicos foram localizadas 291 publicações (2 nacionais e 289 internacionais). Numa primeira etapa de revisão, a partir da leitura dos resumos, foram selecionados 51 artigos que continham o termo “neurociência” como palavra-chave ou que tenha sido utilizado como conceito na pesquisa analisada. Após leitura integral das publicações, refinou-se a amostra totalizando 23 artigos (1 nacional e 22 internacionais), eliminando-se os sem relação com a área educacional. Dos artigos selecionados, 14 abordavam a neurociência em diferentes setores da área educacional, como ambiente, metodologia de ensino, didática e produção de recursos, 1 artigo refletia sobre a contribuição da neurociência para a formação de professores e 6 abordavam a neurociência para o ensino de conceitos científicos. Portanto, esses 6 artigos foram escolhidos para responder o problema norteador desta pesquisa.

Análise e discussão dos dados

A seguir apresentamos um quadro-síntese com os seis artigos analisados, contemplando, a referência, onde teremos o código e os autores do artigo, os conceitos científicos, o nível de ensino, as situações de ensino desenhadas para coletar dados e as contribuições das pesquisas.

Referência do artigo	Ensino de conceito	Nível de Ensino	Situações de ensino desenhadas para coletar dados	Contribuições
A-1: CHENG, M.T. et al.	Conceitos sobre neurociência e impactos do uso de metanfetamina no cérebro.	Não especificado - visitantes de museu	Protótipo no museu constituído por um tour virtual 3d do cérebro e um jogo de vídeo	Simulações virtuais e jogos podem ser utilizados como ferramenta eficaz para educação em neurociência.
A-2: FOY, J. G. et al.	Estrutura e função do cérebro, danos cerebrais e distúrbios, percepção e ilusões, e as drogas e hormônios	Ensino Fundamental (escola primária)	Oficinas interativas	Reforço de conhecimentos sobre neurociências de forma interativa.
A-3: LEMMER, M.	Construção de conceitos de cinemática – velocidade na Física	Ensino Médio	Grupo de discussão e questionário inicial e adicional	As ferramentas tecnológicas oferecem uma variedade de contextos que podem ser seguidos para generalizar um conhecimento conceitual da Física, o que contrapõe-se as limitações e imprecisões nas observações e percepções dos alunos.
A-4: LYND-BALTA, E.	Funções e disfunções do sistema nervoso	Ensino Superior	Utilização de literatura não científica para introduzir tema científico.	Desenvolvimento de habilidades críticas e de pensamento. Reflexão individual ao longo do trabalho colaborativo. Ao incorporar literatura e pedagogia inovadora em cursos introdutórios, um educador de Ciências pode despertar os interesses de um corpo discente diversificado.
A-5: MILLER, L. et al.	Neurobiologia do abuso de substâncias (drogas)	Ensino Médio	Site de jogos com situações problema sobre drogas.	Novos ambientes virtuais de aprendizagem para o ensino de neurociências.
A-6: SABELLA, M. S.; REDISH, E. F.	Física (força, movimento e energia)	Ensino Superior	Resolução de problemas de Física	Ensinar ao aluno conhecimento que possa ser funcional, ajudando-os a aprender a reconhecer as situações em que é apropriado usar esse conhecimento.

Quadro 1: Síntese dos artigos analisados

Para respondermos a questão de como as pesquisas em neurociência vêm contribuindo para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos, por meio do processo de metanálise qualitativa, abordaremos nessa seção as três categorias de análise: Ensino de conceito e nível de ensino; Situações de Ensino desenhadas para coletar dados e Contribuições para área.

Ensino de conceito e nível de ensino

Nessa categoria identificamos os conceitos científicos abordados nas situações de ensino desenvolvidas pelos pesquisadores nos artigos analisados. Do mesmo modo, apontamos para qual nível tais situações de ensino eram destinadas.

Em relação aos conceitos envolvidos nas situações de ensino, foi possível verificar que, embora a neurociência não esteja declarada no currículo escolar, nas pesquisas analisadas, ela foi utilizada como aporte tanto para compreensão de conceitos relacionados ao sistema nervoso, como para o ensino de conceitos específicos de determinadas disciplinas.

O artigo (A-1) utiliza conceitos advindos da neurociência como base teórica para o ensino sobre os impactos do uso de metanfetaminas no cérebro. O artigo (A-2) aborda a estrutura e função do cérebro, danos cerebrais e distúrbios, percepção e ilusões e hormônios no ensino fundamental. O artigo (A-3) contempla o conceito de velocidade (cinemática) para o ensino de Física. O artigo (A-4) abrange as funções e disfunções do sistema nervoso em um curso de neurociência. O artigo (A-5) utiliza conceitos da neurobiologia para o ensino sobre o abuso de drogas. Por fim, o artigo (A-6) desenvolve conceitos científicos sobre força, movimento e energia no ensino de Física.

Podemos observar que os artigos (A-1), (A-2) e (A-5) abordam um tema similar, a relação das drogas e seu impacto sobre o sistema nervoso, assim como os artigos (A-3) e (A-6) são voltados para o ensino de conceitos científicos na área de Física. Desse modo, é possível constatar que os conceitos envolvidos nas investigações são conceitos científicos pertencentes ao currículo, seja em nível de educação básica – estrutura e função do cérebro, cinemática, neurobiologia – ou superior – funções e disfunções do sistema nervoso; força, movimento e energia em Física.

Quanto ao nível de ensino verificou-se a intervenção das pesquisas tanto na educação básica quanto no ensino superior. No que se refere à educação básica, o artigo (A-2) desenvolveu situações de ensino voltadas para o ensino fundamental, enquanto que os artigos (A-3) e (A-5) direcionaram suas ações para o ensino médio. Os artigos (A-4) e (A-6) desenvolveram seus estudos no ensino superior. Por outro lado, o artigo (A-1) é aplicado em um ambiente de educação não formal, possibilitando o envolvimento de indivíduos com diferentes níveis de ensino.

Situações de ensino desenhada para coletar dados

Em relação às metodologias empregadas nas pesquisas relatadas pelos artigos, percebe-se a diversidade das mesmas. A utilização dessa diversidade metodológica em sala de aula estimula a curiosidade dos alunos e a busca por informações para resolução de situações problema. Segundo Masseto (2007, p. 17), “a diferenciação e a variedade de técnicas quebram a rotina das aulas e assim os alunos se sentem mais animados em frequentá-las”.

O artigo (A-1) baseia-se no uso de um protótipo constituído por um tour virtual em 3D no cérebro, para visualizar e manipular a comparação entre um cérebro normal e um cérebro com as alterações causadas pela metanfetamina e também um jogo de videogame que simula a condução sob os efeitos dessa substância. Segundo Franco *et al.*, (2007) a utilização de tecnologias tem auxiliado professores e alunos a vincularem-se a novos métodos de aprendizagem como outra base para a construção do conhecimento.

A situação de ensino do (A-2) foi de oficinas interativas ministrados por estudantes de graduação aplicadas em quatro escolas, com duração de uma hora. Interagir é fator relevante, pois conforme Lima (2007, p.17) “a aprendizagem se realiza como um processo em que

elementos novos chegam ao ser humano, se consolidam através da recorrência de contato e experimentação”.

No artigo (A-3) a pesquisa desenvolve-se com a aplicação de um questionário inicial para os alunos em relação à cinemática e um questionário adicional e uma dinâmica de grupo de discussão para identificar as concepções intuitivas dos envolvidos.

A pesquisa desenvolvida em (A-4) faz uso de literatura não científica para introduzir tema científico, de modo que os estudantes não só produzissem um resumo da história, mas considerassem a literatura em relação às suas próprias experiências. Para o ensino e aprendizagem é importante que se possibilite o uso das experiências dos estudantes, para que eles tomem consciência sobre seus conhecimentos sobre determinados conceitos ou fenômenos e possam por meio de novas experiências atribuir significados. Conforme os autores Ontoria, Luque e Gomes (2004, p. 22), “quando se aprende algo, cria-se no cérebro uma rede neuronal, que pode ser reforçada com a repetição dessa informação ou experiência”. Assim, possibilitar aos estudantes experiências diferentes em sala de aula, permite relacionar novos conceitos à rede neuronal pré-existente fazendo a interligação dos mesmos.

O trabalho (A-5) foi desenvolvido baseado em um site de jogos com situações problema sobre drogas. Foi realizado um pré-teste com questões de múltipla escolha sobre ciências e depois realizado um pós-teste. Conforme Spitzer (2002, p.22) “aprender não é um processo passivo, mas sim um processo ativo, ao longo do qual se realizam transformações no cérebro de quem aprende”, portanto, ao interagir com jogos e resolver problemas, os estudantes são estimulados a raciocinar.

Na resolução de problemas de física, situação de ensino do artigo (A-6), os alunos são observados na resolução de problemas envolvendo conceitos de força, movimento e energia. Conforme Silva *et al.* (2009) a metodologia de resolução de problemas vem demonstrando interesse de pesquisadores de diversas áreas de ensino como Matemática, Física e Biologia, porque essa atividade colabora para estimular o raciocínio que é necessário para essas disciplinas.

Contribuições para área

A análise demonstra que o artigo (A-1) traz a contribuição das simulações e jogos como ferramentas para se ensinar neurociências, destacando a importância da abordagem da neurociência, que normalmente não faz parte de programas escolares de ciências.

Os benefícios de oficinas interativas, artigo (A-2), incluem uma maior sensibilização do cérebro dos alunos do quinto ano do ensino fundamental sobre os temas abordados, beneficiando também os graduandos que aprenderam a trabalhar colaborativamente em um problema, determinando o que testar, a concepção do estudo, a realização das oficinas, a análise dos dados e divulgação dos resultados.

O trabalho (A-3) expõe as ferramentas tecnológicas como possibilidade de visualizar uma variedade de contextos que podem ser utilizados para a generalização de um conhecimento conceitual da física, o que ajuda com as limitações e imprecisões dos alunos em suas observações e percepções diárias. Conforme Bransford, Brown e Cocking (2007, p. 276), “em geral, as ferramentas baseadas em tecnologia podem elevar o desempenho do estudante, quando integradas no currículo e usadas de acordo com o conhecimento sobre a aprendizagem”. A aprendizagem do aluno, também dependerá de como essas ferramentas serão utilizadas pelo professor.

O trabalho (A-4) colabora no sentido de propor a incorporação da literatura não científica para trabalhar conceitos científicos em cursos introdutórios como meio de despertar os interesses

de um corpo discente diversificado. Incentivar o interesse dos discentes está relacionado a sua motivação e curiosidade, “[...] isto pode ser feito mediante a apresentação do conteúdo de maneira tal que os alunos se interessem em descobrir a resposta que queiram saber o porquê, e assim por diante. Convém também que o professor demonstre o quanto a matéria pode ser importante para o aluno”, conforme aponta Gil (1994, p.60).

Mensagens instantâneas, web, jogos online e blogs presentes na vida da maioria dos estudantes mudaram a forma como aprendemos e onde aprendemos. O artigo (A-5) destaca o potencial de aproveitar a capacidade de atração e onipresença desses meios tecnológicos em direção à meta de ensinar neurociência.

Conforme o último artigo (A-6) cabe ao professor, não só ensinar o seu conhecimento aos alunos, mas ajudá-los a torná-lo funcional, pelo reconhecimento de situações em que é condizente utilizar esse conhecimento. Além disso, os materiais de instrução e exames devem ser projetados para ajudar os alunos a desenvolver as conexões necessárias entre os vários conceitos de Física. Pesquisadores necessitam prestar atenção e observar nos educandos, as etapas de raciocínio e organização de conhecimentos para verificar os conceitos prévios.

Considerações Finais

A pesquisa teve por objetivo investigar como as pesquisas em neurociências vêm contribuindo para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Os artigos analisados indicam que a neurociência é um campo de boas possibilidades para o ensino de conceitos científicos, pois entender como o cérebro funciona permite ao docente potencializar o ensino das disciplinas, particularmente em Ciências. Mediante um *tour* virtual, sobre o funcionamento do cérebro saudável em comparação ao cérebro sob o efeito de drogas; questionários sobre conhecimentos prévios antes da atividade, envolvendo neurociência; site de jogos com situações que necessitam a resolução de problemas; oficinas interativas para o estudo de estruturas cerebrais são alguns exemplos em que é possível ensinar e aprender conceitos científicos com os estudantes do ensino fundamental até o ensino superior.

Os conhecimentos em neurociência presentes nas produções acadêmicas selecionadas cooperam para a área da educação, pois possibilitam ao professor aprimorar o ensino da sua disciplina envolvendo estudantes em atividades diferenciadas, exercitando várias áreas cerebrais, o que favorece a aprendizagem.

Quando o educador utiliza os conhecimentos da neurociência para entender como seus alunos aprendem, ele planeja situações de aprendizagem, por meio de tarefas motivadoras e interativas com o uso dos sentidos e percepções (som, imagem, movimento corporal) despertando a vontade e a participação nos educandos. Essas atividades são propícias para que os estudantes utilizem o pensamento, o raciocínio e a capacidade de usar conhecimentos prévios, progredindo na aprendizagem de conceitos científicos.

As produções indicam contribuições a área educacional, entretanto ainda são necessários mais estudos que relacionem a neurociência ao ensino que possam auxiliar os docentes à potencializar a aprendizagem.

Referências

BEAR, Mark F.; CONNORS, Barry W.; PARADISO, Michael A. **Neurociências:** desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Artmed, 2002.

- BRANSFORD, J.; BROWN, A.; COCKING, R. **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e a escola**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.
- CHENG, M.T. et al. Drugs and the Brain: Learning the impact of methamphetamine abuse on the brain through a virtual brain exhibit in the museum. **International Journal of Science Education**. V. 33, n. 2, 2011, p. 299-319
- FOY, J. G. et al. Neuroscience Workshops for Fifth-Grade School Children by Undergraduate Students: A University–School Partnership. **Cell Biology Education**. V. 5, 2006, p. 128-136.
- FRANCO, J. F. et al. Experiências de Uso de Mídias Interativas como Suporte para Autoria e Construção Colaborativa do Conhecimento. **Revista Renote**. V.5, n. 1, p. 1-20, 2007.
- GAWRYSZEWSKI, L. de G. et al. A Compatibilidade Estímulo-resposta como modelo para o estudo do comportamento motor. **Psicologia USP**, 2006, V. 17, n.4, p. 103-121.
- GIL, A. **Metodologia do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 1994.
- LEMMER, M. Nature, Cause and Effect of Students' Intuitive Conceptions Regarding Changes in Velocity. **International Journal of Science Education**. V. 35, n. 2, 2013, p. 239-261.
- LIMA, E. S. **Neurociência e aprendizagem**. Editora Inter Alia: São Paulo, 2007.
- LIMA, V.; RAMOS, M.; GESSINGER, R. Metanálise dos processos analíticos presentes em dissertações de um programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. **Revista Indagatio Didactica**. V.6, n. 3, 2014. Disponível em: <revistas.ua.pt/index.php/ID/article/download/2993/2778>. Acesso em 31 mar 2015.
- LYND-BALTA, E. Using Literature and Innovative Assessments to Ignite Interest and Cultivate Critical Thinking Skills in an Undergraduate Neuroscience Course. **Cell Biology Education**. V. 5, 2006, p. 167-174.
- MASSETO, M. T. (org) **Ensino de Engenharia: Técnicas para Otimização das Aulas**. Avercamp Editora, São Paulo, 2007.
- MILLER, L. et al. An Online, Interactive Approach to Teaching Neuroscienceto Adolescents. **Cell Biology Education**. V. 5, p. 137-143, 2006.
- ONTORIA P. A; LUQUE, A; GÓMES, J.P. **Aprender com mapas mentais**. Madras, São Paulo. 2004.
- RODRIGUES, C. A abordagem processual nos estudos da tradução: Uma análise meta-análise qualitativa. **Cadernos de Tradução** (UFSC), Florianópolis, V. 10, n.2, p. 23-59, 2002.
- SILVA, L. F. et al. Ambientes distribuídos em realidade virtual como suporte à aprendizagem cooperativa para a resolução de problemas. **Revista Renote**. V. 7, n. 3, p.1-11, 2009.
- SABELLA, M. S.; REDISH, E. F. Knowledge organization and activation in physics problem solving. **Physics Education Research Section**. V. 75, n. 11, 2007, p. 1017-1029.
- SPITZER, M. **Aprendizagem: neurociências e a escola da vida**. Lisboa: Climepsi Editores, 2007.