

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS**

**NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA  
LITERATURA**

**RAPHAEL JÚNIO DE CARVALHO FERRAZ**

**Belo Horizonte**

**2015**

**Raphael Júnio de Carvalho Ferraz**

**NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA  
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação *lato sensu* em Neurociências e suas Interfaces da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Neurociências.

**Orientadora: Dra. Leonor Bezerra Guerra**

**Belo Horizonte**

**2015**

043 Ferraz, Raphael Júnio de Carvalho.  
Neurociências e educação: uma revisão integrativa na literatura [manuscrito]  
/ Raphael Júnio de Carvalho Ferraz. - 2015.

48f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Leonor Bezerra Guerra.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação *lato sensu* em Neurociências e suas interfaces da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Neurociências.

1. Neurociências - Teses. 2. Educação - Teses. 3. Aprendizagem - Teses. 4. Professores - Teses. 5. Divulgação científica - Teses. I. Guerra, Leonor Bezerra. II.

## RESUMO

**Objetivo:** Nos últimos 30 anos intensificaram-se o número de publicações acerca do diálogo entre neurociências e educação, de forma a elucidar fenômenos característicos do desenvolvimento acadêmico infanto-juvenil. O trabalho teve como objetivo evidenciar as características da produção científica na área de interface de neurociências e educação buscando caracterizar o estado do conhecimento sobre o tema e identificar as perspectivas apontadas pela literatura, em relação às contribuições das neurociências para a educação e as evidências de impacto e/ou mudanças no contexto educacional, promovidas pela abordagem neurocientífica da aprendizagem e/ou da educação. **Método:** Foi realizada revisão integrativa da literatura, por meio do acesso a artigos originais e de revisão publicados entre 1990 e 2014, indexados nas bases de dados ERIC e PubMed com os descritores “neuroscience” e “education” e que discorriam sobre neurociências e educação. Na literatura selecionada, foram analisados os principais temas abordados pelas publicações, o número de artigos publicados e os países que publicaram os estudos. **Resultados:** Dos 42 artigos selecionados, 13 (28,58%), foram publicados no ano de 2013, 21 (61,85%) são originários dos Estados Unidos, 28 (66,63%) se referiam à divulgação das neurociências nas instituições de ensino básico e superior e 25 (59,5%) são artigos originais. **Conclusão:** A produção científica sobre neurociências e educação tem aumentado. Os descritores “neuroscience” e “education” identificaram número pouco expressivo de publicações voltadas especificamente para as contribuições das neurociências para a educação. Descritores como “brain”, “school”, “learning”, “science education” e “teacher” talvez reflitam de maneira mais acurada a relação entre neurociências e educação pois referem-se à aprendizagem. A importância da divulgação científica sobre neurociências para o público em geral e para os educadores em particular tem sido o principal foco da literatura publicada sob os descritores utilizados.

**Palavras-Chave:** Neurociências, Educação, Aprendizagem, Professores, Divulgação científica,

## ABSTRACT

**Objective:** Over the past 30 years intensified the number of publications about the dialogue between neuroscience and education in order to elucidate characteristic phenomena of academic children's development. The study aimed to highlight the characteristics of scientific literature in neuroscience interface area and education seeking to characterize the state of knowledge on the subject and identify the prospects identified in the literature with respect to the contributions of neuroscience for education and evidence of impact and/or changes in the educational context, promoted by neuroscientific approach to learning and/or education. **Method:** integrative literature review was performed through access to original and review articles published between 1990 and 2014, indexed in the ERIC database and PubMed with the keywords "neuroscience" and "education" and discoursed on neuroscience and education . The selected literature, the main topics discussed by the publications were analyzed, the number of published articles and the countries that published the studies. **Results:** Of the 42 selected articles, 13 (28.58%), were published in 2013, 21 (61.85%) are from the United States, 28 (66.63%) referred to the disclosure of neuroscience institutions basic and higher education and 25 (59.5%) are original items. **Conclusion:** The scientific literature on neuroscience and education has increased. The descriptors "neuroscience" and "education" identified some significant number of publications geared specifically to the contributions of neuroscience for education. Descriptors like "brain", "school", "learning", "science education" and "teacher" may reflect more accurately the relationship between neuroscience and education because they relate to learning. The importance of scientific disclosure about neuroscience to the general public and for educators in particular has been the main focus of the published literature on the descriptors used.

**Keywords:** Neuroscience, Education, Learning, Teachers, scientific Disclosure

## LISTA DE FIGURAS

- GRÁFICO 1** - Número anual de artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa.....15
- GRÁFICO 2** - Número de artigos com implicações neurocientíficas direcionadas à educação, publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and, “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, por país de produção.....16
- GRÁFICO 3** - Número de artigos disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, publicados no período de 2003 a 2014 e selecionados para a revisão integrativa, agrupados por temáticas.....17
- GRÁFICO 4** - Número de artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, conforme tipo de artigo, original ou de revisão de literatura .....8
- GRÁFICO 5** - Número anual de artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, conforme tipo de artigo, revisão de literatura ou original.....19
- QUADRO 1** - Análise dos artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, em relação ao tipo de estudo, original ou revisão de literatura, objetivo geral e conclusão .....20
- QUADRO 2** - Endereços dos sites eletrônicos mencionados nos artigos referidos ao longo da introdução deste trabalho, daqueles publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa e também aqueles referidos na discussão dos resultados.....38

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>15</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>7. ANEXO A – Quadro 2.....</b>	<b>38</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A educação é importante, não somente no contexto cultural, mas também econômico e social de um indivíduo, já que pode permitir a este indivíduo, o desenvolvimento de novos comportamentos que tendem a propiciar os recursos necessários para que o mesmo seja um agente ativo na transformação de sua prática e do mundo em que vive.<sup>1</sup>

Sob esta ótica, destaca-se o papel do professor, pois é este que, como mediador do conhecimento, utiliza as estratégias pedagógicas no decorrer do processo de ensino-aprendizagem, promovendo oportunidades de reorganização do Sistema Nervoso (SN) dos aprendizes.

Essa reorganização do SN proporciona a alteração e/ou aquisição de comportamentos pelo sujeito que aprende. Neste aspecto, é válido considerar que os professores atuam como agentes nas mudanças neurobiológicas que conduzem à aprendizagem, ainda que saibam pouco sobre o funcionamento do cérebro e as implicações deste na aprendizagem.<sup>1,2</sup>

O avanço do conhecimento científico e tecnológico nos últimos anos tem impactado de forma significativa a sociedade, sobretudo por meio do fenômeno da globalização e do uso crescente de novas tecnologias de informação. De forma peculiar, destaca-se neste contexto o conhecimento produzido e também divulgado sobre as neurociências que, nos últimos 30 anos, têm esclarecido fenômenos relacionados às bases neurais do comportamento humano e suscitado o estabelecimento de suas interfaces com diversos outros campos do saber. Entre eles está o educacional, para o qual vem contribuindo, dentre outros aspectos, com conhecimentos que fundamentam o trabalho dos educadores em relação ao uso de estratégias pedagógicas mais eficientes e ao desenvolvimento de atividades estimuladoras da aprendizagem.<sup>3,4</sup>

Segundo Ansari e Coch<sup>5</sup>, durante o período mencionado, o número de publicações acerca da interface neurociências e educação, aumentou de forma a elucidar fenômenos relacionados à aprendizagem<sup>6</sup>, memória<sup>7</sup>, linguagem<sup>8, 9</sup>, ritmos biológicos<sup>10, 11</sup>, dentre outros que influenciam o desenvolvimento acadêmico infanto-juvenil.<sup>12, 13</sup>

Considera-se que tais informações provenientes dos achados científicos sobre o cérebro e seu funcionamento, quando agregadas às matrizes curriculares dos cursos de licenciaturas<sup>14</sup> ou ainda quando divulgadas por meio de iniciativas que visem à educação continuada, como palestras de sensibilização<sup>15</sup> e cursos de extensão<sup>16</sup>, tendem a contribuir para capacitação do educador e, assim, melhores resultados na educação.

Nesse sentido, os neurocientistas podem contribuir para o trabalho dos educadores, apoiando-os com esclarecimentos sobre mecanismos, processos e funções cerebrais relacionados às atividades desenvolvidas no contexto da aprendizagem, influenciadoras dos processos neuronais que resultam no aprimoramento das habilidades cognitivas.<sup>1, 5, 17, 18, 19, 20</sup>

Nesse sentido, algumas iniciativas procuram oferecer divulgação do conhecimento neurocientífico voltado para o público em geral e também focado na capacitação para professores e educadores, por meio de cursos de extensão<sup>12, 16, 22</sup>, palestras de sensibilização<sup>15, 16, 21, 22</sup> e oficinas práticas<sup>20</sup> que são realizadas tanto em espaços formais, quanto não-formais e informais de educação.<sup>23, 24</sup>

Dentre elas, pode-se citar o programa “*Neuroscience for kids*” (<http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html>) desenvolvido pela Universidade de Washington; a “*Brain Awareness Week*” (BAW) (<http://www.dana.org/BAW/>), uma campanha internacional, iniciada em 1995, e apoiada pela Fundação Dana, entidade filantrópica norte-americana e que tem por objetivo estimular a divulgação das ciências relacionadas ao cérebro, e o programa “*Brain Science on the Move*” (<http://brainu.org/brainu-about-project>)<sup>16, 21</sup> da Universidade de Minesota, direcionado a educação básica, com o objetivo de ensinar e estimular professores e alunos para o uso de uma pedagogia baseada em conhecimentos neurocientíficos.

No Brasil, alguns trabalhos têm sido realizados com o objetivo de enfatizar o valor dos estudos neurobiológicos relacionados à educação. O “*Projeto Plural (2011)*”, (<https://pluralneuro.wordpress.com/tag/neurociencias/>), por exemplo, implementado em 2010, em Ribeirão Preto, no estado de São Paulo, tem por objetivo fomentar discussões que tenham como foco os aspectos básicos da neurociência cognitiva aplicada à educação.<sup>14</sup>

Em Minas Gerais, desde 2003, o “*NeuroEduca: a inserção da neurobiologia na educação*” (<http://www.icb.ufmg.br/neuroeduca/>), programa de extensão vinculado ao Departamento de Morfologia e Centro de Extensão (CENEX) do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) e à Pró-reitoria de Extensão (PROEX) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), desenvolve ações em escolas públicas e particulares da região metropolitana de Belo Horizonte, interior do estado de Minas Gerais e outros estados do País, com o objetivo de divulgar os fundamentos neurobiológicos da aprendizagem junto aos educadores, orientando-os “na utilização da neurociência no ensino e na abordagem dos problemas de aprendizagem, visando o desenvolvimento de práticas promotoras da aprendizagem, preventivas e terapêuticas das suas dificuldades”.<sup>6</sup>

No Brasil, há também políticas públicas voltadas para a formação do profissional da educação básica, visando contribuir para melhores resultados do desenvolvimento cognitivo e cultural da população. Programas como o PIBID (CAPES)<sup>25</sup> fazem parte de um conjunto articulado de programas voltados para a valorização do magistério, integrando as vertentes: formação de qualidade, pós-graduação, formação de professores, escola básica e produção de conhecimento.

É válido ressaltar que, esses programas não necessariamente visam às contribuições das neurociências para a educação, embora, seriam contextos favoráveis para a divulgação desse conhecimento com vistas à formação do professor e estímulo à investigação e produção de conhecimento que relacione neurociência e aprendizagem no contexto da escola.

Ressalta-se também que essas políticas podem favorecer a reflexão por parte do professor, sobre estratégias pedagógicas que considerem a aprendizagem como processo não restrito à sala de aula, ou seja, num contexto social que demanda do profissional da educação conhecimento para lidar e refletir sobre a diversidade cultural, econômica, intelectual e histórica dos aprendizes.

Considera-se, portanto, que as descobertas sobre o sistema nervoso, sobretudo sobre o cérebro e seu funcionamento, poderiam contribuir tanto na formação teórica quanto na prática dos professores, de modo a acrescentar-lhes informações científicas relevantes para melhor compreensão e manejo do processo de aprendizagem.<sup>17, 26, 27</sup>

Contudo, é crucial a cautela dos cientistas e educadores em relação ao diálogo entre as neurociências e a educação, considerando que é necessário o estabelecimento de uma linguagem mediadora entre as duas áreas, em que se esclareçam as descobertas científicas e sua real possibilidade de utilização na educação.<sup>28</sup>

Desta forma, é imprescindível a investigação científica dos achados das neurociências aplicados à sala de aula, antes que se estabeleça qualquer aplicação educacional. Sob este aspecto, nota-se que a psicologia educacional, desempenhada por educadores capacitados em neurociências básicas ou por psicólogos com formação em neuropsicologia e educação, pode contribuir para o uso adequado dos achados das neurociências e para a colaboração entre as duas áreas.<sup>29, 30, 31, 32, 33, 34</sup>

Nota-se que a produção científica em relação às contribuições das neurociências para a educação, e sua conseqüente divulgação, provoca a discussão sobre aplicações desse conhecimento no contexto da escola. É importante ressaltar que o diálogo entre estas duas áreas do conhecimento é relativamente recente e vem mobilizando, com mais intensidade, o interesse de neurocientistas e educadores, no que se refere à possibilidade de promover

intercâmbios teórico-metodológicos que conduzam a descobertas significativas para o esclarecimento de temas como desenvolvimento cognitivo, atenção, motivação, emoção, aprendizagem, memória e linguagem, dentre outros que se mostram essenciais para a constituição do indivíduo e da sociedade da qual ele é parte.

Apesar da interlocução entre essas duas áreas do conhecimento ser evidente e já divulgada no contexto da educação, os professores, na sua formação inicial, tanto nos cursos de pedagogia como de licenciatura<sup>14</sup>, carecem desse conhecimento. Quando esses profissionais chegam à sala de aula e começam a enfrentar os desafios da singularidade de cada aprendiz, das necessidades educacionais especiais, das dificuldades e limitações impostas por contextos familiares e socioculturais peculiares, surgem à imprescindibilidade e o desejo de enfrentar esses desafios com vistas ao melhor desenvolvimento possível do potencial do aluno. É nesse contexto que o professor quer entender melhor como funciona o cérebro, como o indivíduo aprende e por que ele não aprende e como a neurociência pode ajudar a resolver os problemas das dificuldades escolares e dos transtornos de aprendizagem.

São dúvidas e expectativas do educador saber se os conhecimentos das neurociências estão tendo impacto na aprendizagem do aluno. Quando o educador e/ou aluno sabem como o cérebro funciona, o professor ensina melhor e o aluno aprende com mais facilidade? Vale a pena o professor fazer um curso de neurociências para aprender mais sobre o funcionamento cerebral?

As descobertas das neurociências podem ser usadas na sala de aula? O que se descobre nos laboratórios pode ser aplicado na escola? Neuroimagem mostra se o aluno tem problema de aprendizagem? Como as neurociências podem me ajudar a ensinar melhor? Ou seja, o que se pesquisa (e o que se sabe) sobre neurociências e educação? A literatura tem apresentado evidências do efeito da capacitação do professor em relação às neurociências? Conhecimentos neurocientíficos são úteis no contexto educacional? Há dados que mensuram os impactos ou mudanças geradas pela abordagem da educação numa perspectiva neurocientífica?

O presente trabalho pretende identificar quais são os temas abordados pela produção científica na área de interface entre neurociências e educação nos últimos 24 anos, como estratégia para compreender o “estado da arte” no que diz respeito ao diálogo entre esses dois campos do saber, considerando o período entre 1990 e 2014.

## 2. OBJETIVOS

### GERAL:

- Evidenciar características da produção científica na área de interface de neurociências e educação no período de 1º de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2014.

### ESPECÍFICOS:

- Evidenciar, em relação a artigos publicados entre os anos de 1990 e 2014:
  - Número de artigos publicados por ano;
  - País de produção do artigo;
  - Tipo de artigo, se original ou de revisão;
  - Tema(s) abordado(s) pelo artigo;
  - Objetivo(s) do artigo;
  - Conclusão(ões) do artigo(s).
- Evidenciar as perspectivas apontadas pelos artigos, em relação às contribuições das neurociências para a educação;
- Identificar evidências de impacto e/ou mudanças no contexto educacional, promovidas pela abordagem neurocientífica da aprendizagem e/ou da educação.

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de revisão integrativa da literatura. A revisão integrativa resulta da realização de várias etapas, sendo que, na primeira, devem-se selecionar hipóteses ou questões que ainda não foram respondidas. Em seguida, selecionam-se as bases de dados e das pesquisas que irão constituir a amostra da revisão. Posteriormente a esta etapa, faz-se a descrição dos estudos que irão compor a amostra e, por fim, interpretam-se os resultados e confecciona-se o relatório final.<sup>35, 36.</sup>

A revisão integrativa possibilita incluir no trabalho questões relacionadas a diversas perspectivas de um determinado objeto, tais como: tipos de métodos, por exemplo, pesquisa experimental e não experimental; análise de métodos ; revisão de evidências; definição de conceitos; entre outros. O objetivo da revisão integrativa é interligar e relacionar elementos isolados que já haviam sido evidenciados em estudos já existentes.<sup>35, 37</sup>

Neste estudo, as seguintes questões foram elaboradas com o intuito de guiar a revisão integrativa: Como evoluiu o interesse da comunidade científica no tema neurociências e educação, considerando número e países das publicações ao longo dos últimos 24 anos? Quais são os principais temas investigados nos últimos 24 anos pelos estudos que se relacionam ao diálogo entre neurociências e educação? Quais têm sido os resultados obtidos a partir dos estudos que abordam a interface neurociências e educação?

As bases de dados consultadas foram o PubMed e o ERIC. O PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) é um banco de dados desenvolvido pelo National Center for Biotechnology (NCBI) e mantido pela National Library of Medicine (NLM), instituições americanas, que possibilita ampla pesquisa bibliográfica na área biomédica. A base de dados ERIC (Educational Resources Information Center – CSA) foi escolhida por ter implicação direta no campo educacional, já que tal banco de dados é patrocinado pelo Departamento de Educação dos Estados Unidos e fornece um amplo acesso a literatura relacionada à educação.<sup>38</sup>

Para a busca da bibliografia e com o intuito de incluir a maior quantidade possível de estudos, foram utilizados os descritores, em conjunto, “*neuroscience*” and “*education*”, restringindo-se a busca ao período compreendido entre 1º de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2014 na base PubMed e aos últimos 18 anos (1996 a 2014) na base ERIC.

Para o refinamento da revisão, definiu-se uma amostra, que obedeceu aos seguintes critérios de inclusão:

- Artigos em português, inglês e espanhol com resumos disponíveis nas bases supracitadas nos referidos períodos de tempo;
- Artigos completos disponíveis gratuitamente nas bases de dados consultadas;
- Artigos do tipo revisões de literatura e/ou originais;
- Artigos em que estivesse explícito no corpo do resumo temas que embora de caráter neurocientífico, se relacionassem ao contexto escolar.<sup>53,71</sup>

Os critérios de exclusão estabelecidos foram:

- Artigos cuja amostra era constituída por animais não humanos;
- Estudos do tipo: artigo de opinião, livros, capítulos de livros, teses, dissertações, e trabalhos apresentados em eventos acadêmicos disponíveis *online* e publicados no período supracitado.

No decorrer da seleção da amostra, alguns artigos foram excluídos após a leitura dos resumos ou do artigo na íntegra por não atenderem aos critérios de inclusão estabelecidos.

A leitura dos 796 resumos obtidos permitiu a seleção de 37 (4,64%) artigos e a exclusão dos outros 759 (95,36%), pois, no corpo do resumo não havia evidências de possíveis implicações das neurociências para a educação, já que tratavam, por exemplo, de temas como ensino de anatomia<sup>39</sup>, ensino de neurociência para alunos de odontologia<sup>40</sup>, prescrições psiquiátricas<sup>41</sup>, memória e Alzheimer.<sup>42</sup>

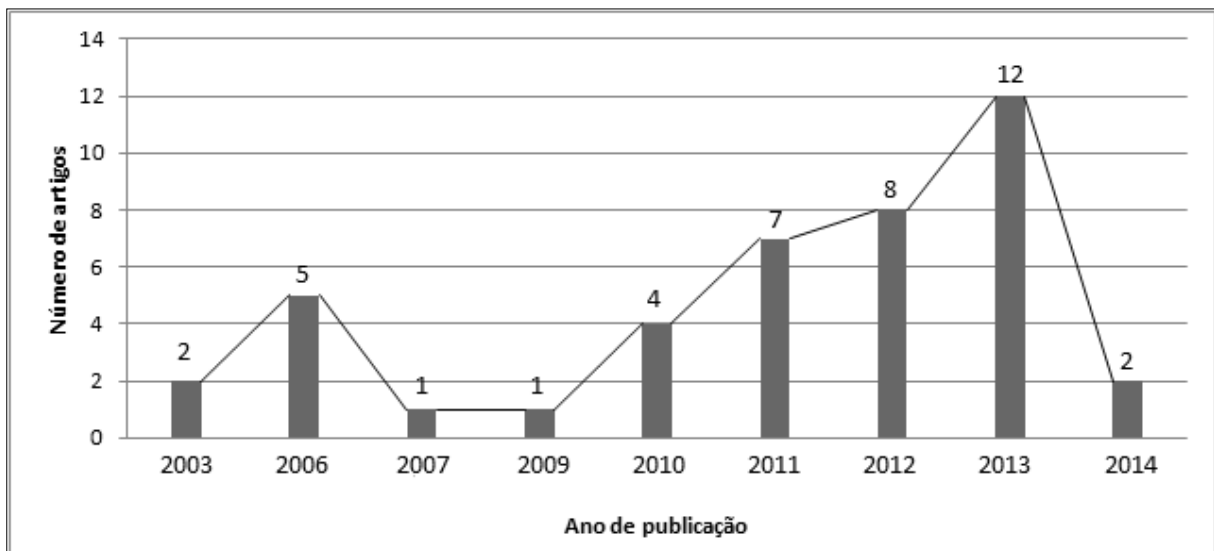
A pesquisa feita na base de dados ERIC, forneceu 86 artigos, dos quais 81 (94,18%) foram descartados, pois ainda que abordassem assuntos como neurociência e motivação do aluno<sup>43</sup>, ansiedade e ensino de matemática<sup>44</sup>, neurociência e aprendizagem de matemática<sup>45</sup>, cérebro e drogas<sup>46</sup>, contudo, esses artigos não eram do tipo revisão de literatura e/ou originais e sim, artigos de opinião, livros, capítulos de livros, teses, dissertações, e trabalhos apresentados em eventos acadêmicos disponíveis *online*. Desta forma, cinco artigos (5,82%) foram selecionados. A amostra final deste estudo, portanto, foi constituída por 42 artigos.

Esses artigos foram lidos na íntegra e analisados em seu conteúdo, destacando-se os dados relacionados ao número de artigos publicados por ano, país de produção, o tipo de estudo realizado, se original ou revisão, objetivo geral de cada estudo e sua conclusão.

#### 4. RESULTADOS

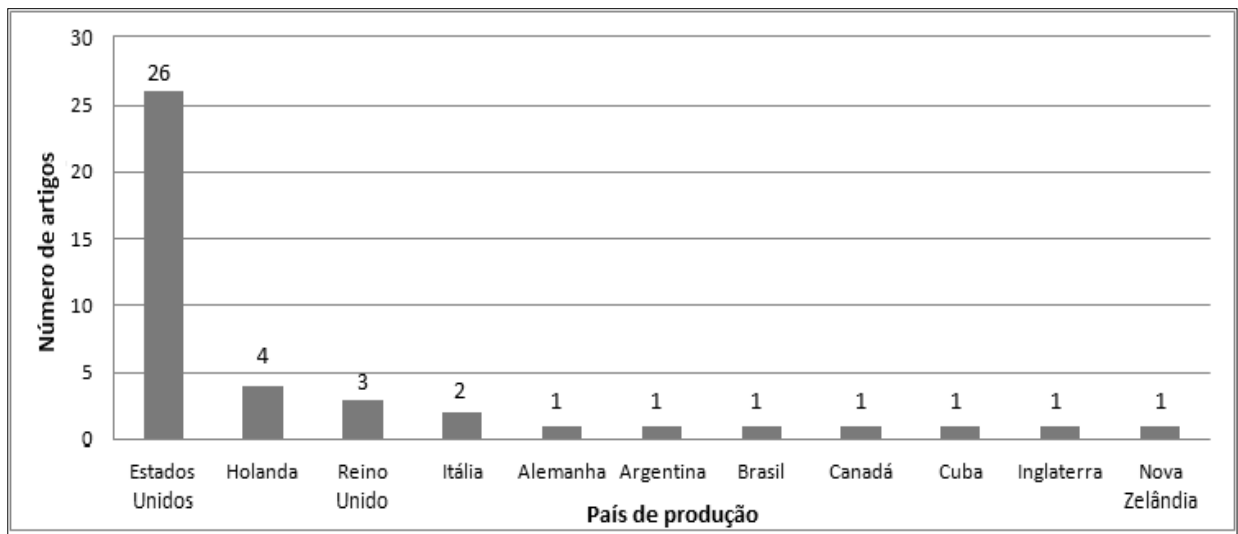
Os critérios adotados para essa revisão integrativa levaram à seleção de 42 artigos.

Da análise desses, observou-se, que a busca não forneceu artigos publicados no período de 1990 a 2002. Considerando os 42 artigos revisados, dois (4,76%) foram publicados no ano de 2003<sup>47,48</sup>, cinco (11,90%) no ano de 2006<sup>16,49,50,51,52</sup>, um (2,39%) no ano de 2007<sup>53</sup>, e outro (2,39%) em 2009<sup>54</sup>, quatro (9,52%) foram publicados no ano de 2010<sup>21,26,55,56</sup>, sete (16,66%) em 2011<sup>57,58,59,60,61,62,63</sup>, oito (19,04%) em 2012<sup>22,64,65,66,67,68,69,70</sup>, doze (28,58%) foram publicados no ano de 2013<sup>15,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81</sup> e, por fim, dois (4,76%) foram publicados no ano de 2014<sup>82,83</sup>, conforme demonstrado no gráfico 1.



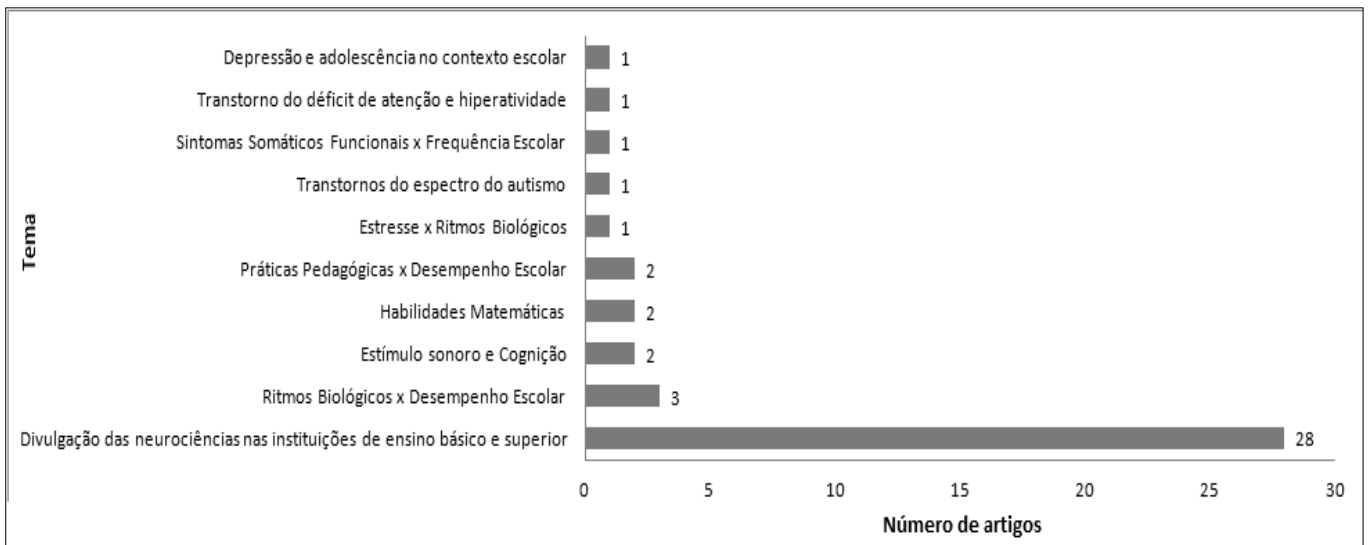
**Gráfico 1-** Número anual de artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa.

Em relação aos países mais envolvidos com estudos relacionados à neurociência e educação, observou-se que 26 artigos (61,85%) são oriundos dos Estados Unidos<sup>16, 21, 26, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56, 59, 61, 62, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 83</sup>, quatro (9,52%) da Holanda<sup>53, 60, 71, 80</sup>, três (7,14%) do Reino Unido<sup>15, 73, 77</sup>, dois (4,76%) da Itália<sup>22, 82</sup>, e um de cada um dos seguintes países: (2,39%) Alemanha<sup>81</sup>, (2,39%) Argentina<sup>55</sup>, (2,39%), Brasil<sup>65</sup>, (2,39%) Canadá<sup>64</sup>, (2,39%) Cuba<sup>77</sup>, (2,39%) Inglaterra<sup>58</sup>, e (2,39%) Nova Zelândia<sup>63</sup>, conforme mostra o gráfico 2.



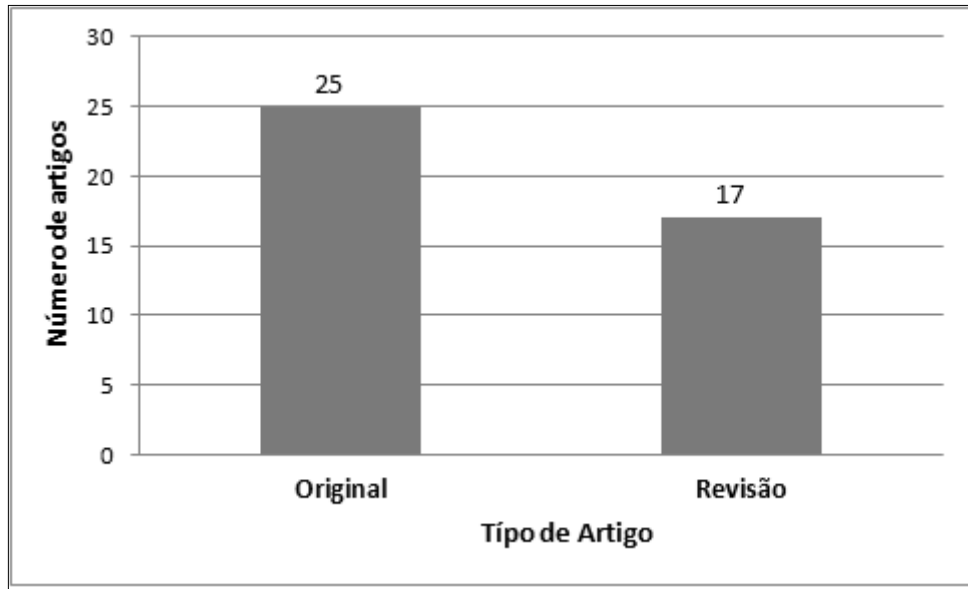
**Gráfico 2** - Número de artigos com implicações neurocientíficas direcionadas à educação, publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, por país de produção.

Em relação às temáticas dos artigos publicados ao longo do período de 2003 a 2014, observou-se que, um artigo (2,39%) investigou a relação entre depressão e adolescência no contexto escolar<sup>53</sup>, um artigo (2,39%) referiu-se ao transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDA/H)<sup>80</sup>, um artigo (2,39%) procurou relacionar os denominados sintomas somáticos funcionais à frequência escolar<sup>60</sup>, um artigo (2,39%), discorreu sobre os transtornos do espectro do autismo<sup>56</sup>, um artigo (2,39%) investigou a relação entre estresse e ritmos biológicos<sup>71</sup>, dois artigos (4,76%) discutiram a influência das práticas pedagógicas sobre o desempenho escolar<sup>74, 77</sup>, dois artigos (4,76%) abordaram habilidades matemáticas<sup>73, 76</sup>, dois artigos (4,76%) relacionaram estímulo sonoro e desenvolvimento cognitivo<sup>78, 79</sup>, três artigos (7,14%) discorreram sobre ritmos biológicos e desempenho escolar<sup>47, 75, 82</sup> e por fim 28 artigos (66,63%) referiram-se à divulgação das neurociências nas instituições de ensino básico e superior<sup>15, 16, 21, 22, 26, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 81, 83</sup> conforme apresentado no gráfico 3.



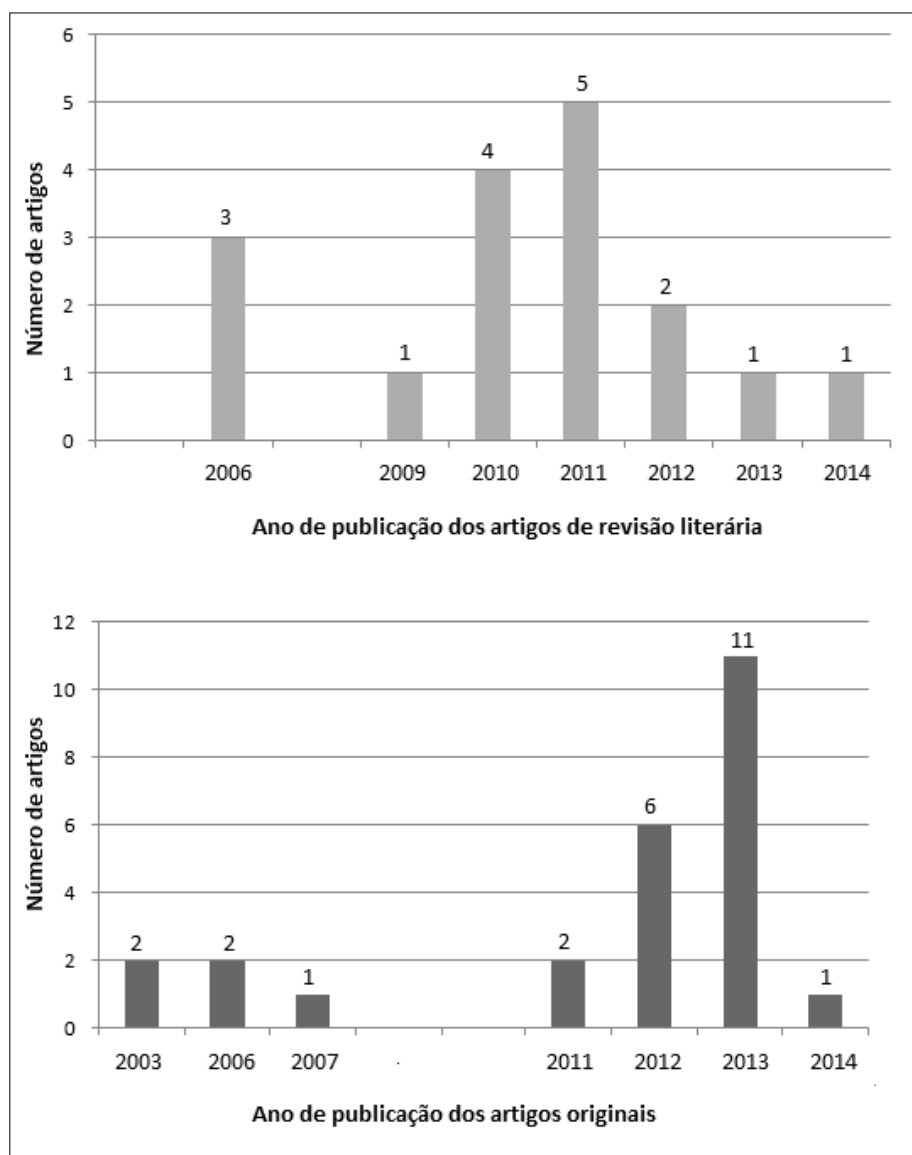
**Gráfico 3** - Número de artigos disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, publicados no período de 2003 a 2014 e selecionados para a revisão integrativa, agrupados por temáticas.

Com relação ao tipo de artigo, observou-se que dos 42 artigos revisados, 25 (59,5%), são originais<sup>15,16, 22, 47,48, 52, 53, 60, 62, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82</sup> e 17 (40,5%), são revisões literárias<sup>21, 26, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 64, 69, 81, 83</sup> conforme explicita o gráfico 4.



**Gráfico 4** - Número de artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, conforme tipo de artigo, original ou de revisão.

Dos 25 artigos originais, dois (8,0%), foram publicados em 2003<sup>47,48</sup>, dois (8,0%) em 2006<sup>16,52</sup>, um (4,0%) em 2007<sup>53</sup>, dois (8,0%) em 2011<sup>60,62</sup>, seis (24,0%) em 2012<sup>22, 65, 66, 67, 68, 70</sup>, onze (44,0%) em 2013<sup>15, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80</sup> e um (4,0%) em 2014<sup>82</sup>. Com relação aos artigos de revisão de literatura, observou-se que dos 17, três (17,64%) artigos foram publicados em 2006<sup>49, 50, 51</sup>, um (5,89%) artigo foi publicado em 2009<sup>54</sup>, quatro (23,52%) artigos foram publicados em 2010<sup>21, 26, 55, 56</sup>, cinco (29,41%) artigos foram publicados em 2011<sup>57, 58, 59, 61, 63</sup>, dois (11,76%) artigos foram publicados em 2012<sup>64, 69</sup>, um (5,89%) artigo foi publicado em 2013<sup>81</sup> e por fim, um (5,89%) artigo foi publicado em 2014<sup>83</sup>, conforme exposto no gráfico 5.



**Gráfico 5** - Número anual de artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, conforme tipo de artigo, revisão de literatura ou original.

O quadro 1 apresenta a descrição dos artigos selecionados para a revisão integrativa, considerando a data de publicação, o tipo de estudo, ou seja, original ou revisão, o objetivo geral e a conclusão. Os artigos estão apresentados por ordem cronológica de ano de publicação e, sendo publicações num mesmo ano, por ordem alfabética. São indicados também o número que foi atribuído ao artigo na lista das referências bibliográficas ao final do texto deste trabalho.

**Quadro 1-** Análise dos artigos publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa, em relação ao número que foi atribuído ao artigo na lista das referências bibliográficas ao final do texto deste trabalho, tipo de estudo, original ou revisão de literatura, objetivo geral e conclusão.

Estudo	Número	Tipo	Objetivo Geral	Conclusão
<b>Donn et al. (2003)</b>	47	Original	Investigar a relação entre o sono e o desempenho escolar.	Alunos matriculados em escolas cujas aulas iniciam-se às 07h50min podem apresentar baixo desempenho escolar em relação àqueles cujas aulas iniciam-se às 08h50min.
<b>Griffin (2003)</b>	48	Original	Investigar se o uso de ferramentas tecnológicas como recurso didático, pode favorecer a compreensão de conceitos neurocientíficos.	Ferramentas tecnológicas podem contribuir de forma significativa na aprendizagem de conceitos e conteúdos científicos desde que os objetivos em utilizá-las estejam em conformidade com os objetivos educacionais.
<b>Cameron e McNerney (2006)</b>	49	Revisão	Discorrer sobre o sucesso de programas criados com estratégias de fomento à divulgação científica para o público leigo, sobretudo alunos e professores da Educação Básica.	Embora existam poucos trabalhos, a divulgação científica de qualidade torna-se necessária, pois por meio dela, muitos eventos cotidianos, podem ser compreendidos a partir da fundamentação científica.
<b>Hardwick et al. (2006)</b>	50	Revisão	Discorrer sobre a “ <i>Faculty for Undergraduate Neuroscience</i> ”. (FUN - <a href="http://www.funfaculty.org">www.funfaculty.org</a> ), uma organização criada em 1991 e que se destina à inovação e excelência no ensino de graduação e em pesquisas relacionadas às neurociências.	Desde a sua implantação, “FUN” constituiu-se numa organização dinâmica cujas ações desenvolvidas têm impactado de forma significativa a qualidade do ensino de neurociência para estudantes de graduação.
<b>Lawson (2006)</b>	51	Revisão	Evidenciar a importância e a possível aplicabilidade das neurociências para a educação.	Autor não evidencia conclusão.
<b>MacNabb et al.</b>	16	Original	Discorrer sobre o programa “ <i>Brain science on the move</i> ”,	Os dados coletados no período de 2000 a 2001 evidenciam que

(2006)			destinado à divulgação científica dos estudos sobre o sistema nervoso para alunos e professores da Educação Básica.	o programa mostrou-se bem sucedido já que o objetivo de divulgar as informações provenientes dos estudos sobre o sistema nervoso e seu funcionamento foi alcançado.
<b>Miller et al. (2006)</b>	52	Original	Discorrer sobre a criação da web site: <a href="http://reconstructors.rice.edu">http://reconstructors.rice.edu</a> , que por meio de jogos e atividades online aborda conceitos neurocientíficos para adolescentes.	A internet pode ser uma ferramenta na divulgação científica de qualidade. Além disso, a tecnologia pode originar novos formatos de instrução, que quando bem fundamentados cientificamente e correlacionados à educação, podem favorecer a assimilação de conceitos e conteúdos neurocientíficos.
<b>Oldehinkel et al. (2007)</b>	53	Original	Investigar a relação entre depressão e adolescência no contexto social da sala de aula.	Os dados mostram que em meninos, os sintomas relacionados à depressão estão fortemente ligados às habilidades esportivas ao passo que em meninas, tais sintomas, estão associados à aparência física e aceitação social.
<b>Frantz, McNerney e Spitzer (2009)</b>	54	Revisão	Discorrer sobre a enciclopédia virtual “NERVE” (Neuroscience Education Resources Virtual Encycloportal) que objetiva promover a divulgação científica dos estudos sobre o sistema nervoso para a educação.	Ferramentas tecnológicas podem contribuir de forma significativa na aprendizagem de conceitos e conteúdos científicos. A internet pode ser uma ferramenta na divulgação científica de qualidade.
<b>Benarós et al. (2010)</b>	55	Revisão	Discorrer sobre as implicações que emergem das relações entre Neurociências, Psicologia Cognitiva e Educação.	Apesar dos esforços, existem poucos estudos interdisciplinares, ou seja, que permitam o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, sobretudo no que se refere a Educação. Nesse aspecto, as pontes entre Neurociências, Psicologia Cognitiva e Educação tornam-se viáveis, já que por meio delas, as complexas relações envolvidas no processo de ensino e aprendizagem podem ser melhor compreendidas.
<b>Carew e Magsamen (2010)</b>	26	Revisão	Discorrer sobre possíveis implicações dos estudos neurocientíficos sobre o sistema nervoso e seu funcionamento para o campo educacional.	A sociedade internacional “Mente, Cérebro e Educação” tem fomentado iniciativas globais que visam o diálogo entre neurociências e educação. Este por sua vez, fornece um

				paradigma de como a ciência pode contribuir de forma eficaz na qualidade de vida das pessoas.
<b>Dubinsky (2010)</b>	21	Revisão	Discorrer sobre o programa “ <i>Brain U</i> ” ( <a href="http://www.brainu.org">www.brainu.org</a> ), desenvolvido na Universidade de Minnesota, nos Estados Unidos e que tem por objetivo introduzir os conceitos das neurociências para professores da Educação Básica.	Iniciativas que visam à divulgação científica de qualidade auxiliam a fundamentar a prática pedagógica dos professores da Educação Básica.
<b>Levy, Mandell e Schultz (2010)</b>	56	Revisão	Evidenciar ao longo do período: 1998 – 2008, os principais achados sobre os transtornos do espectro do autismo.	Autores não evidenciam conclusão.
<b>Cameron (2011)</b>	57	Revisão	Descrever o conteúdo do curso “ <i>Neurobiology of Learning</i> ”, desenvolvido na Universidade de Findlay, nos Estados Unidos e que se destina à capacitação de professores para atuarem na Educação Especial.	A inclusão das neurociências na grade curricular dos cursos de licenciatura pode contribuir fundamentando a prática pedagógica dos futuros professores no que se refere à atuação deles na Educação Especial.
<b>Frazzeto (2011)</b>	58	Revisão	Discorrer sobre o “ <i>Neuroschool</i> ”, programa destinado à formação transdisciplinar de estudantes de graduação, promovendo nesse sentido, a integração entre neurociências, sociedade e cultura.	Estratégias pedagógicas que visam favorecer a interdisciplinaridade são importantes já que podem enriquecer a formação global e social dos indivíduos.
<b>Grady (2011)</b>	59	Revisão	Elaborar para professores e alunos, um guia prático sobre o cérebro e seu funcionamento.	A divulgação científica de qualidade pode fundamentar a prática pedagógica dos profissionais da educação, no que se refere a esclarecimentos sobre processos e funções cerebrais relacionados às atividades desenvolvidas no contexto da aprendizagem, influenciadoras dos processos neuronais que resultam no aprimoramento das habilidades cognitivas.
<b>Janssens et al. (2011)</b>	60	Original	Investigar se a evasão escolar de adolescentes está relacionada aos sintomas funcionais somáticos.	O estudo fornece evidências de que o absentismo escolar é um fator de perpetuação dos sintomas somáticos funcionais em adolescentes.
			Discorrer sobre seis centros de	

<p><b>Straumanis (2011)</b></p>	<p>61</p>	<p>Revisão</p>	<p>pesquisa, localizados nos Estados Unidos que se dedicam ao estudo das bases neurais da aprendizagem e que procuram implementar ações educativas que objetivam melhorar o processo de ensino-aprendizagem nos espaços formais e não formais de educação.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. "CELEST": <a href="http://celest.bu.edu">http://celest.bu.edu</a>.</li> <li>2. "LIFE": <a href="http://www.life-slc.org/">http://www.life-slc.org/</a></li> <li>3. "PSLC": <a href="http://www.learnlab.org">http://www.learnlab.org</a>.</li> <li>4. "SILC": <a href="http://spatiallearning.org">http://spatiallearning.org</a>.</li> <li>5. "TDLC": <a href="http://TDLC.ucsd.edu">http://TDLC.ucsd.edu</a>.</li> <li>6 "VL2": <a href="http://VL2.gallaudet.edu">http://VL2.gallaudet.edu</a>.</li> </ol>	<p>Embora existam iniciativas, é preciso, cada vez mais, de estratégias que permitam compreender que a aprendizagem não depende só do que ocorre na sala de aula mas também de outros fatores externos a ela.</p>
<p><b>Walsh, Chih-Yuan Sun e Riconscente (2011)</b></p>	<p>62</p>	<p>Original</p>	<p>Descrever a "Online Multimedia Teaching Tool" (<a href="http://omtt.usc.edu/">http://omtt.usc.edu/</a>) – uma ferramenta educacional desenvolvida como uma plataforma reúne uma gama de materiais relacionados às neurociências e que foram adaptados e disponibilizados online.</p>	<p>A iniciativa em disponibilizar estudos científicos, vídeos, capítulos de livro e etc., mostrou-se viável, uma vez que simplifica e facilita o acesso do público a conteúdos de qualidade e relevância científica.</p>
<p><b>Whitehead (2011)</b></p>	<p>63</p>	<p>Revisão</p>	<p>Discorrer sobre possíveis aplicações das neurociências para o campo educacional.</p>	<p>É preciso cautela ao divulgar as neurociências para o público leigo, em especial para educadores. Quando divulgadas sem rigor, as informações provenientes dos estudos científicos sobre o cérebro não contribuem na prática pedagógica e favorecem a disseminação de mitos.</p>
<p><b>Bartoszeck e Bartoszeck, F.(2012)</b></p>	<p>64</p>	<p>Original</p>	<p>Investigar as concepções que as crianças possuem acerca do cérebro humano.</p>	<p>Os dados mostram que estudantes mais jovens representam o cérebro com poucos detalhes, ao passo que estudantes mais velhos levam em consideração, aspectos morfológicos e funcionais do cérebro.</p>
<p><b>Fulop e Tanner (2012)</b></p>	<p>65</p>	<p>Original</p>	<p>Investigar as concepções de adolescentes sobre as bases neurais da aprendizagem.</p>	<p>Os dados evidenciam a importância da divulgação científica de qualidade nas instituições de ensino básico, já</p>

				que por meio de entrevistas e questionários verificou-se que uma pequena dos alunos apresentaram concepções errôneas a respeito do cérebro e seu funcionamento.
<b>Lalancette e Campbell (2012)</b>	66	Revisão	Discorrer sobre a ética nas pesquisas relacionadas às neurociências e educação.	É necessário que diretrizes baseadas em princípios comuns a educação e às neurociências sejam estabelecidas para que as pesquisas desenvolvidas e que visam integrar as duas áreas possam alcançar melhores resultados.
<b>Marzullo e Gage (2012)</b>	67	Original	Desenvolver uma ferramenta de baixo custo para auxiliar no ensino das funções cerebrais.	O desenvolvimento de equipamentos de baixo custo para ensinar neurociências, além de favorecer a assimilação de conceitos e conteúdos científicos, pode contribuir na divulgação das neurociências para a educação básica.
<b>Roehrig et al. (2012)</b>	68	Original	Avaliar o impacto da divulgação dos estudos neurocientíficos sobre as bases neurais da aprendizagem na prática de professores de Ciências e Biologia da Educação Básica.	Iniciativas que visam à formação continuada de professores do ensino básico pode favorecer a adoção de novas estratégias pedagógicas. Neste aspecto, a inclusão das neurociências nas grades curriculares dos cursos voltados para a formação docente torna-se crucial.
<b>Romero-Calderón et al. (2012)</b>	69	Revisão	Discorrer sobre o “ <i>Brainstorm</i> ”. Um projeto de extensão em neurociências que objetiva capacitar alunos de graduação para a divulgação científica.	O fomento à divulgação científica das neurociências para o grande público é viável já que a abordagem científica pode trazer impactos positivos na qualidade de vida das pessoas.
<b>Sperduti et al. (2012)</b>	22	Original	Investigar as concepções de crianças e adolescentes sobre os aspectos anatômicos, evolutivos e funcionais do cérebro.	Os dados evidenciam que embora interessados, os alunos da educação básica apresentam concepções errôneas sobre o cérebro e seu funcionamento. Ressalta-se nesse sentido, a importância da divulgação científica de qualidade nas instituições de ensino básico.
<b>Webb et al. (2012)</b>	70	Original	Discorrer sobre a criação de um programa de extensão que objetiva aprimorar as habilidades de estudantes da educação superior em comunicar-se com o público leigo.	De acordo com os dados, o treinamento mostrou-se eficaz, já que os estudantes participantes obtiveram melhora no que se refere à comunicação com o público leigo.

<b>Astill <i>et al.</i> (2013)</b>	71	Original	Investigar a relação entre o estresse e o sono em adolescentes.	Situações que induzem o estresse podem afetar a qualidade do sono e acarretar prejuízos cognitivos. Desta forma, conforme se dá a organização do calendário escolar, o cumprimento de atividades acadêmicas em curto intervalo de tempo, pode afetar tanto o sono quanto o desempenho escolar de estudantes adolescentes.
<b>Fitzakerley <i>et al.</i> (2013)</b>	72	Original	Verificar se a divulgação científica dos estudos sobre as bases neurais da aprendizagem poderia influenciar nas atitudes de estudantes em sala de aula com relação à aprendizagem.	Os dados indicam que a exposição a conteúdos neurocientíficos pode influenciar nas atitudes de alunos e professores com relação à percepção dos mesmos sobre a habilidade de aprender.
<b>Gabriel, Szucs e Content (2013)</b>	73	Original	Investigar como ocorre a formação e a consolidação da representação mental dos números fracionários durante as séries do Ensino Fundamental.	Os dados mostram que crianças mais jovens parecem ter mais dificuldades em compreender o conceito de números fracionários do que crianças mais velhas. Nesse sentido, a consolidação deste conteúdo da disciplina Matemática parece ocorrer nas séries finais do Ensino Fundamental.
<b>Gjersoe e Hood (2013)</b>	15	Original	Avaliar o impacto de palestras de sensibilização sobre o funcionamento do cérebro para estudantes da Educação Básica.	De forma geral, os dados mostram que a divulgação científica de qualidade por meio de palestras de sensibilização pode contribuir não somente para uma melhor compreensão sobre o funcionamento do cérebro como também na desmistificação de informações errôneas e que foram legitimadas.
<b>Houts <i>et al.</i> (2013)</b>	74	Original	Verificar se o comportamento dos alunos em sala de aula influencia a prática pedagógica de professores da Educação Básica.	Conforme se dá o relacionamento entre professores e alunos em sala de aula, as práticas pedagógicas tendem a ser alterado, o que pode influenciar o desempenho acadêmico dos alunos.
<b>Kurdziel, Duclos e Spencer (2013)</b>	75	Original	Investigar se o “cochilo” auxilia no desempenho escolar de crianças.	Os dados indicam que o “cochilo” parece ser benéfico no que se refere à consolidação das informações recém-aprendidas o que pode relacionar-se com o desempenho acadêmico.

<b>Reigosa-Crespo <i>et al.</i> (2013)</b>	76	Original	Investigar a relação entre o domínio de conteúdos específicos da disciplina Matemática e o desenvolvimento de habilidades relacionadas a leitura e interpretação textual.	Os dados evidenciam que a capacidade numérica é requisito básico para o desenvolvimento de habilidades matemáticas nas séries finais do Ensino Fundamental. Além disso, o domínio de conteúdos específicos da disciplina Matemática poderia relacionar-se à consciência fonológica.
<b>Ritchie, Della Sala e McIntosh (2013)</b>	77	Original	Avaliar a eficácia da “retrieval practice” (com e sem o auxílio dos mapas mentais) sobre o desempenho acadêmico de crianças.	Os mapas mentais assim como os mapas conceituais podem ser utilizados para facilitar a assimilação de conceitos e conteúdos, no entanto, não constituem uma ferramenta que tende a otimizar o desempenho acadêmico.
<b>Skoe, Krizman e Kraus (2013)</b>	78	Original	Investigar a relação entre a função auditiva e os fatores ambientais em adolescentes com diferentes graus de escolaridade da mãe.	Mães que possuem alto nível de instrução têm filhos que apresentam percepção auditiva melhor, ou seja, o cérebro reage mais intensamente a sons do que filhos cujas mães possuem baixa instrução escolar.
<b>Slater, Tierne e Kraus (2013)</b>	79	Original	Investigar a relação entre a exposição musical, habilidades motoras e o desenvolvimento da oralidade em crianças.	Crianças expostas ao treino musical no período de um ano apresentaram melhor desempenho em tarefas motoras. Além disso, a exposição musical pode moldar as habilidades de processamento temporal e nesse aspecto, auxiliar professores a compreender o desenvolvimento da oralidade.
<b>Spronk, Vogel, e Jonkman (2013)</b>	80	Original	Investigar o desenvolvimento da capacidade visuoespacial da memória de trabalho em adolescentes e adultos com TDA/H.	Os dados apontam que adolescentes diagnosticados com TDA/H possuem mais dificuldades em selecionar informações do que adultos com o mesmo transtorno.
<b>Weigmann (2013)</b>	81	Revisão	Discorrer sobre a maneira pela qual o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro pode auxiliar na compreensão e abordagem dos transtornos da aprendizagem.	O diálogo entre neurociências e educação tende a obter melhores resultados quando mediado pela Psicologia Cognitiva.
<b>Giganti <i>et al.</i> (2014)</b>	82	Original	Verificar se o “cochilo” diurno pode melhorar o desempenho de crianças em tarefas de reconhecimento.	O sono de “curta duração” ao longo do dia parece desempenhar um papel importante na preservação da memória explícita.
			Discorrer sobre o	Estratégias pedagógicas que

<b>Ullrich <i>et al.</i> (2014)</b>	83	Revisão	Interdisciplinary Program in Neuroscience (IPN - <a href="https://neuroscience.georgetown.edu/">https://neuroscience.georgetown.edu/</a> ), da Universidade de Georgetown, nos Estados Unidos e que visa a formação interdisciplinar de pós-graduação.	visam favorecer a interdisciplinaridade e a divulgação de qualidade das neurociências para o público são importantes, já que podem enriquecer a formação global e social dos indivíduos.
---	----	---------	--	--

No quadro 2 (ANEXO) são apresentados os endereços dos *sites* eletrônicos mencionados nos referidos ao longo da introdução deste trabalho e também aqueles artigos revisados apresentados no quadro 1.

Os endereços dos *sites* eletrônicos estão apresentados pela ordem em que aparecem ao longo da introdução, da análise dos artigos revisados apresentados no quadro 1 e também da discussão dos resultados. São indicados o nome da página eletrônica e seu respectivo endereço.

## 5. DISCUSSÃO

O conhecimento neurocientífico cresceu nos últimos anos, principalmente a partir da denominada “Década do Cérebro”, proposta pelo Congresso dos Estados Unidos para os anos de 1990 a 1999 e que impulsionou o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de neuroimagem, eletrofisiologia e biologia molecular.<sup>84</sup>

Nesse sentido, as descobertas relacionadas à genética e às neurociências cognitivas possibilitaram um avanço do conhecimento em ritmo até então nunca observado, ainda que os processos cognitivos não tenham sido integralmente compreendidos devido às restrições técnicas e éticas que o estudo do comportamento humano impõe.<sup>6</sup>

Pode-se observar que, ao longo dos últimos 11 anos, as áreas da Educação, Neurociências e Psicologia, têm trabalhado juntas para uma melhor compreensão dos fenômenos cognitivos e para a aplicação dos resultados em pesquisa sobre o sistema nervoso no desenvolvimento dos indivíduos e da sociedade.<sup>4, 85, 86, 87, 88</sup>

Sobre este aspecto, ressalta-se que apesar das descobertas neurocientíficas terem ultrapassado os nichos acadêmicos e alcançado profissionais de outras áreas do conhecimento, dentre eles, os profissionais da educação, ainda assim, é paulatina a quantidade de estudos publicados que visam discorrer sobre o diálogo bem como as contribuições das neurociências para a educação.

Destaca-se neste contexto, a importância do incentivo à produção científica relacionada ao diálogo entre neurociências e educação, como possível estratégia de comunicação e contribuições entre áreas tão distintas. Todavia, ressalta-se que é preciso cautela, pois as neurociências não propõem uma pedagogia inovadora tão pouco prometem soluções definitivas para as dificuldades de aprendizagem e os inúmeros desafios relacionados ao sistema educacional e à prática docente.<sup>5, 6</sup>

Nota-se que o interesse dos cientistas em divulgar ciência é margeado por três principais objetivos diferentes: (1) educacional, visando ampliar o conhecimento e a compreensão do público leigo sobre o processo científico e sua lógica; (2), cívico, ou seja, o desenvolvimento de uma opinião pública e informada sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico sobre a sociedade; e (3) mobilização popular, isto é ampliar as possibilidades bem como a qualidade de participação da sociedade na formulação de políticas públicas e na escolha de opções tecnológicas.<sup>87, 89</sup>

Nesse sentido, ao longo do período de 2003 a 2014, o principal objetivo da convergência entre neurociências e educação tem sido divulgar as informações provenientes dos estudos científicos sobre o sistema nervoso, em particular o cérebro. Os dados indicam

que no período mencionado, os Estados Unidos constituiu-se um dos pioneiros no que se refere à criação de iniciativas que visam à formação continuada de professores do ensino básico<sup>16, 21, 22, 68</sup> bem como a divulgação das descobertas sobre o funcionamento do cérebro nas instituições de ensino básico<sup>69</sup> e para o público em geral.<sup>15, 70</sup>

Todavia, é importante destacar os esforços de países como o Brasil em criar iniciativas que visam mostrar à sociedade o quanto as neurociências podem contribuir para o crescimento do indivíduo e da sociedade. O *Museu Intinerante de Neurociências*<sup>1</sup> criado em 2009 tem o intuito de promover a alfabetização científica da população.

Outro exemplo é a *Olimpíada Brasileira de Neurociências*<sup>\*</sup> que por meio de competições, procura estimular estudantes da educação básica a aprenderem sobre as ciências que estudam o sistema nervoso.

A divulgação científica, também conhecida como popularização da ciência, constitui-se no emprego de técnicas de recodificação da linguagem científica e tecnológica e que objetiva atingir o público em geral, utilizando meios de comunicação. Ela deve ser compreendida como a comunicação entre ciência e sociedade, na qual o processo fundamental consiste em comunicar os “fatos e princípios da ciência” por meio de uma linguagem acessível.<sup>89, 90, 91, 92</sup>

Nesse sentido, observa-se que a importância dada à popularização da ciência ampliou-se de forma considerável nos últimos anos, o que permitiu o crescimento de um nicho na comunidade acadêmico-científica voltada à criação e elaboração de iniciativas que visam à melhoria da educação científica relacionada às neurociências<sup>16, 21, 22, 49, 70, 89, 93</sup> e outras áreas do conhecimento, como por exemplo, física<sup>94</sup> e química.<sup>95</sup>

O conhecimento produzido pelas neurociências, mais especificamente, pelos avanços da neurociência cognitiva aplicados à educação, tem se tornado relevante e contribuído para uma proposta de ensino e aprendizagem que leve em consideração, também o conhecimento do funcionamento do cérebro, já que há estudos que evidenciam que a divulgação científica de qualidade por meio de palestras de sensibilização<sup>15</sup> e cursos de capacitação<sup>16, 21, 27</sup> pode contribuir não somente para um melhor entendimento sobre o funcionamento do cérebro como também na desmistificação de informações errôneas consolidadas.<sup>15, 16, 18, 20, 21, 22, 27, 68</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.cienciasecognicao.org/min/>

<sup>\*</sup> <http://cienciasecognicao.org/brazilianbrainbee/>

A globalização, amparada por novos meios de comunicação como a internet, entre outros meios de socialização da informação tem melhorado a cada dia os processos de divulgação científica, como evidencia as pesquisas de Miller<sup>52</sup>, Frantz, Mcnerney e Spitzer<sup>54</sup> e Walsh, Hih-Yuan Sun e Riconscente.<sup>62</sup>

No que se refere à educação, ressalta-se que os avanços das neurociências possibilitaram uma abordagem mais científica do processo ensino-aprendizagem, fundamentando muitas estratégias pedagógicas utilizadas por professores e educadores e assim, tornando mais significativo e eficiente o trabalho desses profissionais.<sup>6, 69</sup>

Não obstante, é preciso ter cautela, já que, a divulgação de informações incompletas dos achados sobre o cérebro e seu funcionamento pode colaborar para que mitos e conceitos errôneos sejam disseminados.<sup>96</sup>

Observa-se também que há um crescente mesmo que paulatino, interesse em investigar outros temas, como os transtornos do espectro do autismo, transtorno do déficit de atenção/hiperatividade (TDA/H), estímulos sonoros e cognição, habilidades matemáticas, ritmos biológicos e sua relação com o desempenho escolar e também com o estresse.

Este dado permite-nos refletir sobre o importante ponto de articulação entre neurociências e educação: a aprendizagem. O sistema nervoso se modifica ao longo da vida, contudo, dois momentos são particularmente cruciais no decorrer do seu desenvolvimento, sendo o primeiro em torno dos primeiros anos de vida e o segundo na adolescência.<sup>6</sup>

No período correspondente ao nascimento, ocorre um ajuste quanto ao número de neurônios que serão verdadeiramente utilizados nos circuitos neurais necessários à execução das inúmeras funções cognitivas. Na adolescência, ocorre um acelerado processo de eliminação sináptica em diferentes regiões do córtex cerebral e também um notável aumento da mielinização das fibras nervosas nos circuitos cerebrais, tornando-os mais eficientes.<sup>6</sup>

Considerando que a educação básica<sup>95</sup> compreende a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, de forma a englobar os períodos da infância e adolescência que são considerados períodos de grande neuroplasticidade, compreende-se o interesse dos cientistas pelos temas mencionados, já que os mesmos relacionam-se ao processo de aprendizagem.<sup>6</sup>

Neste sentido, cabe destacar e comentar alguns dados obtidos a partir dos artigos selecionados por essa revisão integrativa que, apesar de não visar o estudo específico de cada um dos temas, aponta aspectos interessantes relacionados à perspectiva neurobiológica da aprendizagem.

O primeiro deles é a relação entre os ritmos biológicos e o desempenho escolar. Sabe-se que o sono, definido comportamentalmente pela suspensão normal da consciência e eletrofisiologicamente pela eleição criteriosa de ondas cerebrais específicas, é um comportamento extremamente conservado, desde as moscas-da-fruta até o homem.<sup>96</sup>

A razão pela qual dormimos, não é bem compreendida. No entanto, há evidências de que o sono é essencial para a ocorrência do fenômeno da consolidação da memória, ou seja, para que o cérebro possa tornar mais estável as modificações em suas conexões que começam a ser feitas durante o aprendizado do dia.<sup>6, 47, 82, 98</sup> Deste modo, é “amplamente aceito o efeito benéfico do sono na consolidação de memórias após aprendizado”<sup>99</sup>, entretanto, pouco se sabe a respeito o efeito dos “cochilos” sobre a aprendizagem.

Sobre este fato, os dados do estudo de Kurdziel, Duclos e Spencer<sup>75</sup> e Giganti *et al.*<sup>82</sup> indicam que o “cochilo” parece ser benéfico para crianças em idade pré-escolar no que se refere à consolidação das informações recém-aprendidas. Resultados similares foram encontrados no estudo de Lemos, Weissheimer, e Ribeiro<sup>100</sup>, embora a amostra deste estudo divergisse dos anteriores.

Contudo, ainda que haja implicações para a educação, é necessário mais estudos para melhor compreender os efeitos benéficos que o cochilo diurno pode promover na consolidação das memórias declarativas no ambiente escolar.<sup>100</sup>

Verificou-se também que dois estudos<sup>73, 76</sup> procuraram evidenciar aspectos relacionados às habilidades matemáticas. De acordo com Berton e Itacarambi<sup>101</sup>, a Matemática é um componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos não podem prescindir.

No que diz respeito à capacidade que o cérebro possui em trabalhar com números, sabe-se que de forma similar ao que ocorre com a linguagem, o cérebro humano tem características que são programadas geneticamente e que o habilitam a lidar com números.<sup>6</sup>

Nesse sentido, o estudo de Reigosa–Crespo *et al.*<sup>76</sup> por exemplo, evidencia que a capacidade numérica é requisito básico para o desenvolvimento das habilidades matemáticas nas séries finais do ensino fundamental. A exposição à linguagem matemática, ou seja, a linguagem e à educação matemática, desenvolve o reconhecimento dos algarismos, sua expressão verbal, bem como os procedimentos para a realização de cálculos com múltiplos algarismos.<sup>76</sup>

Além disso, nota-se que a consciência fonológica, que reflete a capacidade de diferenciar entre os segmentos significativos da linguagem, associa-se às habilidades

matemáticas na medida em que diferentes habilidades matemáticas se dissociam no cérebro <sup>6</sup>, <sup>76, 100</sup>, isto é, ambos os hemisférios cerebrais identificam e comparam números, entretanto, apenas o hemisfério esquerdo pode decodificar a representação verbal dos algarismos, já que, este hemisfério se ocupa do processamento da linguagem. <sup>6</sup>

Por meio desta revisão, procurou-se relacionar algumas explicações de base neurológica com diferentes assuntos pedagógicos, tendo como direção, evidências empíricas. Por exemplo, tem-se interesse em compreender se crianças já aprendem no útero da mãe, ou ainda, saber qual é a melhor idade para a iniciação musical. <sup>6</sup>

Nesta perspectiva, o estudo de Slater, Tierne e Kraus<sup>79</sup> traz importantes contribuições para o campo educacional ao relacionar: treino musical, desempenho em atividades motoras e desenvolvimento da oralidade em crianças. De acordo com os resultados deste estudo, crianças cujas idades variaram entre seis a nove anos, quando expostas ao treino musical ao longo de um ano, apresentaram desempenho melhor no “Tapping Test” (um tipo de teste neurológico que de forma geral procura avaliar a coordenação motora) do que crianças que não receberam nenhum tipo de instrução musical.

O mesmo estudo também evidenciou que a exposição musical pode moldar as habilidades de processamento temporal e nesse aspecto, auxiliar os professores a compreender o desenvolvimento da oralidade.

Ainda sobre o tema música, um estudo de Muszkat, Correia e Campos<sup>101</sup>, procurou elucidar a maneira pela qual o cérebro processa os estímulos sonoros e organiza as funções musicais. Outros estudos já investigaram a relação entre a música e desenvolvimento infantil<sup>102</sup>, emoção<sup>103</sup>, cognição<sup>104</sup>, atenção. <sup>105</sup>

Outro dado, verificado nessa revisão e que merece destaque, refere-se à relação entre prática pedagógica e o desempenho acadêmico. Nota-se que a inclusão de temas relacionados às neurociências na formação inicial do educador constitui-se um desafio<sup>6</sup>.

No Brasil, embora haja políticas públicas voltadas para a formação do profissional da educação básica, dentre elas a do PIBID<sup>25</sup>, destacada neste estudo, o que se observa, no entanto, é que a maior parte dos educadores que trabalham na administração pública e também nas escolas, tem uma formação essencialmente humanística, crucial para compreensão da educação, mas insuficiente para atender as demandas da aprendizagem para a vida em sociedade. <sup>6</sup>

Cabe salientar, desta forma, a importância da inclusão das neurociências na matriz curricular dos cursos de licenciatura e formação de professores já que, por meio do conhecimento do funcionamento do sistema nervoso, os profissionais da educação podem

desenvolver melhor seu trabalho, isto é, sob mais uma perspectiva, e melhorar sua prática cotidiana. <sup>16</sup> Dentro deste contexto, o estudo de Houts *et al.*<sup>74</sup> permite refletir sobre tal possibilidade, uma vez que constata que os conhecimentos agregados pelas neurociências podem contribuir para um avanço na educação, de maneira a indicar algumas direções, mesmo que não exista uma receita única a ser seguida. <sup>6</sup>

Os dados de Houts *et al.*<sup>74</sup> evidenciam que o ambiente escolar deve ser planejado de modo a facilitar as emoções positivas e evitar as emoções negativas.<sup>6</sup> Nesse sentido, é importante que os profissionais da educação estejam atentos não somente às emoções dos alunos, mas às suas próprias emoções.<sup>6</sup>

Neste contexto, ressalta-se que a linguagem emocional, antes de ser verbal é corporal, isto é, a postura, as atitudes e o comportamento do professor assumem uma importância que muitas vezes não é percebida. Por conta disso, o que é transmitido pode ser um tanto quanto diferente do que se pretendia ensinar. <sup>6,74</sup>

Outro ponto para reflexão é que, em sua prática docente, o educador deve se preparar para encontrar a sua classe diversificada, constituída por aprendizes que apresentam singularidades e, assim, ajustar os trabalhos à classe, de maneira que se permita o desenvolvimento máximo das habilidades de cada aluno. <sup>91</sup>

Todas as crianças têm direito a uma educação de qualidade, na qual suas necessidades individuais possam ser atendidas. Neste sentido, a escola, quanto ambiente, deve ser enriquecedora e estimulante, permitindo assim, o desenvolvimento cognitivo, emocional e social. <sup>91</sup>

É preciso pensar em todos os alunos como indivíduos em processo de desenvolvimento, e assim, considerar que eles, vivenciam o ensino e a aprendizagem conforme suas diferenças individuais. A proposta da educação inclusiva necessita, portanto, da consonância entre pais, educadores e gestores, que devem ter como objetivo, o desenvolvimento cognitivo, emocional e social dos alunos, que na condição de aprendizagens devem fazer parte de uma instituição que, além de ser integrada à sua comunidade, tenha por objetivo uma educação de qualidade. <sup>91</sup>

Nesta perspectiva, o estudo de Levy, Mandell, Schultz<sup>56</sup> e também o estudo de Spronk, Vogel e Jonkman<sup>80</sup>, discorrem sobre alguns quadros que levam à dificuldades para a aprendizagem, sendo eles os Transtornos do Espectro do Autismo (TEA) e o Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDA/H).

De acordo com Cosenza e Guerra<sup>6</sup>, as dificuldades de aprendizagem resultam de muitos aspectos que interferem na aquisição de novos esquemas, isto é, na reorganização do cérebro para produção de novos comportamentos.

Para Sholl–Franco, Assis e Marra<sup>4</sup>, os termos dificuldades, transtornos e distúrbios de aprendizagem têm gerado muitas contestações entre os profissionais, tanto da área da educação, quanto da saúde, resultando em definições não muito claras, conforme evidencia Moojen<sup>106</sup>. Sobre este aspecto, Cosenza e Guerra<sup>6</sup> consideram que o termo “dificuldades de aprendizagem”, é genérico e abrange um grupo heterogêneo de problemas capazes de alterar a capacidade de aprender.

Uma síndrome que produz alterações de circuitos cerebrais e que compromete aspectos do comportamento influenciando a aprendizagem é o autismo. Conforme evidenciado na revisão de Levy, Mandell, Schultz<sup>56</sup>, os Transtornos do Espectro do Autismo (TEA), são um grupo heterogêneo de distúrbios caracterizados por interação social reduzida, déficits de comunicação e presença de comportamentos estereotipados.<sup>107</sup>

Apesar de tais sintomas ocorrerem em diversas doenças psiquiátricas, a união de todos eles em um mesmo indivíduo é que caracteriza o autismo. Uma série de outros sintomas e síndromes associados podem estar presentes. Dentre eles encontram-se prejuízo intelectual<sup>108</sup>,<sup>109</sup>, impulsividade, déficit de atenção/hiperatividade, transtorno de ansiedade, problemas de conduta, depressão, distúrbios do sono<sup>110, 111</sup>, esclerose tuberosa, X-frágil e Síndrome de Angelman.<sup>112</sup>

De acordo com Favoretto e Lamônica (2014)<sup>18</sup>, é de extrema relevância que o professor seja capacitado para atendimento às demandas de seus alunos no que tange ao conhecimento acerca dos TEA. No entanto, de acordo com Sholl–Franco, Assis e Marra<sup>4</sup>, muitas vezes a falta de conhecimento por parte dos agentes escolares leva ao julgamento equivocado sobre um transtorno, como no caso do autismo, ao qual ocorre atribuírem o rótulo de mero comportamento indesejável. Faz-se necessário, então, maior e melhor esclarecimento sobre vários tópicos.

Um dos caminhos abertos pelo diálogo entre neurociências e educação aponta para o desenvolvimento de recursos e estratégias que forneçam subsídios para a capacitação de professores, de maneira a desenvolver ações centradas na difusão do conhecimento de qualidade.<sup>113</sup>

Outro transtorno que merece atenção e que costuma trazer grandes alterações na capacidade de aprendizagem é o TDA/H, em que as alterações do sistema nervoso parecem localizar-se em alguns circuitos cerebrais relacionados às funções executivas e ao

comportamento socioemocional. O distúrbio manifesta-se na infância, mas persiste ao longo da vida adulta.<sup>6, 80</sup>

Ressalta-se que, embora as dificuldades de aprendizagem possam ser identificadas por professores por meio da observação de comportamentos ou habilidades, sejam gerais ou específicos, que divergem da maioria dos alunos e que comprometem o desenvolvimento do estudante segundo o padrão mais frequente na escola, ainda assim, para estabelecer que este comportamento ou capacidade seja de fato diferente da maioria dos outros indivíduos, é necessário recorrer a instrumentos diagnósticos mais precisos, tais como os testes neuropsicológicos.<sup>4,6</sup> A avaliação neuropsicológica é uma forma de “acesso” ao SN por meio das funções cognitivas e a mais indicada para avaliação dos pontos fortes e fracos do aprendiz. Na neuropsicologia, a educação também se encontra com as neurociências, mais especificamente com a neurociência cognitiva.

Essa revisão integrativa motiva a reflexão sobre essas interfaces entre áreas do conhecimento que têm objetivos, métodos, variáveis a controlar e contextos de aplicação de suas descobertas bem definidos e distintos.

Os resultados da revisão integrativa indicaram que o interesse sobre o tema “neurociências e educação” tem aumentado ao longo dos últimos 11 anos, mas o número de artigos obtidos a partir dos critérios da revisão não foi tão surpreendente. Artigos originais, voltados para comportamentos/fenômenos mais específicos relacionaram-se mais com aprendizagem e desempenho escolar e, portanto com as contribuições para aprendizagem no contexto educacional, do que as revisões. Os temas abordados pelos estudos foram distintos, havendo maior homogeneidade em relação à divulgação científica das neurociências, que apresentou o maior número de artigos, em detrimento de publicações sobre as bases neurobiológicas da aprendizagem.

Isso reforça a ideia de que “neurociências e aprendizagem e/ou psicologia cognitiva e/ou psicologia comportamental” talvez sejam melhores interfaces para abordarmos a literatura neurocientífica que possa contribuir para a educação. Esses seriam os principais pontos de encontro e interlocução entre neurociências e educação. Educação é uma área que vai além do processo de aprendizagem, sujeita a influências do contexto político e sócio-histórico, à cultura e valores de uma sociedade. Ela tem relação com neurociências na medida em que, para nos educarmos, aprendemos e, aprendizagem relaciona-se ao cérebro.

Os descritores utilizados e os critérios de inclusão e exclusão adotados podem ter limitado o acesso a publicações em alguns dos anos considerados nesta pesquisa. Descritores, alternativos aos usados, poderiam ajudar na identificação de estudos que seriam importantes

para a melhor caracterização das contribuições das neurociências para a educação. A utilização de outros descritores como “cérebro”, “sistema nervoso”, “aprendizagem”, “desempenho escolar”, “dificuldades e transtornos de aprendizagem”, entre outros, poderiam ser usados numa próxima revisão com a perspectiva de abranger melhor o que entendemos como “interface neurociência e educação”.

A revisão também poderia ter salientado os métodos utilizados nos estudos e as características das amostras. Isso inspiraria novas investigações e indicaria se as pesquisas estão sendo realizadas no contexto educacional e com quais aprendizes/professores.

É válido destacar que do diálogo entre neurociências e educação emergem inúmeros desafios, desde a divulgação adequada das neurociências tanto para estudantes e profissionais da educação, quanto para o público em geral, até a reflexão acerca da real contribuição das neurociências para a educação.

O intuito deste trabalho foi oferecer uma visão geral, embora resumida, de achados, resultantes de estudos que abordam o diálogo entre neurociências e educação. Por meio dos dados deste estudo, observa-se que, embora o número de publicações acerca das contribuições das neurociências para a educação tenha se intensificado, muitas delas (66,63%) se destinam à divulgação das neurociências para as instituições de educação básica e não discutem especificamente aspectos do SN que possam interferir no processo de aprendizagem, foco da escola e processo por meio do qual o indivíduo é educado.

Apesar disso, esse dado chama a atenção para o julgamento crítico necessário à correta utilização dos conhecimentos neurocientíficos divulgados, de forma a evitar a construção e disseminação de mitos e teorias precipitadas que ignoram os critérios indispensáveis para a aplicação dos dados obtidos pelas ciências básicas.

Compreender os mecanismos neurais subjacentes ao comportamento humano tem repercussões para a qualidade de vida das pessoas, para o desenvolvimento cognitivo de crianças, para a promoção de saúde mental, prevenção e abordagem de doenças neurológicas e psiquiátricas, entre outros exemplos. Além disso, as bases biológicas do comportamento contribuem para esclarecimento de questões relacionadas a outros campos do saber como direito, filosofia, ética, religião, música e outras artes, economia, marketing, antropologia, sociologia, ética entre outras e, obviamente, educação.<sup>88, 114, 115</sup>

Portanto, é relevante expandir, cada vez mais os esforços em se explorar as potencialidades desta frutífera área de estudo que envolve os conhecimentos sobre o Sistema Nervoso em prol do desenvolvimento dos indivíduos e da sociedade.

## 6. CONCLUSÃO

Por meio deste estudo, verificou-se que ao longo dos últimos 11 anos, o diálogo entre neurociências e educação foi permeado por uma crescente, ainda que paulatina produção científica.

Observou-se que grande parte dos artigos que foram inclusos na amostra deste trabalho, originam-se dos Estados Unidos e se subdividem em estudos que sugerem que o trabalho do professor pode ser mais significativo quando ele conhece sobre o funcionamento do cérebro e em estudos que de fato evidenciam que conhecer a organização e as funções do cérebro contribui na prática dos docentes da educação básica.

Conforme evidenciado, nos últimos 11 anos, a divulgação das informações sobre o sistema nervoso nas instituições de ensino básico e superior intensificou-se, entretanto, é necessário ater-se ao julgamento crítico necessário à correta utilização destas informações que comumente são divulgadas nos meios de comunicação, destacando-se neste contexto a seriedade e o compromisso ético dos pesquisadores e dos meios que se propõe a realizar o trabalho de divulgação científica.

O intuito em integrar as possibilidades entre educação e os estudos neurocientíficos faz emergir reflexões que podem ser consideradas desafios. Uma delas, diz respeito a real contribuição das neurociências para o campo educacional.

Considera-se que os profissionais da educação precisam de um aprofundamento a respeito das bases neurais da aprendizagem, ou seja, é importante compreender que o processo da aprendizagem ocorre no cérebro e que a educação, portanto, engloba aspectos biológicos, psicológicos, filosóficos e antropológicos.

A perspectiva interdisciplinar pode fornecer condições a todos aqueles que buscam desenvolver estratégias para uma educação mais efetiva e real na transformação do indivíduo e da sociedade, visto que a educação objetiva o desenvolvimento de novos conhecimentos e comportamentos.

## 7. ANEXO A – Quadro 2

**Quadro 2** – Endereços dos sites eletrônicos mencionados nos artigos referidos ao longo da introdução deste trabalho, daqueles publicados no período de 2003 a 2014, acessados por meio dos descritores “*neuroscience*” and “*education*”, disponíveis nas bases de dados ERIC e PubMed e selecionados para a revisão integrativa e também aqueles referidos na discussão dos resultados.

Página Eletrônica	Endereço
Neuroscience For kids	<a href="http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html">http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html</a>
Brain Awareness Week	<a href="http://www.dana.org/BAW/">http://www.dana.org/BAW/</a>
Brain Science On The Move	<a href="http://brainu.org/brainu-about-project">http://brainu.org/brainu-about-project</a>
Projeto Plural	<a href="https://pluralneuro.wordpress.com/tag/neurociencias/">https://pluralneuro.wordpress.com/tag/neurociencias/</a>
Neuro Educa	<a href="http://www.icb.ufmg.br/neuroeduca/">http://www.icb.ufmg.br/neuroeduca/</a>
Faculty For Undergraduate Neuroscience (FUN)	<a href="http://www.funfaculty.org">www.funfaculty.org</a>
Center For Technology In Teaching And Learning (RICE)	<a href="http://reconstructors.rice.edu">http://reconstructors.rice.edu</a>
Center Of Excellence For Learning In Education, Science And Technology (CELEST)	<a href="http://celest.bu.edu">http://celest.bu.edu</a>
Learning In Informal And Formal Environments (LIFE)	<a href="http://www.life-slc.org/index.html">http://www.life-slc.org/index.html</a>
Pittsburgh Science Of Learning Center (PSLC)	<a href="http://www.learnlab.org">http://www.learnlab.org</a>

<i>Spatial Intelligence And Learning Center (SILC)</i>	<a href="http://spatiallearning.org">http://spatiallearning.org</a>
Temporal Dynamics Of Learning Center (TDLC)	<a href="http://TDLC.ucsd.edu">http://TDLC.ucsd.edu</a>
Visual Language And Visual Learning (VL2)	<a href="http://VL2.gallaudet.edu">http://VL2.gallaudet.edu</a>
Online Multimedia Teaching Tool	<a href="http://omtt.usc.edu/">http://omtt.usc.edu/</a>
Interdisciplinary Program In Neuroscience (IPN):	<a href="https://neuroscience.georgetown.edu/">https://neuroscience.georgetown.edu/</a>
Museu Intinerante de Neurociências	<a href="https://neuroscience.georgetown.edu/">https://neuroscience.georgetown.edu/</a>
Olimpíada Brasileira de Neurociência	<a href="http://cienciasecognicao.org/brazilianbrainbee/">http://cienciasecognicao.org/brazilianbrainbee/</a>

## 8. REFERÊNCIAS

1. **GUERRA, L.B.** O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. *Revista Interlocução*, v.4, n.4, p.3-12, 2011.
2. **TABACOW, L.S.** Contribuições da neurociência cognitiva para a formação de professores e pedagogos. Campinas: PUC-Campinas, p.12-266, 2006.
3. **GRAVES, A.; AKAR, N.Z.** Brain based learning: another passing fad? *European Languages Conference*, Lesvos, Greece, September 2001.
4. **SHOLL-FRANCO, A.; ASSIS, T.S.; MARRA, C.** Neuroeducação: caminhos e desafios. In: **ARANHA, G.; SHOLL-FRANCO, A.** Caminhos da Neuroeducação. Rio de Janeiro: Ciências e Cognição, cap. 1, p. 9-22, 2012.
5. **ANSARI D.; COCH, D.** Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, v.10, n.4, p.146-151, 2006.
6. **COSENZA, R.M.; GUERRA, L.B.** Neurociência e educação: como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 151 p., 2011.
7. **WILHELM, I.; DIEKELMANN, S.; BORN, J.** Sleep in children improves memory performance on declarative but not procedural tasks. *Learning & Memory*, v, 15, n. 5, p. 373-377, 2008.
8. **CONNOR, C. M.; ZWOLAN, T.A.** Examining multiple sources of influence on the reading comprehension skills of children who use cochlear implants. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, v. 47, n.3, p. 509-526, 2004.
9. **GUARESI, R.** Repercussões de descobertas neurocientíficas ao ensino da escrita. *Revista da FAEEBA: Educação e Contemporaneidade*, v. 23, n. 41, p. 51-62, 2014.
10. **DIEKELMANN, S.; BORN, J.** The memory function of sleep. *Nature Reviews. Neuroscience*, v.11, n. 2, p. 114-126, 2010.
11. **FIGUEIRO, M.G.; WOOD, B.; PLITNICK, B.; REA, M.S.** The impact of light from computer monitors on melatonin levels in college students. *Neuroendocrinology Letters*, v. 32, n.2, p. 158-163, 2011.
12. **CARDEAL, C. M.; PEREIRA, L. A.; SILVA, P. F.; FRANÇA, N. M.** Efeito de um programa escolar de estimulação motora sobre desempenho da função executiva e atenção em crianças. *Motricidade*, v.9, n.3, p. 44-56, 2013.
13. **GRANTHAM-MCGREGOR, S.** Can the provision of breakfast benefit school performance? *Food and Nutrition Bulletin*, v.26, n.2, p. 144-158, 2005.
14. **GROSSI, M.G.R.; LOPES, A.M.; COUTO, P.A.** A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. *Revista da FAEEBA-Educação e*

- Contemporaneidade, v.23, n.41, p.27-40, 2014.
15. **GJERSOE, NL; HOOD, B.** Changing children's understanding of the brain: a longitudinal study of the royal institution christmas lectures as a measure of public engagement. PLoS ONE, v.8, n.11, e.80928, 2013.
  16. **MACNABB, C.; SCHMITT, L.; MICHLIN, M.; HARRIS, I.; THOMAS, L.; CHITTENDON, D.; EBNER, T. J.; DUBINSKY, J.M.** Neuroscience in middle schools: a professional development and resource program that models inquiry-based strategies and engages teachers in classroom implementation. CBE—Life Sciences Education. v.5, n. 2, p. 144-157, 2006.
  17. **CARVALHO, F.A.H.** Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. Trabalho Educação e Saúde, v.8 n.3, p.537-550, 2010.
  18. **FAVORETTO, N.C.; LAMÔNICA, D.A.C.** Conhecimentos e necessidades dos professores em relação aos transtornos do espectro autístico. Revista Brasileira de Educação Especial, v.20, n.1, p.103-116, 2014.
  19. **STERN, E.** Pedagogy meets Neuroscience. Science, v.310, n. 5749, p.745, 2005.
  20. **VARGAS, L.S.** Conhecendo o Sistema Nervoso: Ações de Divulgação e Popularização da Neurociência Junto a Estudantes da Rede Pública de Educação Básica. Ciências & Cognição, v.19, n.2, p. 233-241, 2014.
  21. **DUBINSKY, J.M.** Neuroscience Education for Prekindergarten–12 Teachers. The Journal of Neuroscience, v. 30, n. 24, p. 8057-8060, 2010.
  22. **SPERDUTI, A.; CRIVELLARO, F.; ROSSI, P.F.; BONDIOLI, L.** “Do Octopuses Have a Brain?” Knowledge, Perceptions and Attitudes towards Neuroscience at School. PloS ONE, v. 7, n. 10, p.1-7, 2012.
  23. **COOMBS, P.H.** Educational challenges in the age of science and technology. In: Popularization of science and technology: what informal and non-formal education can do? Paris: UNESCO, 1989.
  24. **DIB, C.Z.** Formal, non-formal and informal education: concepts – applicability. In: Cooperative networks in physics education: conference Proceedings. 173. New York: American Institute of Physics, 1988.
  25. **CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.** Formação de Professores da Educação Básica. 2012. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/educacao-basica> - Acessado em 01 de Dezembro de 2014.
  26. **CAREW, T.J.; MAGSAMEN, S.H.** Neuroscience and Education: An Ideal Partnership for Producing Evidence-Based Solutions to Guide 21st Century Learning. Neuron, v. 67, n.5, p. 685-688, 2010.

27. **LOPES, R.C.F.; CRENITTE, P.A.P.** Estudo analítico do conhecimento do professor a respeito dos distúrbios de aprendizagem. *Revista CEFAC-Speech, Language, Hearing Sciences and Education Journal*, v. 15, n. 5, p. 1214-1226, 2013.
28. **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, 2009.
29. **ANDERSON, M.; REID, C.** Don't forget about levels of explanation. *Cortex*, v. 45, n.4, p.560-561, 2009.
30. **COCH, D.; ANSARI, D.** Thinking about mechanisms is crucial to connecting neuroscience and education. *Cortex*, v.45, n.4, p.546-547, 2009.
31. **CUBELLI, R.** Theories on mind, not on brain, are relevant for education. *Cortex*, v. 45, n.4, p.562-564, 2009.
32. **HOWARD-JONES, P.** An invaluable foundation for better bridges. *Developmental Science*, v.8, n.6, p.469-471, 2005.
33. **MASON, L.** Bridging neuroscience and education: A two-way path is possible. *Cortex*, v.45, n.4, p.548-549, 2009.
34. **WILLINGHAM, D. T.** Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex*, v.45, n.4, p.544-545, 2009.
35. **MATA, F.G.; NEVES, F.S.; LAGE, G.M.; MORAES, P.H.P.; MATTOS, P.; FUENTES, D.** et al. Avaliação neuropsicológica do processo de tomada de decisões em crianças e adolescentes: uma revisão integrativa da literatura. *Revista de Psiquiatria Clínica*, v.38 n.3 p. 106-115, 2010.
36. **GANONG, L.H.** Integrative reviews of nursing research. *Research in Nursing & Health*, v.38, n.10, p. 1-11, 1987.
37. **WHITTEMORE R.** The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, v. 52, n.5, p. 546-553, 2005.
38. **SANTOS, G. C.; SOUZA, J. F. C.** Acesso às bases de dados de Educação e áreas afins navegando no conhecimento. Campinas, Universidade de Campinas, 2010.
39. **TEM BRINKE,B.; KLITSIE, P.J.; TIMMAN, R.; BUSSCHBACH, J. J.; LANGE, J. F.; KLEINRENSINK, G. J.** Anatomy education and classroom versus laparoscopic dissection-based training: a randomized study at one medical school. *Academic Medicine: Journal of Association of American Medical Colleges*, v.89, n.5, p.806-810, 2014.
40. **GOULD, D.J.; CLARKSON, M.J.; HUTCHINS, B.; LAMBERT, H.W.**

- How neuroscience is taught to North American dental students: results of the Basic Science Survey Series. *Journal of Dental Education*, v.78, n.3, p.437-444, 2014.
41. **ROBINSON, D.G.; SCHOOLER, N.R; JOHN, M.; CORRELL, C.U.; MARCY, P.; ADDINGTON, J.** Prescription practices in the treatment of first-episode schizophrenia spectrum disorders: data from the national RAISE-ETP study. *The American of Journal Psychiatric*, v.172, n.3, p.237-48, 2014.
  42. **GUZMÁN-VÉLEZ, E.; FEINSTEIN, J. S.; TRANEL, D.** Feelings without memory in Alzheimer disease. *Cognitive and Behavioral Neurology: Official Journal of the Society for Cognitive and Behavioral Neurology*, v.27, n.3, p.117-129, 2014.
  43. **ELWICK, A. E.** An Awareness of Neuroscience in Education: Can Learning about the Brain Transform Pupils' Motivation to Learn? CfBT Education Trust, p. 2-27, 2014.
  44. **BEILOCK, S.L.; WILLINGHAM, D.T.** Math Anxiety: Can Teachers Help Students Reduce It? Ask the Cognitive Scientist. *American Educator*, v. 38 n. 2 p. 28-32, 2014.
  45. **CAMPBELL, S. R.; CIMEN, O. A.; HANDSCOMB, K.** Learning and understanding division: A study in educational neuroscience. Paper presented to the American Educational Research Association: Brain, Neuroscience, and Education SIG. New York, NY, U.S.A. 2009.
  46. **US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES.** Mind over Matter: The Brain's Response to Drugs. Teacher's Guide. Revision. National Institute on Drug Abuse, p. 1-44, 2005.
  47. **DONN, D.; BIJWADIA, J.; SCHILLING, D.; APPLEBAUGH, G.** Sleep, sleepiness and school start times: a preliminary study. *Wisconsin Medical Journal*, v. 102, n.1, p. 44-46, 2003.
  48. **GRIFFIN, J.D.** Technology in the teaching of neuroscience: enhanced student learning. *Advances in Physiology Education*, v. 27, n.3, p.146-155, 2003.
  49. **CAMERON, W.E.; MCNERNEY, C.D.** Strategy for Engaging the Society for Neuroscience in Science Education. *CBE—Life Sciences Education*, v. 5, n.2, p. 91-93, 2006.
  50. **HARDWICK, J.C.; KERCHNER, M.; LOM, B.; RAMIREZ, J.J.; WIERTELAK, E. P.** From Faculty for Undergraduate Neuroscience: Encouraging Innovation in Undergraduate Neuroscience Education by Supporting Student Research and Faculty Development. *CBE—Life Sciences Education*, v. 5, n.2, p. 86-90, 2006.
  51. **LAWSON, A.E.** Points of View: On the Implications of Neuroscience Research for Science Teaching and Learning: Are There Any? *CBE—Life Sciences Education*, v. 5, n.2, p.111-117, 2006.
  52. **MILLER, L.; MORENO, J.; WILLCOCKSON, I.; SMITH, D.; MAYES, J.** An

- Online, Interactive Approach to Teaching Neuroscience to Adolescents. *CBE—Life Sciences Education*, v.5, n.2, p. 137-143, 2006.
53. **OLDEHINKEL, A.J.** Being admired or being liked: classroom social status and depressive problems in early adolescent girls and boys. *Journal of Abnormal Child Psychology*, v. 35, n. 3, p. 417-427, 2007.
  54. **FRANTZ, K.J.; MCNERNEY, C.D.; SPITZER, N.C.** We've got nerve: a call to arms for neuroscience education. *The Journal of Neuroscience*, v. 29, n. 11, p. 3337-3339, 2009.
  55. **BENARÓS, S.; LIPINA, S.J.; SEGRETIN, M.S.; HERMIDA, M.J.; COLOMBO, J.A.** Neurociencia y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Revista de Neurología*, v. 50, n.3, p. 179-86, 2010.
  56. **LEVY, S.E.; MANDELL, D.S.; SCHULTZ, R.T.** Autism. *HHS– Public Access*, v. 374, n. 9701, p. 1627-1638, 2010.
  57. **CAMERON, M.T.** If not the brain, then what? A paradigm for preservice intervention specialists that provides an understanding of neurodevelopmental disorders in children. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, v. 11, n. 1, p. 91-107, 2011.
  58. **FRAZZETTO, G.** Teaching How to Bridge Neuroscience, Society, and Culture. *PLoS Biology*, v.9, n.10, e.1001178, 2011.
  59. **GRADY, P.O'.** Progressive education standards: a neuroscience framework. *US-China Education Review* v.B, n.4, p.586-591, 2011.
  60. **JANSSENS, K.A.M.; OLDEHINKEL, A.J.; DIJKSTRA, J.K.; VEENSTRA, R.; ROSMALEN, J.G.M.** School absenteeism as a perpetuating factor of functional somatic symptoms in adolescents: the trails study. *The Journal of Pediatrics*, v. 159, n.6, p. 989-993, 2011.
  61. **STRAUMANIS, J.** The science of learning: breaking news. *Journal of Diabetes-Science and Technology*, v.5, n.2, p. 251-255, 2011.
  62. **WALSH, J.P.; SUN, J. C.Y.; RICONSCENTE, M.** Online teaching tool simplifies faculty use of multimedia and improves student interest and knowledge in science. *CBE—Life Sciences Education*, v. 10, n.3, p. 298-308, 2011.
  63. **WHITEHEAD, D.** Can neuroscience construct a literate gendered culture? *English Teaching: Practice and Critique*, v.10, n.2, 2011.
  64. **LALANCETTE, H.; CAMPBELL, S.R.** Educational neuroscience: Neuroethical considerations. *International Journal of Environmental & Science Education*, v.7, n. 1, p. 37-52, 2012.

65. **BARTOSZECK, A.B.; BARTOSZECK, F.** Investigating children's conceptions of the brain: first steps. *International Journal of Environmental & Science Education*, v.7, n.1, p. 123-139, 2012.
66. **FULOP, R.M.; TANNER, K.D.** Investigating high school students' conceptualizations of the biological basis of learning. *Advances in Physiology Education*, v. 36, n.2, p. 131-142, 2012.
67. **MARZULLO, TC.; GAGE, GJ.** The spikerbox: a low cost, open-source bioamplifier for increasing public participation in neuroscience inquiry. *PLoS ONE*, v.7, n. 3, p.1-6, 2012.
68. **ROEHRIG, G.H.; MICHLIN, M.; SCHMITT, L.; MACNABB, C.; DUBINSKY, J.M.** Teaching neuroscience to science teachers: facilitating the translation of inquiry-based teaching instruction to the classroom. *CBE—Life Sciences Education*, v.11, n.4, p.413-424, 2012.
69. **ROMERO-CALDERÓN, R.; O'HARE, E.D.; SUTHANA, N.A.; SCOTT-VAN ZEELAND, A.A.; RIZK-JACKSON, A.; et al.** Project Brainstorm: Using Neuroscience to Connect College Students with Local Schools. *PLoS Biology*, v. 10, n. 4, p.1-4, 2012.
70. **WEBB, A.B.; FETSCH, C.R.; ISRAEL, E.; ROMAN, C. M.; ENCARNACIÓN, C.H.; ZACKS, J.M.; THOROUGHMAN, K.A.; HERZOG, E.D.** Training scientists in a science center improves science communication to the public. *Advances in Physiology Education*, v. 36, n. 1, p. 72-76, 2012.
71. **ASTILL, R.G.; VERHOEVEN, D.; VIJZELAAR, R.; SOMEREN, E.J .W.V.** Chronic stress undermines the compensatory sleep efficiency increase in response to sleep restriction in adolescents. *Journal of Sleep Research*, v. 22, n. 4, p. 373–379, 2013.
72. **FITZAKERLEY, J.L.; MICHLIN, M.L.; PATON, J.; DUBINSKY, J.M.** Neuroscientists' Classroom Visits Positively Impact Student Attitudes, *PLoS ONE*, v. 8, n. 12, e. 84035, 2013.
73. **GABRIEL, F.C.; SZUCS, D.; CONTENT, A.** The Development of the Mental Representations of the Magnitude of Fractions. *PLoS ONE*, v.8, n.11, e. 80016, 2013.
74. **HOUTS, R. M.; CASPI, A.; PIANTA, R.C.; ARSENEAULT, L.; MOFFITT, T.E.** The challenging pupil in the classroom: child effects on teachers. *Psychological Science*, v.21, n.12, p.1802-1810, 2013.
75. **KURDZIEL, L.; DUCLOS, K.; SPENCER, R.M.C.** Sleep spindles in midday naps enhance learning in preschool children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.110, n. 43, p. 17267-17272, 2013.
76. **REIGOSA-CRESPO, V.; GONZÁLEZ-ALEMAÑY E.; LEÓN T.; TORRES, R.; MOSQUERA, R.; et al.** Numerical Capacities as Domain-Specific Predictors beyond

- Early Mathematics Learning: A Longitudinal Study. PLoS ONE, v.8 n.11, e.79711, 2013.
77. **RITCHIE, S.J.; DELLA-SALA, S.; MCINTOSH, R.D.** Retrieval Practice, with or without Mind Mapping, Boosts Fact Learning in Primary School Children. PLoS One, v.8, n. 11, e.78976, 2013.
  78. **SKOE, E.; KRIZMAN, J.; KRAUS, N.** The impoverished brain: disparities in maternal education affect the neural response to sound. The Journal of Neuroscience, v, 33, n. 44, p. 17221-17231, 2013.
  79. **SLATER, J.; TIERNEY, A.; KRAUS, N.** At-risk elementary school children with one year of classroom music instruction are better at keeping a beat. PLoS ONE, v.8, n.10, e.77250, 2013.
  80. **SPRONK, M.; VOGEL, E.K.; JONKMAN, L.M.** No Behavioral or ERP Evidence for a Developmental Lag in Visual Working Memory Capacity or Filtering in Adolescents and Adults with ADHD. PLoS ONE, v.8, n.5, e. 62673, 2013.
  81. **WEIGMANN, K.** Educating the brain. European Molecular Biology Organization, v. 14, n.2, p. 136-139, 2013.
  82. **GIGANTI, F.; ARZILLI, C.; CONTE, F.; TOSELLI, M.; VIGGIANO, M.P.; FICCA, G.** The effect of a daytime nap on priming and recognition tasks in preschool children. Sleep, v. 37, n.6, p.1087-1093, 2014.
  83. **ULLRICH, L.; DUMANIS, S.B.; EVANS, T.M.; JEANNOTTE, A.M. LEONARD, C.; ROZZI, S.J.; et al.** From student to steward: the Interdisciplinary Program in Neuroscience at Georgetown University as a case study in professional development during doctoral training. Medical Education Online, v. 19, 2014.
  84. **GOLDSTEIN, M.** Decade of the Brain an Agenda for the Nineties. Neurology Discovery, v. 161, n. 3, p. 239-241, 1994.
  85. **BRUER, J.T.** Building bridges in neuroscience. In: **BATTRO, A.M.; FISCHER, K.; LÉNA, P.** The educated brain: essays in neuroeducation. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
  86. **TOKUHAMA-ESPINONA, T.N.** The scientifically substantiated art of teaching: a study in the developmental of standards in the academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science). Capella University, Mineápolis, Minesota, 2008.
  87. **ZARO, M.A.; ROSAT, R.M.; MEIRELES, L.O.R.; SPINDOLA, M.; AZEVEDO, A.M.P.; BONINI-ROCHA, A.C.; TIMM, M.I.** Emergência da neuroeducação: a hora e a vez da neurociência para agregar valor à pesquisa educacional. Ciências & Cognição, v.15, n.1, p. 199-210, 2010.
  88. **RIBEIRO, S.** Tempo de cérebro. Estudos avançados, v.27, n.77, p. 7-22, 2013.

89. **ALBAGLI, S.** Divulgação científica: informação científica para a cidadania? *Ciência da Informação*, v.25, n.3, p. 396-404, 1996.
90. **FRAGEL-MADEIRA, L.; ARANHA, G.** Divulgação e alfabetização científica: o papel do pesquisador na difusão do conhecimento científico. In: **ARANHA, G.; SHOLL-FRANCO, A.** *Caminhos da Neuroeducação*. Rio de Janeiro: Ciências e Cognição, cap. 10, p. 119-128, 2012.
91. **GONZALES, M.I.** A divulgação científica: uma visão de seu público leitor. Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 19-143, 1992.
92. **SILVA, H.C.** O que é divulgação científica? *Ciência & Ensino*, v.1, n.1, p.53-59, 2006.
93. **RELVAS, M. P.** Que cérebro é esse que chegou à escola? As bases neurocientíficas da aprendizagem. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2 ed., 260p., 2014.
94. **CARVALHO, R. P.** Física do dia-a-dia-105 perguntas e respostas sobre física fora da sala de aula. Belo Horizonte: Gutenberg, 104p. 2003.
95. **MAGALHÃES, M.** Tudo o que você faz tem a ver com química. São Paulo: Editora Livraria da Física, 64p. 2007.
96. **HOWARD-JONES, P. A.** Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, v.15, n. 12, p. 817-824, 2014.
97. **BRASIL.** Lei Nº 9.394: Diretrizes e bases da educação nacional. 1996.
98. **LAZZARETTI, C.** Ritmos biológicos e sono. In: **ZANCAN, D.; CRESTANI, A. P.; DENIZ, B. F.; DUTRA, F.D.; MARCOLIN, M. L.; PORTO, R. R.** *Neurociências*. Porto Alegre – Rio Grande do Sul, p. 2-173, 2014.
99. **HERCULANO-HOUZEL, S.** Por que o bocejo é contagioso? E novas curiosidades sobre o cérebro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 3 ed., 464p., 2009.
100. **LEMONS, N.; WEISSHEIMER, J.; RIBEIRO, S.** Naps in school can enhance the duration of declarative memories learned by adolescents. *Frontiers in Systems Neuroscience*, v. 8, n. 103, p. 1-6, 2014.
101. **BERTON, I. C B.; ITACARAMBI, R. R.** Números, brincadeiras e jogos. São Paulo: Editora Livraria da Física, 159p., 2009.
102. **LOPES-SILVA, J.B.; MOURA, RICARDO.; JÚLIO-COSTA, A.; HAASE, V.G.; WOOD, G.** Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. *Frontiers in Systems Neuroscience*, v. 5, n. 13, p. 1-9, 2014.
103. **MUSZKAT, M.; CORREIA, C. M. F.; CAMPOS, S. M.** Música e

- Neurociências. Revista Neurociências, v.8, n.2, p.70-75, 2000.
104. **ILARI, B.A** música e o cérebro: algumas implicações do neurodesenvolvimento para a educação musical. Revista da ABEM, Porto Alegre, v 9, n.9, p.7-16, 2003.
  105. **PERETZ, I.** Listen to the brain: a biological perspective on musical emotions. In: **JUSLIN, P.; SLOBODA, J.** Music and emotion: theory and research. Oxford: Oxford University Press, p. 105-130, 2002.
  106. **KRUMHANSL, C.** Ritmo e altura na cognição musical. In: **ILARI, B.** Em busca da mente musical: ensaios sobre os processos cognitivos em música – da percepção à produção. Curitiba: Editora UFPR, p. 45-109, 2006.
  107. **MOOJEN, S.** Dificuldades ou transtornos de aprendizagem? In: **RUBISTEIN, E.** Psicopedagogia: uma prática, diferentes estilos. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1999.
  108. **MANNING-COURTNEY,P.; MURRAY D.; CURRANS K.; JOHNSON H.; BING N.; KROEGER-GEOPPINGER K.** Autism spectrum disorders. Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care, v. 43, n. 1, p. 2-11, 2013.
  109. **MEFFORD, H.C.; BATSHAW, M.L.; HOFFMAN, E.P.** Genomics, intellectual disability, and autism. The New England Journal of Medicine, v. 366, n. 8, p. 733-743, 2012.
  110. **BAUMAN, M.L.** Medical comorbidities in autism: challenges to diagnosis and treatment. Neurotherapeutics, v.7, n.3, p. 320-327, 2010.
  111. **KAPLAN, G.; MCCRACKEN, J.T.** Pshychopharmacology of autism spectrum disorders. Pediatric Clinics of North America, v. 59, n. 1, p.175-189, 2012.
  112. **SILVER, W.G; RAPIN, I.** Neurobiological basis of autism. Pediatric Clinics of North America, v. 59, n.1, p.45-61, 2012.
  113. **HARDIMAN, M.; DENCKLA, M.B.** The science of education: informing teaching and learning through the brain sciences, 2009. Disponível em: [http://www.dana.org/Cerebrum/2009/The\\_Science\\_of\\_Education/](http://www.dana.org/Cerebrum/2009/The_Science_of_Education/) - Acessado em 24 de maio de 2015.
  114. **FARAH, M.J.** Neuroethics: the ethical, legal, and societal impact of neuroscience. Annual Review of Psychology, v. 63, p.571-591, 2012.
  115. **FUCHS, T.** Ethical issues in neuroscience. Current Opinion in Psychiatry, v. 19, p. 600-607, 2006.