

ESCOLA DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

LUCIANA RICHTER

**APROXIMAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A
PARTIR DE METANÁLISE QUALITATIVA**

Porto Alegre
2018

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

LUCIANA RICHTER

APROXIMAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: ALGUMAS
CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE METANÁLISE QUALITATIVA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Dra. Valderez Marina do Rosário Lima

Porto Alegre
2018

Ficha Catalográfica

R535a Richter, Luciana

Aproximações entre Neurociência e Educação : algumas considerações a partir de metanálise qualitativa / Luciana

Richter . – 2018.

309 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientadora: Profa. Dra. Valderez Marina do Rosário Lima.

1. Neurociência. 2. Educação. 3. Aprendizagem. 4. Ensino. 5. Metanálise qualitativa. I. Lima, Valderez Marina do Rosário. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecário responsável: Marcelo Votto Texeira CRB-10/1974

LUCIANA RICHTER

APROXIMAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: ALGUMAS
CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE METANÁLISE QUALITATIVA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em 23 de março de 2018, pela Banca Examinadora.



Dra. Valderéz Marina do Rosário Lima (Orientadora - PUCRS)



Dra. Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho (FURG)



Dr. Augusto Buchweitz (PUCRS)



Dra. Melissa Guerra Simões Pires (PUCRS)

Porto Alegre
2018

AGRADECIMENTOS

À minha vó, Ercy e à minha mãe, Elgarete, que, muitas vezes, mesmo não entendendo minha ausência em algumas fases, me apoiaram com amor incondicional e rezaram para tudo dar certo. Também agradeço a vocês duas por terem passado por tantas dificuldades para me criar e por fortalecer os laços da nossa família de três: amo vocês e os nossos bichinhos;

Ao meu namorado, Luiz, pela compreensão, incentivo, apoio, carinho e pela dedicação em me auxiliar sempre que necessário. Sou muito grata a você;

A todos os meus professores, por terem dedicado tempo de suas vidas ao ensino e feito a diferença na minha vida.

Ao meu melhor amigo, Rafael, pela parceria desde o ensino fundamental e por me mostrar que uma amizade resiste a distância;

Às minhas amigas e colegas de trabalho de Palms Springs;

Às minhas amigas Simone e Vanessa, agradeço pela amizade;

Aos meus colegas e amigos Fabiana, Marcus, Mônica, Rosana e Vanessa, muito obrigada pelos momentos que compartilhamos;

Ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática por oportunizar um ótimo espaço de estudos;

À Universidade Federal de Santa Maria, que me oportunizou acesso ao ensino superior, viabilizou minha formação graças ao apoio estudantil de qualidade, me proporcionando anos de muito aprendizado na casa do estudante. Além disso, agradeço a oportunidade profissional nessa instituição;

Aos Professores Doutores Fernanda, Augusto, José Luís pela leitura atenta feita do projeto na qualificação e pelas sugestões tão significativas para a conclusão do presente trabalho. Agradeço a também a Doutora Melissa, que vem agragar a esse grupo e que aceitou compor a banca de defesa final;

À minha Orientadora, por ter me desafiado a pesquisar esse tema: muito obrigada!

Aos que de alguma forma contribuíram com esse trabalho, muito obrigada!

RESUMO

APROXIMAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE METANÁLISE QUALITATIVA

Nesta tese, buscou-se investigar quais são as evidências disponíveis nos estudos selecionados que relacionam neurociências e educação as quais possam ser utilizadas por docentes a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes. Dessa forma, o objetivo geral foi compreender como essas pesquisas favorecem a prática docente visando à aprendizagem dos estudantes. Para tal, realizou-se uma metanálise qualitativa, cujos dados foram tratados por meio de Análise Textual Discursiva (ATD). Os dados para composição dessa investigação foram coletados em quatro bases eletrônicas, sendo a procedência dos 54 artigos selecionados o Portal de Periódicos Capes e o Google Acadêmico e das 4 teses e 12 dissertações o Banco de Teses Capes e o Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações. A limitação temporal do estudo foi até fevereiro de 2016 em três bases e as do Google Acadêmico até junho de 2017. Do processo de Análise Textual Discursiva, das 417 unidades de sentido, emergiram três categorias, a saber: (i) *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica*; (ii) *A Neurociência na Formação de Profissionais*; e (iii) *As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa*. Por meio da análise, foi possível afirmar que a aproximação entre neurociência e educação com o intuito de contribuir com a aprendizagem dos estudantes depende da articulação dos indicadores para a prática pedagógica, da formação docente e da relação dos docentes com os achados neurocientíficos e suas interações com os neurocientistas. Os resultados do estudo permitem sustentar a tese de que os professores podem valer-se de conhecimentos disponibilizados pela neurociência a fim de potencializarem as aprendizagens dos estudantes. Ademais, as aproximações entre neurociência e educação por meio da metanálise qualitativa, permitiram vislumbrar o potencial da preciosa interação entre as áreas, pois a complementação de saberes pode contribuir com a prática docente, a aprendizagem discente e, também, com a produção de novos conhecimentos por meio de pesquisa.

Palavras-chave: Neurociência, Educação, Aprendizagem, Ensino, Metanálise qualitativa.

ABSTRACT

NEUROSCIENCE AND EDUCATION APPROACHES: SOME CONSIDERATIONS UNDER QUALITATIVE META-ANALYSIS

In this thesis, we investigate what evidence is available in the selected studies that relate neurosciences and education which may be used by teachers in order to enhance students learning. Thus, the research goal was to understand how these researches favor the teaching practice aiming at students learning. For this, it was carried out a qualitative meta-analysis whose data were treated under Discursive Textual Analysis (DTA). These research data were collected from four electronic databases. The 54 articles selected were from Portal de Periódicos da Capes and Google Acadêmico. The 4 doctoral dissertations and 12 master thesis were from Banco de Teses Capes and from Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações. The temporal limitation of this study was February 2016 considering the three databases and until June 2017 to Google Acadêmico. From the process of Discursive Textual Analysis of the 417 sense units, there have been emerged three categories: (i) Indicators of Neuroscience for Pedagogical Practice; (ii) Neuroscience in the Teacher Education; and (iii) Neuroscience Context Deliberations for Educational and Research Environments. Through the analysis, it was possible to support that the relation between neuroscience and education, in order to contribute to the students learning process, depends on the articulation of the indicators for pedagogical practices, on the teachers education, on the teachers interpretation concerning neuroscientific findings and on their interaction with neuroscientists. The results allow us to support that teachers can use Neuroscience knowledge in order to enhance students learning. In addition, Neuroscience and Education approaches under qualitative meta-analysis have allowed us to recognize achievable precious interaction between these areas, since the knowledge exchange can contribute to teaching practice, student learning and also to the production of new knowledge by means of research.

Keywords: Neuroscience, Education, Learning, Teaching, Qualitative meta-analysis

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Representação da rede de neurônios evidenciando a sinapse..... | 28 |
| Figura 2 - Representação de ligações entre neurônios.. | 29 |
| Figura 3 - Tipos de Memória Declarativa e Não-declarativa..... | 51 |
| Figura 4 - Esquema do código atribuído às unidades de sentido | 64 |
| Figura 5 - Esquema do processo de ATD produzido a partir de Moraes e Galiazzi (2013)..... | 66 |
| Figura 6 - Nuvem de Palavras-chave..... | 168 |
| Figura 7 - Esquema síntese da categoria indicadores..... | 182 |
| Figura 8 - Esquema síntese da categoria formação | 224 |
| Figura 9 - Esquema síntese da categoria deliberações. | 247 |
| Figura 10 - Esquema Síntese da Tese..... | 268 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Tipos de Atenção | 39 |
| Quadro 2 - Etapas da Metanálise Qualitativa nessa pesquisa | 61 |
| Quadro 3 - Modelo de sistematização das pesquisas..... | 72 |
| Quadro 4 - Artigos selecionados da busca no Portal de Periódicos CAPES/MEC | 75 |
| Quadro 5 - Artigos selecionados da segunda busca no Portal de Periódicos Capes/MEC | 76 |
| Quadro 6 - Artigos selecionados da terceira busca no Portal de Periódicos Capes/MEC | 76 |
| Quadro 7 - Artigos selecionados da quarta busca no Portal de Periódicos da Capes/MEC | 79 |
| Quadro 8 - Artigos selecionados na primeira busca no Google Acadêmico | 80 |
| Quadro 9 - Dissertações e Teses selecionadas da primeira busca no Banco de Teses Capes | 83 |
| Quadro 10 - Dissertações e Teses selecionadas da segunda busca no Banco de Teses Capes .. | 85 |
| Quadro 11 - Dissertações e Teses selecionadas da primeira busca na BDTD..... | 86 |
| Quadro 12 - Dissertações e Teses selecionadas da segunda busca na BDTD | 88 |
| Quadro 13 - Quantidade de estudos selecionados em cada base eletrônica consultada | 89 |
| Quadro 14 – Ficha de leitura do artigo de FERNANDES, C. T. et al (2015) | 90 |
| Quadro 15 - Ficha de leitura do artigo de MONEZI-ANDRADE et al. (2012)..... | 92 |
| Quadro 16 - Ficha de leitura do artigo de CHACON, M. C. M.; PAULINO, C. E. (2011) | 93 |
| Quadro 17 - Ficha de leitura do artigo de CARVALHO, F. A. H. de (2011) | 94 |
| Quadro 18 - Ficha de leitura do artigo de LIMA, G. (2009)..... | 95 |
| Quadro 19 - Ficha de leitura do artigo de MAGALHÃES, H. G. D.; ROCHA, J. D. T.; DAMAS, L. A. H. DE O. (2009) | 96 |
| Quadro 20 - Ficha de leitura do artigo de GONZÁLEZ, Z. M.; CONTRERAS, D. G. (2009)..... | 97 |
| Quadro 21 - Ficha de leitura do artigo de RIBEIRO, S. (2013)..... | 97 |
| Quadro 22 - Ficha de leitura do artigo de VIEIRA, E. P. de P. (2012) | 98 |
| Quadro 23 - Ficha de leitura do artigo de SOUZA, L. B.; GABRIEL, R. (2009)..... | 101 |
| Quadro 24 - Ficha de leitura do artigo de BAKER, J. M. (2015) | 104 |
| Quadro 25 - Ficha de leitura do artigo de BENNINGFIELD, M. M.; POTTER, Mona P.; BOSTIC, JEFF Q. (2015)..... | 105 |
| Quadro 26 - Ficha de leitura do artigo de KONTRA, C. et al. (2015)..... | 106 |
| Quadro 27 - Ficha de leitura do artigo de DEVONSHIRE, I. M. et al. (2014) | 106 |
| Quadro 28 - Ficha de leitura do artigo de KNOWLAND, V. C. P.; THOMAS, M. S. C. (2014)..... | 107 |
| Quadro 29 - Ficha de leitura do artigo de VAN KESTEREN, M. T. R. et al. (2014)..... | 108 |
| Quadro 30 - Ficha de leitura do artigo de ALDRICH, R. (2013) | 109 |
| Quadro 31 - Ficha de leitura do artigo de CERRUTI, C. (2013)..... | 110 |
| Quadro 32 - Ficha de leitura do artigo de DUBINSKY, J. M.; ROEHRIG, G.; VARMA, S. (2013). 111 | |
| Quadro 33 - Ficha de leitura do artigo de HOOK, C. J.; FARAH, M. J. (2013) | 112 |
| Quadro 34 - Ficha de leitura do artigo de GUY, R.; BYRNE, B. (2013)..... | 113 |
| Quadro 35 - Ficha de leitura do artigo de KIM, Sung-il. (2013) | 114 |
| Quadro 36 - Ficha de leitura do artigo de MERCER, N. (2013) | 115 |
| Quadro 37 - Ficha de leitura do artigo de NOURI, A. (2013) | 116 |
| Quadro 38 - Ficha de leitura do artigo de DAVIDSON, R. J. et al. (2012)..... | 117 |
| Quadro 39 - Ficha de leitura do artigo de FULOP, R. M.; TANNER, K. D. (2012)..... | 118 |
| Quadro 40 - Ficha de leitura do artigo de HOWARD-JONES, P. A. (2011) | 119 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 41 - Ficha de leitura do artigo de ANSARI, D.; COCH, D.; SMEDT, B. D. (2011) | 120 |
| Quadro 42 - Ficha de leitura do artigo de FEINSTEIN, S. (2011) | 121 |
| Quadro 43 - Ficha de leitura do artigo de SOUSA, D. A. (2011) | 123 |
| Quadro 44 - Ficha de leitura do artigo de SILVA, R. S. (2003) | 125 |
| Quadro 45 - Ficha de leitura do artigo de LIU, Chia-Ju; CHIANG, Wen-Wei. (2014) | 126 |
| Quadro 46 - Ficha de leitura do artigo de SIGMAN, M, et al. (2014) | 127 |
| Quadro 47 - Ficha de leitura do artigo de HOWARD-JONES, P. A. (2014) | 128 |
| Quadro 48 - Ficha de leitura do artigo de WUTH, R. S. P. (2012) | 129 |
| Quadro 49 - Ficha de leitura do artigo de GONÇALVES, T. P. N. R. (2012) | 129 |
| Quadro 50 - Ficha de leitura do artigo de SMEDT, B., VERSCHAFFEL, L. (2010) | 130 |
| Quadro 51 - Ficha de leitura do artigo de DEVONSHIRE, I. A.; DOMMETT, E. J. (2010) | 131 |
| Quadro 52 - Ficha de leitura do artigo de CHRISTODOULOU, J.A.; GAAB, N. (2009) | 132 |
| Quadro 53 - Ficha de leitura do artigo de COCH, D.; ANSARI, D. (2009) | 132 |
| Quadro 54 - Ficha de leitura do artigo de GOSWAMI, U. (2006) | 133 |
| Quadro 55 - Ficha de leitura do artigo de LAWSON, A. E. (2006) | 134 |
| Quadro 56 - Ficha de leitura do artigo de ANSARI, D.; COCH, D. (2006) | 135 |
| Quadro 57 - Ficha de leitura do artigo de GOSWAMI, U. (2004) | 136 |
| Quadro 58 - Ficha de leitura do artigo de DEKKER, S. et al. (2012) | 137 |
| Quadro 59 - Ficha de leitura do artigo de FISCHER, K. W., GOSWAMI, U., GEAKE, J. (2010) ... | 138 |
| Quadro 60 - Ficha de leitura do artigo de FISCHER, K. W. (2009) | 140 |
| Quadro 61 - Ficha de leitura do artigo de GOSWAMI, U. (2008) | 141 |
| Quadro 62 - Ficha de leitura do artigo de GEAKE, J. (2008) | 143 |
| Quadro 63 - Ficha de leitura do artigo de PICKERING, S. J.; HOWARD-JONES, P. (2007). | 143 |
| Quadro 64 - Ficha de leitura do artigo de SZÜCS, D.; GOSWAMI, U. (2007). | 144 |
| Quadro 65 - Ficha de leitura do artigo de WRIGHT, K. P. et al. (2006). | 144 |
| Quadro 66 - Ficha de leitura do artigo de PIOLAT, A., OLIVE, T.; KELLOGG, R. T. (2005) | 145 |
| Quadro 67 - Ficha de leitura do artigo de GEAKE, J.; COOPER, P. (2003). | 146 |
| Quadro 68 - Ficha de leitura da dissertação de MARTINS (2012) | 147 |
| Quadro 69 - Ficha de leitura da tese de SILVA (2012) | 148 |
| Quadro 70 - Ficha de leitura da tese de BROCKINGTON, J. G. de O (2011) | 150 |
| Quadro 71 - Ficha de leitura da tese de CORSO, H. V. (2012) | 151 |
| Quadro 72 - Ficha de leitura da dissertação de COSTA (2011) | 152 |
| Quadro 73 - Ficha de leitura da dissertação de ZAMO (2011) | 153 |
| Quadro 74 - Ficha de leitura da dissertação de SOUZA, V. M. de. (2015) | 154 |
| Quadro 75 - Ficha de leitura da dissertação de OBANA, J. E. G. (2015) | 156 |
| Quadro 76 - Ficha de leitura da dissertação de LISBOA, F. S. L. | 157 |
| Quadro 77 - Ficha de leitura da dissertação de OLIVEIRA, C. P. do R. (2013) | 158 |
| Quadro 78 - Ficha de leitura da tese de CARVALHO, F. A. H. de (2008) | 158 |
| Quadro 79 – Ficha de leitura da dissertação de TABACOW, L. S. (2006) | 160 |
| Quadro 80 - Ficha de leitura da dissertação de FERREIRA, C. P. (2015) | 161 |
| Quadro 81 - Ficha de leitura da dissertação de TAKEUCHI, M. Y. (2009) | 163 |
| Quadro 82 - Ficha de leitura da dissertação de PEREZ, C. A. (2008) | 164 |
| Quadro 83 - Ficha de leitura da dissertação de PEREIRA, C. D. (2015) | 165 |
| Quadro 84 - Sugestões: Temas relativos aos estudantes. | 170 |
| Quadro 85 - Sugestões: Temas relativos ao ensino superior e formação de professores. | 171 |

| | |
|--|-----|
| Quadro 86 – Sugestões: Temas relativos à prática educacional..... | 172 |
| Quadro 87 - Sugestões: Temas relativos ao papel dos pesquisadores..... | 172 |
| Quadro 88 - Fragilidades Apontadas nas Investigações. | 174 |
| Quadro 89 - Recomendações Apontadas nos Estudos. | 178 |
| Quadro 90 - Categorias e Subcategorias emergentes da ATD..... | 180 |
| Quadro 91 - Estratégias que podem favorecer o equilíbrio entre as motivações..... | 195 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Resultados obtidos na busca realizada no portal de periódicos Capes/MEC..... | 74 |
| Tabela 2 - Unidades de Sentido por Categoria | 179 |
| Tabela 3 - Unidades de sentido nas subcategorias. | 181 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Gráfico de Registros por Área de Conhecimento (Termo de busca: neurociência)..... | 82 |
| Gráfico 2 - Gráfico de Registros por Área de Conhecimento (Termo de busca: neurociências)..... | 84 |
| Gráfico 3 - Gráfico de Registros por Sugestões de Tópicos dentro de sua Busca (Termo de busca: neurociência)..... | 87 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|--|
| ATD | Análise Textual Discursiva |
| BT | Banco de Teses |
| BDB | Biblioteca Digital Brasileira |
| BDTD | Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações |
| IBICT | Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia |
| Capes | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| Finep | Financiadora de Estudos e Projetos |
| MEC | Ministério da Educação |
| PET-BIO | Programa Especial de Treinamento do Curso de Ciências Biológicas |
| PUCRS | Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul |
| UFSM | Universidade Federal de Santa Maria |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 PRIMEIRAS PALAVRAS | 9 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 19 |
| 2.1 A CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM: A RELAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIA..... | 19 |
| 2.2 A BUSCA PELA APRENDIZAGEM: FATORES ESTRUTURANTES | 24 |
| 2.2.1 A Plasticidade: ligando e desligando neurônios..... | 27 |
| 2.2.2 A Emoção: sentimentos e expressões | 31 |
| <i>2.2.2.1 Emoção e Aprendizagem Escolar.....</i> | <i>34</i> |
| 2.2.3 A Atenção: percebendo e escolhendo estímulos..... | 37 |
| <i>2.2.3.1 Atenção e Aprendizagem Escolar.....</i> | <i>41</i> |
| 2.2.4 A Motivação: necessidades e aspirações..... | 43 |
| <i>2.2.4.1 Motivação Intrínseca e Motivação Extrínseca.....</i> | <i>45</i> |
| <i>2.2.4.2 Motivação e Aprendizagem Escolar.....</i> | <i>46</i> |
| 2.2.5 A Memória: vou lembrar ou já vi isso antes | 48 |
| <i>2.2.5.1 Memória e Aprendizagem Escolar</i> | <i>52</i> |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 54 |
| 3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA INVESTIGAÇÃO..... | 54 |
| 3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS | 56 |
| 3.2.1 A Metanálise..... | 57 |
| 3.2.2 A Análise Textual Discursiva | 62 |
| 3.2.3 As Notas de Campo | 66 |
| 3.3 PROCEDÊNCIA DOS DADOS | 68 |
| 3.3.1 Portal de Periódicos Capes | 69 |
| 3.3.2 Google Acadêmico | 69 |
| 3.3.3 Banco de Teses Capes..... | 70 |

| | |
|---|------------|
| 3.3.4 Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações | 71 |
| 3.4 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS | 71 |
| 4 COLETA DE DADOS DA PESQUISA: CRITÉRIOS DE ESCOLHA E ORGANIZAÇÃO DOS RESULTADOS | 73 |
| 4.1 CRITÉRIOS DE ESCOLHA..... | 73 |
| 4.2 PORTAL PERIÓDICOS CAPES/ MEC..... | 74 |
| 4.3 GOOGLE ACADÊMICO..... | 79 |
| 4.4 BANCO DE TESES CAPES..... | 81 |
| 4.5 BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES..... | 85 |
| 5 SISTEMATIZAÇÃO DAS PESQUISAS SELECIONADAS..... | 90 |
| 5.1 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO AO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES/MEC | 90 |
| 5.2 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO AO GOOGLE ACADÊMICO..... | 137 |
| 5.3 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO AO BANCO DE TESES DA CAPES | 147 |
| 5.4 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO À BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES..... | 154 |
| 6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS..... | 167 |
| 6.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PESQUISAS | 168 |
| 6.2 RESULTADOS INTRODUTÓRIOS DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA | 178 |
| 7 INDICADORES PROCEDENTES DA NEUROCIÊNCIA PARA PRÁTICA PEDAGÓGICA..... | 182 |
| 7.1 FATORES ESTRUTURANTES DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA..... | 183 |
| 7.2 ASPECTOS RELATIVOS AO MEIO E AOS SUJEITOS E SUAS RELAÇÕES COM A PRÁTICA PEDAGÓGICA | 201 |
| 7.3 ESTRATÉGIAS E METODOLOGIAS PARA O ENSINO PROVENIENTES DE ACHADOS NEUROCIÊNCIAS..... | 212 |
| 8 A NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS..... | 224 |

| | |
|---|------------|
| 8.1 A NEUROCIÊNCIA COMO SABER DISCIPLINAR NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS..... | 225 |
| 8.2 O PAPEL DA NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO..... | 231 |
| 9 AS DELIBERAÇÕES DO CAMPO DA NEUROCIÊNCIA PARA OS CONTEXTOS EDUCACIONAL E DE PESQUISA..... | 247 |
| 9.1 ACHADOS DA NEUROCIÊNCIA PARA O CONTEXTO EDUCACIONAL E A RELAÇÃO DOS EDUCADORES COM ESSES CONHECIMENTOS | 248 |
| 9.2 AS INTERAÇÕES ENTRE NEUROCIENTISTAS E EDUCADORES NO CONTEXTO DE PESQUISA | 257 |
| 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 268 |
| REFERÊNCIAS | 277 |
| APÊNDICE - Unidades de Sentido da Categoria A Neurociência na Formação de Profissionais | 290 |

1 PRIMEIRAS PALAVRAS

Neste capítulo, realiza-se breve apresentação pessoal, a introdução sobre a temática da presente tese, em seguida, expõem-se a justificativa, o problema de pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos e uma breve sinopse do que virá nos capítulos seguintes.

Graduei-me em Ciências Biológicas - Licenciatura na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em 2005. Em 2006, ingressei no mestrado em Educação, ainda na Universidade Federal de Santa Maria (Linha de Pesquisa: Currículo, Ensino e Práticas Escolares) para aprofundar a compreensão dos significados de imagens de natureza em anúncios publicitários por meio de oficinas pedagógicas principalmente com professores da educação básica.

No primeiro ano de mestrado, iniciei minha experiência com ensino em nível superior, na disciplina de Docência Orientada. O contato mais efetivo deu-se em 2007, quando assumi a função de professora substituta na área de Educação, trabalhando principalmente com os cursos de Ciências Biológicas e Pedagogia. E em 2009, fui aprovada em concurso público para professora assistente na UFSM - Campus Palmeira das Missões, área de Educação, para lecionar nas disciplinas de Didática, Políticas Públicas, Fundamentos da Educação e Estágios Curriculares Supervisionados para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Sentindo necessidade de dar continuidade a qualificação para atuação profissional, em 2014 ingressei no doutorado em Educação em Ciências e Matemática, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Nesse contexto, em relação à temática da tese, compreende-se o papel de formar indivíduos de maneira integral atribuído à educação, capacitando-os para viver em sociedade, por meio do desenvolvimento de comportamentos, atitudes e habilidades, desencadeia o pensamento sobre qual é o papel do professor nesse contexto.

O mau desempenho dos estudantes, muitas vezes, é atribuído apenas à didática e à escolha de estratégias de ensino realizadas pelo docente, desconsiderando que cada indivíduo traz consigo suas experiências, suas particularidades sociais e culturais, seus desejos, seus anseios, motivações ou desmotivações, seus sentimentos, dentre outras características que se manifestam em grupo, que acabam influenciando seu modo de aprender.

Conforme Tardif e Lessard (2012), a necessidade de motivação constante dos alunos, evidencia que os professores enfrentam o problema de participação desses em seu trabalho de ensino e aprendizagem. Cabe ao professor, dentro da instituição escolar, o contato mais direto com os estudantes, mediando situações sociais, emocionais, procedimentais e todas as possíveis relações dentro do contexto educativo. Entretanto, o indivíduo aprendente tem que estar disposto a aprender, estando apto tanto biologicamente, quanto tendo motivos para tal.

Portanto, para lidar com essa multiplicidade de relações e comportamentos possíveis dentro desse ambiente, além do domínio dos saberes conceituais da área específica e da didática, a profissão professor exige desse profissional um processo de qualificação constante. Nesse sentido, é emergente no trabalho docente a busca por novos recursos e bases que sustentem as práticas pedagógicas desenvolvidas (SIMÕES; NOGARO; PACHECO, 2015).

O contato do docente com saberes que possibilitem instrumentalização para agir em seu cotidiano é extremamente importante para que o mesmo possa avaliar situações que ocorrem em seu ambiente de trabalho e escolher estratégias mais adequadas para ensinar, de modo a compreender a área educacional como um conjunto de saberes plurais com a finalidade de favorecer tanto o ensino quanto a aprendizagem.

De acordo com Carvalho e Barros (2012), se a formação dos profissionais da área educacional se dá no meio acadêmico, esse é o responsável por preparar os futuros educadores, visando ao desenvolvimento de saberes e competências para uma prática profissional inovadora e adequada às necessidades discentes do século XXI. As autoras destacam que, pela necessidade de formação acadêmica versátil, a interação entre neurociências e educação pode se fazer emergir, por meio “da confrontação e complementação dos saberes, informações que se articulam entre si e que são fundamentais para otimizar a compreensão do ensinar e do aprender” (CARVALHO; BARROS, 2012, p. 1).

Além disso, Educação e Neurociência partilham o mesmo objeto de conhecimento: a pessoa, isso envolve seu comportamento, como aprende e como se constitui como pessoa, sendo crescente o número de pesquisadores que buscam relacionar essas duas ciências (OLIVEIRA; BATISTA, 2009).

Oliveira e Batista (2009) afirmam que além de saber ensinar e avaliar, torna-se necessário expor o conhecimento de modo que o cérebro aprenda melhor, tendo a

aprendizagem significativa relação orgânica e biológica com a reorganização das conexões neurais.

Portanto, a neurociência lança questões de suma importância para a educação, como uma nova ciência da aprendizagem, crucial para que o professor, baseado nos conhecimentos provenientes dela, possa desenvolver sua prática fundamentado no entendimento de como funciona o cérebro (SIMÕES; NOGARO; PACHECO, 2015).

Em um levantamento inicial, sobre a relação entre neurociência e educação, alguns autores e pesquisadores apontaram a necessidade de aproximação entre as áreas. Além disso, houve relatos de dificuldades para tal aproximação, que em muitos trabalhos foi apenas mencionada, mas efetivamente, não foi exposta explicitamente ou o foi de maneira superficial.

Ainda, percebeu-se em um estudo preliminar envolvendo pesquisas brasileiras que anunciam trabalhar o binômio neurociência e educação, que as referências são escassas sobre o diálogo entre essas áreas, embora tenham-se encontrado algumas tentativas. Nos trabalhos do estudo preliminar, os autores destacam a importância de se oportunizar o diálogo entre as áreas e alertam para as dicotomias, principalmente em relação às concepções metodológicas, o que dificulta a aproximação entre elas. A maioria dos trabalhos anuncia aspectos do diálogo, concluem expondo as contribuições potenciais de ambas, mas destacam que a aproximação ainda não é satisfatória ou parece, segundo alguns, inviável.

De acordo com Tardif e Lessard (2012), a docência é uma prática centrada nos alunos, em torno desses e para esses. Portanto, o professor articula seus saberes e domínios didático-pedagógicos em prol de escolher estratégias de ensino que sejam mais propícias ao ensino e à aprendizagem. Mesmo com o esforço realizado pelos profissionais da educação para obter respostas positivas em termos de interação, desempenho e aprendizagem dos estudantes, alguns desses parecem não responder da maneira esperada aos estímulos pensados e planejados pelo professor. Nesse sentido, o profissional da área educacional está sempre em busca de conhecimentos em prol de sua formação, de modo que esses subsidiem e possam facilitar a aprendizagem, pois seu foco é o estudante.

No que diz respeito à aproximação da área educacional dos conhecimentos neurocientíficos, de acordo com Oliveira (2014), os educadores apresentam imensa boa vontade em relação à neurociência, acreditando no potencial das descobertas sobre a aprendizagem humana e estão ansiosos por aprender e contribuir com ideias e sugestões

em relação a estas descobertas. Nota-se, de acordo com o exposto pelo presente autor, que os docentes não querem interagir com esse conhecimento de forma passiva, mas sim usufruí-lo e participar na produção de novos conhecimentos da área.

O que se pode afirmar sobre a neurociência é que ela traz o conceito de “sujeito cerebral”, que envolve a biologia, anatomia e fisiologia do cérebro que aprende, sendo esse órgão único em sua singularidade, mesmo dentro da diversidade de estudantes em sala de aula (SANTOS, 2011, p. 11). Portanto, a resposta dos estudantes a estímulos específicos em relação aos conteúdos pode variar, pois o cérebro de cada um é resultado das experiências de cada indivíduo, em que os aspectos anatômicos, biológicos e fisiológicos desempenham papel importante no processo de plasticidade que possibilita novas aprendizagens.

Ao reconhecer o cérebro como responsável pelo processo de aprendizagem, que se molda por estímulos ambientais, portanto dotado de plasticidade, Duboc (2011) afirma que é importante que o formato do conhecimento apresentado pela escola favoreça esse processo.

Nesse sentido, percebe-se a importância e o potencial da contribuição das pesquisas realizadas na interface neurociência e educação, uma vez que, como afirmam Rato e Caldas (2010), a neurociência é a ciência do cérebro e a educação é a do ensino e aprendizagem. Esses autores também afirmam que isso implica na relação de ambas pela importância tanto do cérebro quanto da aprendizagem para o indivíduo, mesmo não sendo uma tarefa simples e óbvia relacioná-las.

Além disso, de acordo com Carvalho (2011, p. 543) ao “entender como o aluno aprende permite ao professor (...) buscar uma forma mais adequada de ‘didatizar’ os conhecimentos científicos, pois compreender a forma de cognição do aluno melhora a organização do ensino”.

Com intuito de melhorar a organização do ensino, no que concerne à prática docente, Carvalho (2011) indica que os conteúdos neurocientíficos podem colaborar para o desempenho dos professores, uma vez que, compreendendo a aprendizagem como possuidora de uma base biológica e de condicionantes socioculturais do conhecimento, os professores passam a gerir melhor tanto as emoções quanto à aprendizagem dos estudantes. Além disso, as ciências do cérebro podem subsidiar a renovação teórica na formação docente, agregando informações científicas essenciais para que a aprendizagem possa ser compreendida como fenômeno complexo (CARVALHO, 2011).

Nesse contexto, o diálogo entre neurociência e educação, pode confrontar e complementar saberes, possibilitando a articulação de informações para compreender e otimizar o ensinar e aprender (CARVALHO; BARROS, 2012). Essa otimização pode facilitar tanto o ensino quanto tornar a aprendizagem mais eficaz.

Em um estudo sobre a importância da neurociência para formação inicial e ao longo da vida docente, Oliveira (2014) afirma que investigar sobre o cérebro exige a contribuição de saberes de diversas áreas devido a sua complexidade. Entretanto, nesse estudo, destaca-se a perspectiva de interesse mútuo de aproximação entre as áreas, pois as pesquisas educacionais podem fornecer material para o desenvolvimento de investigações neurocientíficas, que acaba por desenvolver conhecimentos sobre o funcionamento cerebral que interessam ao processo de aprendizagem.

Além disso, por meio do diálogo entre as áreas, os neurocientistas podem avaliar suas pressuposições, métodos e os resultados empíricos em uma perspectiva contrastiva advinda das contribuições e necessidades teórico-práticas dos educadores (HAASE; FERREIRA, 2009).

Conforme Tardif e Lessard (2012) os recursos dos professores são funcionais e significativos no seu contexto de trabalho e dificilmente se aplicam a outros contextos e mesmo quando os docentes usufruem de instrumentos elaborados por outros:

eles o retrabalham, os interpretam, os modificam a fim de adaptá-los aos contextos concretos e variáveis da ação cotidiana e às suas preferências. Isto permite compreender, entre outras coisas, por que os professores são tão ávidos por novos materiais pedagógicos, novas habilidades, novos procedimentos, pois seus instrumentos se gastam na medida em que são usados, perdem sua força de impacto e precisam, portanto, ser remodelados, substituídos, adaptados (TARDIF; LESSARD, 2012, p. 175).

Segundo Grossi et al (2014), os professores devem considerar as características do sistema nervoso e suas funções para a escolha de estratégias pedagógicas, de modo a facilitar a aprendizagem do estudante. Em relação a estas, Grossi e Borja (2016) defendem que o conteúdo programático deva ser trabalhado por meio de práticas metodológicas de alcance diferenciado a cada um dos estudantes, o que garantiria a aprendizagem mesmo em situações de limitação, o que afirmam ser o diálogo entre a neurociência e pedagogia. Nesse contexto, destaca-se que cada estudante possui sua individualidade e características peculiares, o que acaba por exigir do professor a identificação do alcance de cada educando de modo a escolher as práticas mais adequadas para a turma.

Oliveira (2015) expõe o valor de adquirir na formação docente saberes que instrumentalizem o docente a ensinar, motivar e avaliar o aluno em um formato mais conveniente para o seu cérebro, sendo a neurociência capaz de conceder à educação este olhar sobre o funcionamento cerebral e sobre as bases neurobiológicas do aprendizado. Além disso, Herculano-Houzel (2009) defende que a neurociência pode disponibilizar aos docentes saberes científicos relacionados aos processos pelos quais o cérebro aprende; como ocorre a retenção de conhecimentos na memória; como as redes neurais se formam e como o cérebro se transforma estruturalmente em decorrência da neuroplasticidade.

Conforme Santos (2011), em seu artigo voltado para reflexão com os docentes e profissionais ligados à educação sobre a importância da neurociência para aprendizagem, a autora afirma que é necessário “que o professor entenda o funcionamento do substrato neurobiológico para que possa ressignificar sua prática pedagógica” (SANTOS, 2011, p. 3).

Também Brockington (2011, p. 23) destaca a relação de proximidade entre neurociência e educação quando afirma que:

deve-se concordar que toda vez que se fala em aprendizagem, direta ou indiretamente, fala-se sobre o desenvolvimento do cérebro. Ou seja, todo processo educacional está íntima e fortemente ligado a mudanças no córtex, de modo que a investigação acerca dos diferentes processos de aprendizagem proporciona a conexão ideal entre Educação e Neurociências.

Assim, percebe-se que a investigação de diferentes processos envolvidos na aprendizagem cria um elo entre educação e neurociência, sendo que esse possui forte potencial para beneficiar a aprendizagem. Entretanto, embora haja entusiasmo pelas descobertas da neurociência e exista interesse dos educadores sobre temas relacionados ao cérebro, a parceria com o ensino e com a aprendizagem, ainda necessita de cautela, pois existe uma distância entre a sala de aula e o laboratório (SILVA, 2012).

Essa questão sobre a distância entre sala de aula e o que advém de pesquisas, as quais são, na maioria das vezes, realizadas em laboratórios, também é identificada por Brockington (2011), quando relata sobre a dificuldade de se implementar em sala de aula as descobertas relativas ao funcionamento cerebral, sendo que, muitas vezes, a mídia cria especulações sobre essas, citando como exemplo, a existência de manuais para se aprender dormindo ou para a realização de ginásticas cerebrais.

Da mesma forma, a exploração do tema mente/cérebro pela mídia, proporciona o aumento de informações sobre o assunto, mesmo que de maneira superficial e desconectada da área educacional (CARVALHO, 2011). Ademais, percebe-se que as publicações, de maneira geral, são direcionadas a determinadas áreas e não aproximam-se das atividades do contexto educativo, como afirma Carvalho (2011 p. 544):

a produção literária nacional com uma visão unificada das relações entre as ciência da mente/cérebro e a educação é escassa. Assim, aborda-se de forma mais densa o papel significativo da biologia da mente na educação. Os livros e materiais disponíveis no mercado pouco oferecem nesse sentido ou, quando apresentam informações científicas mais especializadas, destinam-se a um grupo seleto de profissionais e são direcionados a áreas como medicina e psicologia, afastando-se das atividades do professor.

Outro ponto a ser considerado são os entraves na aproximação entre neurociência e educação, como, por exemplo, as respostas que a neurociência ainda não possui (OLIVEIRA, 2014). Todavia, essa aproximação está sendo cada vez mais discutida e começa-se a pensar a utilização de conteúdos correlatos a esse tema em sala de aula (SILVA; MORINO, 2012).

Oliveira (2014) destaca que a produção de conhecimento na área de neurociência, está sendo realizada em uma velocidade vertiginosa, esclarecendo-se cada vez mais o funcionamento do cérebro, sendo esses conhecimentos de interesse das diversas áreas, dentre as quais a educação. Entretanto, o autor afirma que, esses conhecimentos não são difundidos amplamente para que os estudiosos de diferentes áreas possam utilizá-los. Essa falta de divulgação do que já foi investigado e descoberto em diferentes áreas, pode comprometer avanços, pois impede que esses conhecimentos sirvam de subsídio para novas descobertas por meio de pesquisas.

Então, o desafio que se apresenta é como aproximar a neurociência da educação. Quando se pensa no contexto de aulas ministradas em instituições escolares, esse pensamento oculta um problema complexo, mas fundamental em processos educativos. Isso se deve ao fato de que os resultados de pesquisas em neurociência, muitas vezes, advêm de ambientes que não se assemelham a uma sala de aula ou de situações adversas daquelas presentes na dinâmica das práticas docentes. Nesse sentido, a aproximação dos resultados da neurociência experimental e da prática docente parece estar longe de ser alcançada, mostrando dificuldade no exercício de transpor os resultados científicos para a prática docente.

Simões, Nogaro e Pacheco (2015), em um estudo bibliográfico em publicações no banco de dados IBICT de 2004 a 2014, buscando a articulação entre neurociência e educação na prática docente, verificaram que não há presença significativa de estudos que apresentem, analisem ou reflitam a respeito da importância e necessidade da conexão neurociência e educação, de modo a vislumbrar metodologias de ensino a partir desses conhecimentos.

Corroborando com esse resultado, Bacaro e Sforzi (2016) verificaram uma lacuna de produções científicas que articulem neurociência e educação. Para esses autores, ainda não houve tempo suficiente para que os profissionais da educação tenham formação que os habilite a investigar essa temática e acessar as tecnologias do campo da saúde.

Nessa perspectiva, é importante aproximar os educadores dos fundamentos da neurociência cognitiva, visto que, de certo modo, interferem e contribuem para a plasticidade do sistema nervoso do aprendiz e para os comportamentos que ele apresentará durante a vida, dentro e fora da escola. O entendimento sobre como os estímulos chegam ao cérebro, como as redes neurais reagem no momento da aprendizagem e como as informações são armazenadas, podem contribuir para o professor aprimorar a sua prática e proporcionar aos estudantes situações mais propícias de aprendizagem. Portanto, percebe-se a necessidade de estabelecer um diálogo entre a neurociência e a educação, bem como identificar as possíveis contribuições para o trabalho do professor, particularmente para a aprendizagem.

Além disso, os estudos da área neurocientífica podem possibilitar uma abordagem diferenciada dos processos de ensino e de aprendizagem, fundamentada na compreensão dos processos cognitivos envolvidos. Assim, acredita-se que o estudo se justifica por ter como propósito oportunizar a identificação de resultados de pesquisas sobre educação e neurociência, por meio de metanálise qualitativa, com intuito facilitar novas compreensões e tornar disponível e acessível esse conhecimento para a prática pedagógica. Isso possibilitará perceber indicativos relativos às articulações existentes entre neurociência e educação, aproximando essas áreas e buscando possibilidades ainda inexploradas.

Desta forma, é possível defender, como tese inicial, que os resultados de estudos na interface neurociência e educação podem vir a colaborar com a prática docente, possibilitando a escolha de estratégias para facilitar a aprendizagem dos estudantes.

Nesse sentido, estudos realizados nos últimos anos, como o de Guerra (2011), vêm demonstrando a importante contribuição dos avanços das neurociências para esclarecer muitos aspectos do funcionamento do cérebro e do processamento e assimilação do conhecimento nos processos de ensino e aprendizagem. Para Guerra (2010, p. 6):

apesar da euforia em relação às contribuições das neurociências para a educação, é importante esclarecer que as neurociências não propõem uma nova pedagogia, mas fundamentam a prática pedagógica que já se realiza, demonstrando que estratégias pedagógicas, que respeitam a forma como o cérebro funciona, tendem a ser mais eficientes.

Concordando com essa autora no que se refere à contribuição das neurociências para o desenvolvimento de uma prática educativa mais significativa voltada a educadores e estudantes, estabelece-se o problema de pesquisa: *Quais indicadores disponíveis nos estudos que relacionam neurociências e educação os docentes podem utilizar a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes?*

Para construir respostas ao problema central de pesquisa, estabeleceu-se o seguinte Objetivo Geral:

Compreender como as pesquisas que relacionam neurociência e educação favorecem a prática docente visando à aprendizagem dos estudantes.

Também nesse sentido, ficam estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- 1) Identificar aspectos relevantes para a sala de aula nas pesquisas que têm como objeto de investigação a interface neurociência e educação.
- 2) Compreender quais elementos disponíveis nas pesquisas que relacionam neurociência e educação os professores podem incorporar em práticas docentes a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes.
- 3) Compreender qual papel as pesquisas sobre a temática neurociência e educação atribuem ao docente.

A presente investigação, além do capítulo de introdução, *Primeiras Palavras*, será composta por mais nove capítulos.

O segundo capítulo, *Referencial Teórico*, contextualiza o que é aprendizagem na perspectiva da neurociência, já buscando conexões com o contexto educativo, bem como trata dos fatores estruturantes do processo de aprendizagem, sendo: plasticidade, emoção, atenção, motivação e memória, relacionando-os à aprendizagem escolar.

O terceiro capítulo, *Procedimentos Metodológicos*, define a abordagem da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, os procedimentos para análise dos mesmos, a caracterização das fontes eletrônicas de procedência dos dados, bem como a forma de organização dos dados coletados.

O quarto capítulo, *Coleta de Dados da Pesquisa: Critérios de Escolha e Organização dos Resultados* explicita as formas de busca e os critérios de escolha dos artigos, dissertações e teses para constituição do material de análise.

O quinto capítulo, *Sistematização das Pesquisas Seleccionadas*, consiste na organização das leituras dos estudos selecionados para essa pesquisa em quadros que reúnem as variáveis determinadas para a coleta de dados.

O sexto capítulo, *Apresentação dos Resultados*, demonstra na sua primeira seção a caracterização das pesquisas e, na segunda seção, os resultados introdutórios da Análise Textual Discursiva.

O sétimo, oitavo e nono capítulos referem-se, respectivamente, as três categorias emergentes do processo de análise textual discursiva, a saber: i) *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica*; (ii) *A Neurociência na Formação de Profissionais*; e (iii) *As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa*.

O décimo capítulo traz as considerações finais da presente tese, em que a compilação dos argumentos aglutinadores de cada uma das três categorias sustentam e complementam a tese inicial apresentada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo contextualiza-se o que é aprendizagem na perspectiva da neurociência, já buscando conexões com o contexto educativo, principalmente no que se refere ao trabalho docente. Também são tratados os fatores estruturantes do processo de aprendizagem: plasticidade, emoção, atenção, motivação e memória, relacionando-os à aprendizagem escolar.

2.1 A CONSTRUÇÃO DA APRENDIZAGEM: A RELAÇÃO ENTRE EDUCAÇÃO E NEUROCIÊNCIA

Tem sido percebido, nos últimos anos, um aumento na quantidade de publicações que se propõem a relacionar educação e neurociência. Algumas dessas têm como foco a compreensão dos processos envolvidos na aprendizagem dos estudantes a partir dos conhecimentos da neurociência.

A educação visa ao desenvolvimento de novos conhecimentos ou comportamentos, por meio da mediação de um processo que envolve a aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011). Para Spitzer (2007), o aprender é um processo ativo que promove transformações cerebrais em quem aprende e, como afirma Valle (2014), esse aprendizado é resultante da mudança comportamental provocada pela experiência à qual o indivíduo é exposto, situação que acaba por exigir tanto a aquisição de conhecimentos quanto a capacidade de armazená-los. Portanto, tem-se que as experiências contribuem para o aprendizado por meio de uma mudança comportamental exigida pelo meio, que resulta na aquisição e armazenamento de conhecimentos para utilização em momento oportuno.

Nesse sentido, um indivíduo “aprende quando adquire competência para resolver problemas e realizar tarefas, utilizando-se de atitudes, habilidades e conhecimentos que foram adquiridos ao longo de um processo de ensino-aprendizagem” (COSENZA; GUERRA, 2011, p.141). Dessa forma, percebe-se que o indivíduo que aprendeu consegue aplicar os conhecimentos, as habilidades e as atitudes em novas situações que se apresentam em seu contexto, o que também evidencia a capacidade de armazenar e recuperar o que foi aprendido. Assim, torna-se relevante destacar que o aprendizado tem importância tanto para os humanos quanto para os demais animais, pois é o modo pelo qual adquirimos conhecimento sobre o mundo (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL,

1997). É esse conhecimento que nos permite interagir adaptativamente e responder às situações do meio.

É inegável que aprendizagem modifica os indivíduos, assim como afirma Spitzer (2007): quem aprende muda, pois a recepção de algo novo sempre modifica quem recebe e “não só aprendemos mais material, como também nos transformamos” (SPITZER, 2007, p. 27). Em termos biológicos a aprendizagem é resultado da facilitação da passagem de informação ao longo das sinapses, traduzida pela formação e consolidação de ligações entre as células nervosas, o que acaba por exigir tempo e energia para que possa ser manifestada (COSENZA; GUERRA, 2011). Também, há necessidade de que a rede neural esteja ativada para que possam ocorrer mudanças nas intensidades de transporte nas sinapses, e conseqüentemente aprendizagem (SPITZER, 2007).

Para ampliar a capacidade de aprendizagem, é importante proporcionar às células nervosas informações e atividades, o que aumenta tanto a capacidade de conexões entre células nervosas, quanto à agilidade mental, influenciando diretamente na capacidade de aprender (VALLE, 2014). Essas conexões entre as células nervosas são as sinapses, que permitem que o estímulo que gera o impulso nervoso que passou pelo corpo do neurônio, seja transmitido na fenda sináptica por meio de mediadores químicos (neurotransmissores) para o neurônio seguinte.

Conforme Spitzer (2007), nosso cérebro é como um aspirador de informação, que apreende o que há de importante a nossa volta e faz o processamento de forma eficaz. Dessa forma, percebe-se que há certa distinção em relação às informações disponíveis, pois mesmo submetidos a uma infinidade de estímulos, o cérebro seleciona os que serão capturados e processados.

Aprende-se a todo o momento. Não há, na vida de um sujeito, momentos onde não ocorra aprendizagem. Não se pode dividir o tempo em tempo de aprendizagem e tempo livre, pois o cérebro está sempre envolvido no processo de aprender (SPITZER, 2007). No momento em que se propõe a separação dessas atividades, o cérebro reage estabelecendo o que se aprende com pouco divertimento e poucos resultados; e no caso de não se pensar especificamente no que se está aprendendo, em atividades como, nos jogos de computador, ver televisão ou no centro comercial, ela ocorre normalmente, ou seja, o cérebro está sempre a aprender (SPITZER, 2007).

Entretanto, mesmo que a aprendizagem ocorra no cérebro, ele pode não ser o responsável pelas dificuldades de aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011). A

aprendizagem depende da interação do indivíduo com o ambiente, portanto, as falhas nesse processo podem ter sua fonte no indivíduo, no ambiente ou em ambos. É o ambiente que proporciona o desenvolvimento de comportamentos adaptativos, podendo tanto propiciar, quanto dificultar a aprendizagem, pois tem influência sobre os fatores psicológicos e emocionais que levam os indivíduos a expressar comportamentos (COSENZA; GUERRA, 2011). O ambiente possui informações que, para os indivíduos, são estímulos e, conseqüentemente, pela necessidade ou desejo de interação, por meio de comportamentos para adaptação às situações, ocorre à aprendizagem.

Em relação ao processo de aprendizagem, Spitzer (2007) destaca que as experiências positivas são básicas para aprender sobre diferentes coisas, sendo que “deve ficar claro que, para as pessoas, as experiências positivas simplesmente acontecem em contatos sociais positivos” (SPITZER, 2007, p. 166).

Cardozo e Bzuneck (2014, p. 146) tratam da importância das experiências positivas no ambiente escolar:

um aluno voltado à meta aprender caracteriza-se pela busca de novos conhecimentos, domínio dos conteúdos, apreço por desafios em níveis intermediários e uma crença de que resultados de desempenho dependem maximamente de esforço pessoal. Além disso, não esmorecem com possíveis erros ou fracassos nas aprendizagens, mas sentem emoções positivas com o sucesso obtido com esforço.

Nesse caso, a experiência positiva relaciona-se ao sucesso na aprendizagem obtido por meio de esforço pessoal, manifestado mediante as emoções.

No que diz respeito à prática docente, os professores podem contribuir e facilitar o processo de aprendizagem, mesmo esse sendo “um fenômeno individual e privado” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 38) que, assim como reforça Valle (2014, p. 17), “é um desafio, uma aventura pessoal e intransferível”. O papel do professor em relação à aprendizagem discente está relacionado ao seu entusiasmo, pois “só quem está verdadeiramente entusiasmado com o assunto pode também ensinar” (SPITZER, 2007, p. 175). Esse autor ainda destaca a importância do conhecimento do professor sobre sua área em detrimento de um conjunto de truques que podem ser utilizados em sua prática.

Além disso, é importante que o professor crie oportunidades para examinar um assunto em diferentes contextos e mais de uma vez, para que os processos envolvidos na aprendizagem possam ocorrer (COSENZA; GUERRA, 2011). A consolidação é um desses processos, e exige tanto tempo quanto nutrientes, por isso “não aprendemos tudo

o que estudamos de um dia para outro e muito menos o que apenas presenciamos em sala de aula” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 73).

Outra ação importante do professor, relacionando as questões da neurociência e aprendizagem é a valorização do conhecimento que o estudante já traz de experiências anteriores, isto é, o seu conhecimento prévio. O aproveitamento das ideias que o estudante já possui contribui para a formação da rede de conhecimento que resultará na reconstrução de seu conhecimento e, em última análise, em aprendizagem. Segundo Ribeiro (2013, p. 63),

é importante que o professor perceba que uma nova informação recebida pelo aluno deve fazer conexão com os esquemas que ele já havia organizado anteriormente, isto é, seu conhecimento prévio. Se a nova informação for interessante, a motivação para a aprendizagem aumenta e essa conexão acontece de forma mais direta e mais fácil. Se o professor, ao iniciar um novo processo de aprendizagem, mostrar aos alunos a relação com aquilo que já foi aprendido, deixará o aluno mais seguro e mais preparado para essa aprendizagem. É preciso que o professor respeite a inteligência dos alunos, e que compreenda as dificuldades psicológicas que seu aluno apresenta.

Tendo em vista o exposto, procurando compreender a aprendizagem e o que está interligado a esse processo, se percebe que embora os processos cognitivos ainda não sejam integralmente compreendidos, as descobertas da neurociência podem se estender aos profissionais de outras áreas do conhecimento, como as ciências exatas, humanas e sociais. Para a educação, os estudos em neurociência podem possibilitar uma abordagem diferenciada do ensino e aprendizagem, fundamentada na compreensão dos processos cognitivos envolvidos.

As neurociências estudam os neurônios, os órgãos do sistema nervoso e suas funções, bem como as funções cognitivas e os comportamentos resultantes das atividades dessas estruturas, buscando compreender esses fenômenos (COSENZA; GUERRA, 2011). Enquanto isso, a educação, por ter outra natureza e finalidade, busca criar condições para desenvolver competências pelo estudante em um contexto particular (COSENZA; GUERRA, 2011). Percebem-se naturezas e finalidades distintas das áreas, mas grande potencial de tornarem-se aliadas pela complementariedade dos estudos das áreas particulares.

Os saberes docentes têm papel importante para a aproximação dos conhecimentos neurocientíficos de sua prática profissional, pois, como afirma Fullan (1991, p. 83), “a mudança em educação depende do que os professores fazem e

pensam”, e esse fazer e pensar se relacionam às concepções que os docentes têm de suas práticas, seus valores e crenças, que acabam por fazer parte de seu saber docente.

Os saberes docentes, de acordo com Morosini e Comarú (2009), se caracterizam por um sincretismo, em que, geralmente, o profissional possui várias concepções de sua prática, as quais variam de acordo com sua realidade cotidiana, sua biografia, as necessidades, os recursos e as limitações que lhes são impostas no seu dia a dia.

Particularmente, em relação às crenças docentes que integram o saber docente, Soares e Bejarano (2008), em um dado estudo, concluíram que há necessidade que os cursos de formação de professores atentem para o valor das crenças na construção da identidade docente, visto que tal processo não ocorre somente pelo acesso as teorias pedagógicas. Ainda, Soares e Bejarano (2008, p. 63) afirmam que:

a cristalização das crenças ocorre a partir dos conhecimentos, saberes e valores adquiridos em um determinado período por uma pessoa e que lhe oferece segurança de tal forma que mesmo com o avanço das teorias – que podem, inclusive, discordar dessas elaborações – eles se recusam a ser modificados, especialmente se em algum momento elas lhes possibilitaram resolver alguma questão. Assim, as crenças não se solidificam sem nenhuma reflexão, mas, depois que essa estagnação acontece, elas se tornam mais impermeáveis.

Nesse sentido, a aproximação docente dos saberes neurocientíficos e sua utilização em contexto educativo pode enfrentar determinada resistência devido às crenças docentes. Os novos conhecimentos aos quais os professores são expostos, para que possam ser utilizados em sala de aula devem os convencer de que são melhores, mais produtivos e podem contribuir com a atuação profissional que o mesmo já realiza, tendo como pré-requisito a abertura do profissional à mudança.

Outro aspecto a ser destacado se refere à formação docente, sobre a qual Filipin e colaboradores (2015, p. 92) afirmam que “embora seja claro que a neurociência pode fornecer informações importantes para a prática docente, raramente os professores recebem formação específica na área da neurociência/neurobiologia durante a sua formação e/ou vida acadêmica”, o que, de certa forma, dificulta a aproximação das áreas.

A interação entre as duas áreas pode contribuir para o trabalho docente visando à aprendizagem, mas alerta-se para a compreensão de que essa interação tem potencial,

mas por si só não significa que será suficiente para a prática docente, pois conforme Cosenza e Guerra (2011, p.143):

conhecer a organização e as funções do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos da linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas contribui para o cotidiano do educador na escola, junto ao aprendiz e à sua família. Mas saber como o cérebro aprende não é suficiente para a realização da “mágica de ensinar e aprender”, assim como o conhecimento dos princípios biológicos básicos não é suficiente para que o médico exerça uma boa medicina.

Nessa perspectiva, torna-se importante aproximar os educadores dos fundamentos da neurociência cognitiva, visto que, de certo modo, interferem e contribuem para a plasticidade do sistema nervoso do aprendiz e nos comportamentos que ele apresentará durante a vida, dentro e fora da escola. O entendimento sobre como os estímulos chegam ao cérebro, como as redes neurais reagem no momento da aprendizagem e como as informações são armazenadas, pode contribuir para o professor aprimorar a sua prática. Dessa forma, as escolhas didático-metodológicas realizadas pelos docentes utilizando esses conhecimentos podem proporcionar aos estudantes situações propícias de aprendizagem que levem em consideração a complexidade cerebral envolvida no ato de aprender.

2.2 A BUSCA PELA APRENDIZAGEM: FATORES ESTRUTURANTES

Na neurociência cognitiva, estudam-se o cérebro e outros aspectos do sistema nervoso vinculado ao processamento cognitivo e, por conseguinte, o comportamento (STERNBERG, 2012), tendo como objetivos compreender a relação entre os fenômenos mentais e as estruturas neurais do cérebro (GAWRYSZEWSKI et al., 2006).

Para a educação, os estudos em neurociência possibilitam uma abordagem diferenciada dos processos de ensino e aprendizagem, fundamentada na compreensão dos processos cognitivos envolvidos.

Conforme Pozo (2002), a natureza do sistema cognitivo humano faz com que a aprendizagem esteja intimamente ligada ao bom funcionamento de determinados processos auxiliares, também compreendidos como condições da aprendizagem, que otimizam ou minimizam a eficiência dos processos de aprendizagem, sendo esses:

1) A motivação – a maior parte das aprendizagens, em especial as explícitas, requer uma prática contínua, que implica em esforço, exigindo que o aluno tenha algum motivo para se esforçar. Quando não há motivos para aprender, a aprendizagem torna-se bastante improvável.

2) A atenção – devido à capacidade limitada da memória de trabalho, é necessário selecionar e destacar a informação que o aluno deve considerar em função do objetivo de aprendizagem. Também é conveniente que haja gestão ou controle eficaz dos recursos cognitivos disponíveis, conseguindo-se, assim, que determinadas tarefas deixem de consumir atenção e conseqüentemente, incrementando-se a capacidade funcional da memória de trabalho.

3) A recuperação e a transferência das representações presentes na memória como conseqüência das aprendizagens anteriores – ao aprender um comportamento novo e não conseguir recuperá-lo em um momento adequado, a aprendizagem terá sido pouco eficaz. É necessário planejar as situações de aprendizagem com foco em como, onde e quando o aluno deve recuperar o que aprendeu, posto que a recuperação é mais fácil em situações similares. Quando a recuperação da aprendizagem é difícil, os resultados serão menos duradouros. O aprendido que não é utilizado tende a ser facilmente esquecido. Ao aprender a utilizar um dado conhecimento ou habilidade em diferentes situações, aumentam-se as chances de transferi-lo para novos contextos. Aumentam, também, as chances de relacionarem-se esses conhecimentos com novas situações, quando poderá ser compreendido o que se faz, atribuindo maior consciência a nossos conhecimentos.

4) A consciência e o controle dos próprios mecanismos de aprendizagem constituem um processo transversal aos anteriores – os processos anteriores podem ser controlados ou administrados externamente pelo professor, ao determinar as condições para as situações de aprendizagem. O ideal, é que o próprio aluno controle seus processos progressivamente, utilizando-os de maneira estratégica pela tomada de consciência dos resultados esperados da aprendizagem, dos processos por meio dos quais pode alcançá-los e das condições mais adequadas para pôr em marcha esses processos.

Em síntese, a aprendizagem, para Pozo (2002), é auxiliada pela motivação, atenção, memória e consciência e controle dos mecanismos de aprendizagem. Para motivação é importante que o estudante tenha um motivo para o esforço, enquanto em relação à atenção, é necessário que as informações sejam destacadas em função dos

objetivos de aprendizagem. Em relação à memória, o foco é a recuperação do que foi aprendido para utilização em outras situações, o que mostrará que a aprendizagem foi eficaz. E passando todos esses processos do sistema cognitivo envolvidos na aprendizagem, temos o controle desses processos, que pode ocorrer progressivamente por parte do próprio estudante, ao reconhecer o que conhece, mas também pela intervenção do professor.

Já Spitzer (2007, p. 133) defende que “quem, ao aprender, estiver atento, motivado e emocionalmente implicado, retém mais eficazmente”. Para esse autor, a atenção, a motivação e a emoção são os fatores que influenciam a aprendizagem.

A partir dos processos auxiliares à aprendizagem (condições da aprendizagem) tratados por Pozo (2002) (motivação, atenção, memória e consciência e controle dos mecanismos de aprendizagem); dos fatores que influenciam a aprendizagem de Spitzer (2007) (atenção, motivação e emoção), bem como dos tópicos tratados em Gazzaniga e Heatherton (2007) (sensação, percepção e atenção, memória, cognição, motivação e emoções), optamos por nomear, também como resultado de reflexões e estudos sobre a temática, como fatores estruturantes do processo de aprendizagem: plasticidade, emoção, atenção, motivação e memória. Ademais, opta-se por chama-los de estruturantes, pois eles vinculam-se a estrutura biológica e neurofisiológica necessária para a aprendizagem tenha condições para efetivar-se.

Destacamos a plasticidade como um dos fatores estruturantes, pois ela é tratada nas três referências mencionadas e também nas demais referências, como por exemplo, Cosenza e Guerra (2011) e Kolb e Whishaw (2002), como sendo a base biológica primordial que dá suporte a aprendizagem. Isto é, se justifica a sua apresentação com os demais fatores, por permitir a estrutura necessária para aprendizagem.

A proposta do texto que segue é explicitar cada um desses fatores estruturantes, bem como tratar da relação desses com a aprendizagem escolar.

2.2.1 A Plasticidade: ligando e desligando neurônios

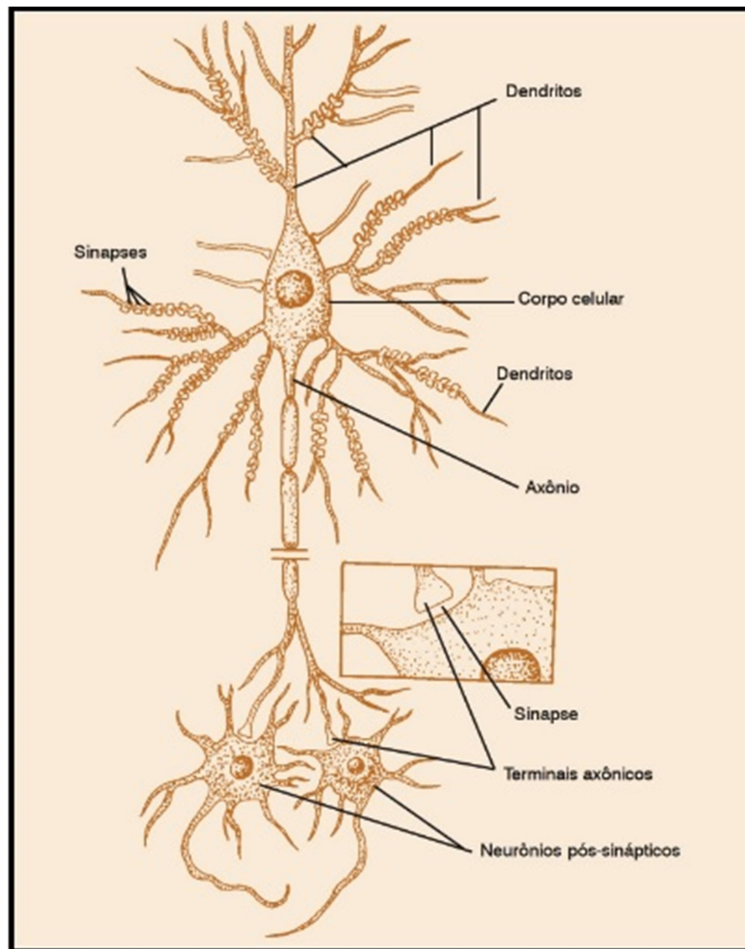
A plasticidade é uma característica marcante do sistema nervoso e consiste na “capacidade de fazer e desfazer ligações entre neurônios como consequência das interações constantes com o ambiente externo e interno do corpo” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 36). Completando essa definição Riesgo (2016) acrescenta que a neuroplasticidade possibilita ao sistema nervoso alterações em nível morfológico e funcional, de modo a garantir a aquisição de novos comportamentos, que estão relacionados à memória e ao próprio aprendizado.

Já Rolim (2013, p. 39) expõe que a plasticidade consiste em:

mudanças estruturais e/ou funcionais duradouras, em resposta a estímulos ambientais, tais como quaisquer tipos de experiências com que as pessoas possam se deparar. O cérebro humano é constituído por aproximadamente 100 bilhões de células altamente interconectadas, pois cada neurônio se comunica em média com mais 10 mil neurônios. Dessa forma, a plasticidade relacionada à memória acontece com mudanças na força de conexão entre as células, através da adição ou remoção de conexões, ou através da adição de novas células (processo chamado de neurogênese). A plasticidade cerebral não se limita a explicar somente os mecanismos relacionados à memória. Se o cérebro não fosse plástico, não seria possível a recuperação de pacientes que sofreram lesão cerebral após um trauma.

Essas células interconectadas, formando uma rede, são os neurônios que por meio de seus prolongamentos (axônios) transmitem informação e se comunicam com os demais. Os neurônios “recebem” terminações de axônios de muitos outros neurônios, e a aproximação de um terminal axônico de um neurônio pré-sináptico com o corpo celular de um neurônio pós-sináptico, denomina-se sinapse. A sinapse é a região em que ocorre a transmissão da informação da célula pré-sináptica para a célula pós-sináptica, por meio de neurotransmissores, chamada sinapse química (**Figura 1**). Também existe a sinapse elétrica, em que as correntes iônicas passam por meio de junções comunicantes, menos comum em células neurais de adultos, sendo mais encontradas em tecidos como músculo cardíaco, células musculares lisas, etc.

Figura 1 - Representação da rede de neurônios evidenciando a sinapse química.



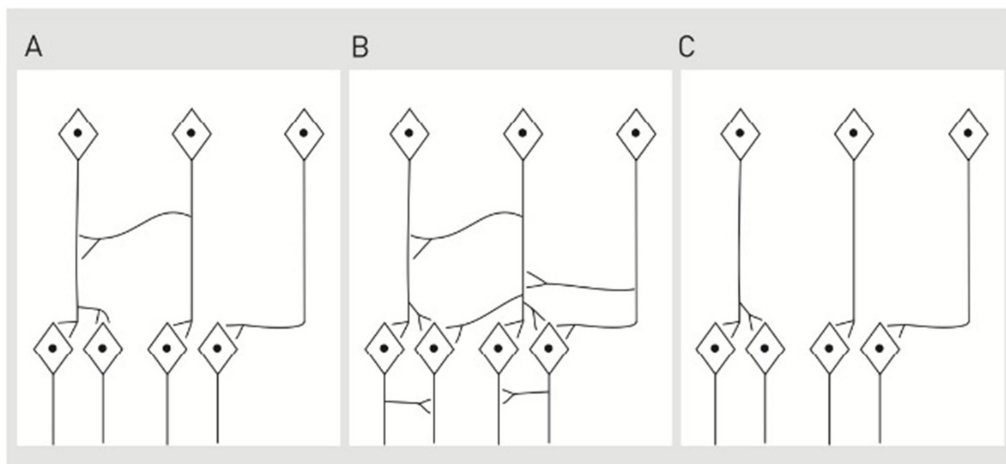
Fonte: Izquierdo (2011, p.16).

Portanto, a plasticidade cerebral é o meio pelo qual o sistema nervoso ao receber os estímulos ambientais modifica-se por meio de sua rede de neurônios, adicionando ou removendo conexões, de maneira que essa modificação resulte na aquisição de novos comportamentos atrelados à memória e ao aprendizado, sendo essa remodelação do sistema nervoso duradoura.

Como forma de contribuir para formação de novas sinapses, Cosenza e Guerra (2011) sugerem a contribuição do treino e da aprendizagem para tal, que consequentemente acabam por facilitar o fluxo de informações no circuito nervoso. Entretanto, o desuso, que pode ocorrer também por uma doença, pode desfazer ligações, empobrecendo a comunicação no circuito correspondente, o que pode ser observado na **Figura 2**. Ainda, a aprendizagem contribui não apenas para o aumento da complexidade das ligações no circuito, mas pode interligar circuitos independentes, por exemplo,

quando ocorre aprendizagem de novos conceitos, a partir de conhecimentos prévios, o que também pode inverter-se por inatividade ou doença.

Figura 2 - Representação de ligações entre neurônios. Em **A**, circuito inicial enriquecido por treino; em **B**, enriquecido pela aprendizagem e, em **C**, empobrecido por doença ou desuso.



Fonte: Cosenza e Guerra (2011, p. 37).

De acordo com Gazzaniga e Heatherton (2007), em relação ao desenvolvimento humano, superou-se a ideia de que os humanos estariam totalmente desenvolvidos (física e cognitivamente) aos vinte e poucos anos e que depois as capacidades se estabilizariam e mudariam uma ou duas décadas antes da morte (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). Por meio das pesquisas de Paul Baltes, entre outros, constatou-se que o cérebro continua se desenvolvendo e muda por toda vida, o que se evidencia em pesquisas recentes, nas quais se percebe a plasticidade como integrante do cérebro adulto. É importante destacar que o cérebro pode mudar em decorrência de várias causas, dentre elas: doenças, uso de drogas, emoções provocadas por novas experiências e formação de memórias (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

A plasticidade ocorre no cérebro de duas maneiras fundamentais: na primeira, as funções desempenhadas por determinadas regiões cerebrais têm capacidade de se adaptar a experiências diferentes, embora se acreditasse que essas funções seriam fixas a determinadas regiões, elas podem alterar o local onde são representadas funções específicas, por exemplo, no caso de um sujeito com a mão amputada, em que as representações da mão são transferidas para face. Na segunda maneira, a plasticidade

relaciona-se às alterações das conexões entre neurônios em resposta às experiências, sendo esse tipo de plasticidade o relacionado à capacidade de aprender e, posteriormente, recordar o que foi aprendido (KOLB; WHISHAW, 2002).

A plasticidade cerebral é surpreendente, em grande parte, pela capacidade de adaptar-se a diferentes ambientes, como, por exemplo, a capacidade de compensar lesões, a qual os cientistas cognitivos acreditam estar ligada à capacidade cerebral de criar novas conexões neurais (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). Outro exemplo é a neuroplasticidade cortical de cegos nos resultados da escrita, em que se percebeu que a zona no córtex esquerdo, que corresponde ao dedo indicador direito, utilizado para a leitura em braile, é aumentada (SPITZER, 2007). Isso evidencia que os sinais de *input* percebidos pelos receptores da ponta do dedo indicador, acabam por desenvolver mais a área cortical correspondente. Os dois exemplos citados evidenciam que a plasticidade permite a adaptação dos indivíduos em função de demandas práticas e/ou experienciais.

De acordo com Pinheiro (2007), a plasticidade cerebral permite a reorganização de padrões e sistemas sinápticos visando a atender novas capacidades comportamentais e intelectuais da criança em função do crescimento. Além disso, a autora afirma que os neurônios que estão em desenvolvimento possuem maior capacidade de adaptabilidade quando comparados às células maduras.

Em decorrência disso, conforme Relvas (2009), a plasticidade é maior em crianças do que em adultos, portanto evidenciando que atuar de maneira correta e eficaz no estímulo da plasticidade, colaboraria para o desenvolvimento do sujeito, e consequentemente facilitaria o processo de aprender.

De acordo com Blakemore e Frith (2009), perdemos células cerebrais de maneira acentuada a partir dos 40 anos de idade, o que resulta em certa lentidão progressiva e dificulta executar determinadas tarefas. Portanto, a diminuição da plasticidade no decorrer dos anos acaba por demandar maior tempo e esforço para que a aprendizagem ocorra, embora a capacidade de aprender se mantenha por toda vida (COSENZA; GUERRA, 2011).

A aprendizagem do ponto de vista da neurociência efetiva-se quando o cérebro possui a plasticidade necessária que lhe permita modificação, reorganização mediante os estímulos e adaptação (OLIVEIRA, 2014). O fazer e o desfazer das ligações entre as células nervosas, que permanece ao longo da vida, possibilita afirmar que a plasticidade é a base da aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

Já que a aprendizagem está interligada à plasticidade, é importante que os profissionais que trabalham na área educacional tenham conhecimento de como essa pode auxiliá-los na escolha de estímulos adequados aos propósitos educativos.

Dessa forma, Pinheiro (2007) reforça a importância dos professores conhecerem aspectos do desenvolvimento do sistema nervoso, de modo a escolher teorias pedagógicas que considerem os aspectos anatômicos cerebrais e os mecanismos neurofisiológicos do comportamento, de modo a possibilitar a maximização das capacidades cognitivas dos estudantes.

No contexto educativo, as estratégias pedagógicas desencadeiam a neuroplasticidade, que em conjunto com as experiências de vida dos indivíduos, modificam o cérebro de quem aprende, repercutindo em novos comportamentos, adquiridos por meio da aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

2.2.2 A Emoção: sentimentos e expressões

O estudo das emoções com o emprego de métodos neurocientíficos é uma tarefa que revela complexidade, já que as pesquisas sobre o tema são recentes e seus resultados não são tão concludentes quando comparados a pesquisas em outras áreas das faculdades mentais superiores (SPITZER, 2007). Áreas como memória, percepção, atenção e linguagem parecem ser mais consolidadas e oferecer mais respostas ao campo de pesquisa.

As emoções envolvem sentimentos como medo, raiva, amor e alegria, que algumas vezes podem ser percebidos através de expressões faciais e determinados comportamentos. Entretanto, também existe o aspecto subjetivo e algumas emoções acabam por ser manifestadas apenas quando o indivíduo expressa através da linguagem o que está sentindo.

Nossas emoções influenciam o comportamento em relação às pessoas, coisas e acontecimentos (KOLB; WHISHAW, 2002). Entretanto, definir o conceito de emoções é uma tarefa complexa, pois esses sentimentos não são tangíveis e são subjetivos, sendo mais fácil determinar como as emoções são manifestadas do que dizer o que, de fato, elas são (KOLB; WHISHAW, 2002). O que se pode afirmar é que “as emoções direcionam e sustentam seus comportamentos com relação a objetivos específicos” (GERRIG; ZIMBARDO, 2005, p. 453). Reforçando a complexidade de definir emoções, Kandel, Scharz e Jessel (1997) afirmam que ainda não há uma definição

científica precisa, pois as emoções variam e implicam em muitos processos corporais. Sendo que, coloquialmente, emoções referem-se a “sentimentos e humores e à maneira pela qual estes são expressos tanto em nosso comportamento quanto nas respostas de nossos corpos” (KANDEL; SCHARTZ; JESSEL, 1997, p. 475).

Já para os cientistas psicológicos, a emoção (afeto) refere-se a sentimentos que englobam a avaliação subjetiva, as crenças cognitivas, bem como os processos fisiológicos, e que acabam por responder a eventos ambientais (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). Os mesmos autores destacam que é importante distinguir humor e emoção, pois muitas vezes são empregados como sinônimos, sendo o **humor** os estados emocionais que influenciam tanto o pensamento quanto o comportamento. Já as emoções se manifestam em alterações fisiológicas e acabam por mobilizar recursos cognitivos, como a percepção e a atenção.

As emoções podem ser descritas ao menos por duas dimensões: intensidade (alta – baixa) e valência (boa/má; positiva/negativa) (SPITZER, 2007). Além disso, elas possuem um aspecto cognitivo e outro qualitativo-sensível, no qual podemos perceber um movimento relativo à expressão e efeito no sistema nervoso involuntário, incluindo o sistema hormonal. Em relação à valência emocional, por exemplo, um cão pode ser apenas mais um, entretanto pode desencadear uma sensação agradável, se for seu, ou provocar medo e apreensão se o percebermos como um animal perigoso.

A intensidade das reações emocionais sofre variação, alguns indivíduos relatam muitas emoções distintas todos os dias, enquanto outros, apenas poucas reações e de baixa intensidade (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

Além disso, as emoções envolvem reações periféricas perceptíveis ao observador externo, como: aumento do estado de alerta, desassossego, sudorese, lacrimejamento e mudança da expressão facial (COSENZA; GUERRA, 2011). Também, conforme os autores ocorrem modificações corporais internas, como taquicardia ou frio no estômago, sendo essas respostas fisiológicas acompanhadas de sentimento emocional, conectado ao universo afetivo, como, por exemplo, euforia ou desânimo.

Já quando estamos na posição de observador, é possível que percebamos as emoções dos demais por meio de suas expressões faciais. Conforme Gazzaniga e Heatherton (2005), as expressões faciais indicam pistas se o nosso comportamento está agradando ou se possivelmente fará com que nos rejeitem, enganem ou ataquem, sendo que tanto as emoções como as expressões emocionais fornecem informações

adaptativas. Nesse sentido, as emoções informam aos outros como as pessoas se sentem e, podem conduzi-las a responder de acordo com as necessidades e desejos do outro (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

Entretanto, emoções distintas podem ser expressas por meio das mesmas respostas periféricas, como, por exemplo, as lágrimas. Podemos chorar tanto por alegria quanto por tristeza, por isso é bom atentar às nossas emoções, pois o autoconhecimento emocional, como habilidade, pode ser aprendido e aperfeiçoado (COSENZA; GUERRA, 2011).

Muitos teóricos do tema em questão diferenciam as emoções em primárias e secundárias, abordagem conceitualmente semelhante à empregada com as cores (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). As **emoções primárias** básicas são compartilhadas pelas culturas e vinculadas a estados biológicos e físicos específicos, incluindo tristeza, felicidade, raiva, medo e nojo, possivelmente também surpresa e desprezo, sendo todas evolutivamente adaptativas. Já as **emoções secundárias** mesclam as emoções primárias e incluem remorso, submissão, culpa e antecipação (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

Conforme Gazzaniga e Heatherton (2007), os psicólogos geralmente concordam que as emoções consistem em três componentes: *experiência subjetiva*, que se refere à pergunta “O que você está sentindo?” e compreende o estado de sentimento que acompanha as emoções; *mudanças físicas*, como alterações integrantes de uma emoção, por exemplo, temperatura da pele, aumento de batimentos cardíacos ou ativação cerebral; e *avaliações cognitivas*, compreendendo as crenças e entendimentos dos indivíduos sobre por que e como se sentem.

No que compete ao contexto educativo, cabe questionar qual o papel das emoções em relação aos processos cognitivos. Brockington (2011) afirma que os resultados de estudos em neurociência sugerem a interação entre emoção e cognição, aproximando o que era visto dicotomicamente. Nessa mesma linha, Pessoa (2008) propõe que emoção e cognição estão integradas no cérebro, opondo-se a pesquisadores que as concebem como sistemas separados, pois conforme o autor, muitas vezes emoção e cognição integram-se para resultar em dado comportamento.

Damáio (2005), com base em seus estudos clínicos, propõe a teoria de que emoção e cognição coexistem e se integram e dependem uma da outra para funcionarem corretamente. Para o autor existem emoções primárias e secundárias e os sentimentos. As emoções primárias são inatas, evolutivas e partilhadas por todos, enquanto as

secundárias são sociais, resultam de aprendizagem e envolvem a associação com respostas passadas. Já os sentimentos representam a experiência das mudanças associadas às imagens mentais da situação. Portanto, Damásio (2010) define sentimento, como algo associado à experiência mental da emoção (percepção interna da emoção) e à emoção como um conjunto de reações orgânicas em resposta a determinado estímulo.

A partir dessas definições e de seus estudos, Damásio (2005) cria a hipótese dos marcadores somáticos em que conecta emoção e cognição, propondo que tais marcadores vão sendo produzidos ao longo da vida e que antes do indivíduo tomar uma decisão, inconscientemente, esses marcadores destacam as características vantajosas e eliminam as desvantajosas, aumentando a eficiência nos processos de tomada de decisão. Isso determina que as emoções estejam envolvidas em todos os processos de decisão, o que vai ao encontro do que afirmam Cosenza e Guerra (2011) sobre o papel das emoções para a escolha de comportamentos mais adequados para sobrevivência dos indivíduos.

2.2.2.1 Emoção e Aprendizagem Escolar

A linguagem emocional manifesta-se no corpo antes de ser verbalizada, portanto a postura, os comportamentos e as atitudes do professor são importantes e podem acabar por comunicar coisas diferentes das quais pretende ensinar, sendo fundamental estar atento tanto às emoções dos alunos quanto às dos professores (COSENZA; GUERRA, 2011). Portanto, em sala de aula, as emoções de todos os indivíduos que partilham daquele ambiente em prol da aprendizagem devem ser observadas e gerenciadas, de modo que não comuniquem emoções divergentes do que se deseja e, dessa forma, influencie negativamente a aprendizagem, gerando mal-estar.

Segundo Dorneles (2014), há um processo de interação entre docente e estudantes, em que as memórias, experiências emocionais e marcas do docente se relacionam com o sucesso em termos de aprendizagem dos estudantes e essa relação possibilita que um se constitua em contato com o outro, formando identidade e aprendizagens.

Muitos concordam que as pessoas são estimuladas por sentimentos, histórias e, principalmente, outras pessoas (SPITZER, 2007). Isso evidencia a importância da

interação com os outros e também com o meio, tanto como forma de captar e transmitir estímulos quanto como modo de constituição dos próprios sujeitos.

Em relação aos sentimentos, em determinadas situações, um aspecto relevante é a questão da carga emocional, seja a que provoque prazer ou bem estar, ou ansiedade ou dor, em que se acaba por associar esses sentimentos aos estímulos ou fatos que os precedem de maneira contingente, de modo que esses acabam por adquirir carga emocional desejável ou aversiva (POZO, 2002). A ansiedade, por exemplo, pode afetar os estudantes na apresentação de trabalhos, na realização de provas ou situações a que o indivíduo se exponha a ser julgado pelos outros (SILVA, 2011). Outro exemplo é quando os estudantes veem o professor carregando provas e antecipam a ansiedade frente à avaliação, ou seja, alguns estímulos inicialmente neutros acabam por associar-se implicitamente, e de maneira quase obrigatória, a fatos de relevância emocional (POZO, 2002).

No processo educacional, aprende-se a controlar as manifestações das emoções de modo a receber a aceitação social como, por exemplo, a orientação dada a uma criança para não agredir um colega que pegou seu brinquedo, mas sim dialogar de modo a resolver o impasse (COSENZA; GUERRA, 2011). Ademais, aprende-se a medir as consequências dos comportamentos sugeridos pelo nosso emocional, por exemplo, quando um adolescente é advertido de que flertar com a namorada de um colega forte pode colocar em risco seu bem-estar (COSENZA; GUERRA, 2011).

Além do controle de determinadas emoções por parte dos estudantes, tem-se a relação das emoções negativas com a aprendizagem. Uma dessas emoções é o medo que, segundo Spitzer (2007) fica fortemente gravado no nosso cérebro, bem como as vivências relacionadas a ele. O medo intenso causa resultados imediatos, mas não provoca benefícios para os processos cognitivos, além de inibir aquisições por meio da aprendizagem (SPITZER, 2007). Bear, Connors e Paradiso (2002) defendem que, por meio da socialização ou de experiências dolorosas, aprendemos a evitar certos comportamentos por medo de sermos feridos e que as memórias associadas a essas situações podem ser de rápida formação e de longa duração.

Lent (2010) expõe que as emoções negativas são mais conhecidas que as positivas, talvez por serem mais ricas em manifestações fisiológicas e decisivas na sobrevivência. O medo e a ansiedade podem beneficiar o armazenamento de novos conteúdos em curto prazo, entretanto, em longo prazo, o efeito do estresse crônico acaba por prejudicar esse armazenamento (SPITZER, 2007). Nesse sentido, tanto a ansiedade

como o estresse por longo período têm efeito contrário na aprendizagem, pois alteram e podem prejudicar a atenção (COSENZA; GUERRA, 2011).

Em relação à questão da aprendizagem educacional, Spitzer (2007) afirma que o estresse agudo, que é transmitido pelo sistema sináptico, pode contribuir para um aumento (melhoria) da aprendizagem. No entanto, o estresse crônico prejudica a aprendizagem, por ter consequências negativas na memória (SPITZER, 2007). Essa ideia também é sustentada por Fonseca (2016), ao expor que as emoções facilitam a aquisição de novas informações e conhecimentos, pois elas são parte integrante e não auxiliares do processo de aprendizagem.

Portanto, no contexto educativo, torna-se importante o planejamento de modo a mobilizar as emoções positivas, como entusiasmo e criatividade, na medida em que as emoções negativas (ansiedade, medo, apatia e frustração) devem ser evitadas para que não influenciem negativamente a aprendizagem (COSENZA; GUERRA, 2011).

O conhecimento proveniente das neurociências indica como possibilidade em relação ao ambiente escolar, que esse seja estimulante, de modo que os indivíduos sintam-se reconhecidos e que as ameaças sejam identificadas e reduzidas (COSENZA; GUERRA, 2011). Nesse sentido, para os autores, “o ideal é que o ambiente na escola seja *allegro moderato*, ou seja, estimulante e alegre, mas que permita o relaxamento e minimize a ansiedade” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 84).

É importante que se perceba que “quando aprendemos, não somos apenas sistemas cognitivos, somos também sistemas “quentes”, respondemos emocionalmente aos fatos que ocorrem ao nosso redor” (POZO, 2002, p. 173). Nisso reside a grande importância em se considerar à emoção na prática docente com intuito de aprendizagem.

Além do papel das emoções e sua relação com o contexto escolar, em que se percebe que as emoções positivas influenciam inegavelmente a aprendizagem, a atenção dedicada pelos envolvidos no processo educacional tem grande importância como fator estruturante à aprendizagem, o que será visto a seguir.

2.2.3 A Atenção: percebendo e escolhendo estímulos

A atenção é o processo que nos permite, ao interagir com o ambiente, focar em determinados aspectos, dispensando outros (COSENZA; GUERRA, 2011). Por meio dos órgãos dos sentidos, percebemos os estímulos que estão disponíveis no meio e com o refinamento dos mesmos, é possível que estímulos específicos sejam processados.

Esse processamento, muitas vezes, sofre inferências da quantidade de estímulos disponíveis. Conforme Simões (2014), desde a infância, há exposição excessiva a informações, que podem impedir que os indivíduos mantenham o foco da atenção, tanto devido à velocidade quanto à multiplicidade dessas informações.

Nesse sentido, conforme Baddeley (2011) é o interesse do indivíduo que permite a inibição de estímulos distratores, dessa forma favorecendo o processo de atenção. Isso ocorre, por exemplo, quando somos bombardeados por sons, visões, sentimentos, cheiros e mesmo assim é possível reconhecer uma risada familiar, ou seja, direcionar a atenção (KOLB; WHISHAW, 2002). Portanto, além da seleção de estímulos específicos, da inibição de distratores, a atenção permite o reconhecimento de estímulos familiares.

A teoria mais empregada para o estudo da atenção, que corrobora com o aspecto da seleção de informações chama-se Teoria do Filtro, formulada por Broadbent (1958). Essa teoria foi desenvolvida em decorrência de experimentos com audição seletiva, explicando o processo pelo qual as pessoas selecionam determinadas informações em função de sua relevância, também explicando a capacidade limitada de processamento (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

Conforme a teoria, a informação passa por uma série de estruturas, em que os estímulos são recebidos pelos sentidos e seguem para memória de curta duração, sendo que após um tempo atua o filtro da atenção. Em seguida, as informações podem ter quatro destinos: (i) possibilitar uma resposta; (ii) incorporar-se à memória de longo prazo; (iii) perder-se por não ser de interesse ou (iv) retornar para a memória de curta duração e ser reprocessada.

No contexto da discussão científica, têm-se dois significados para atenção: o primeiro como sinal de vigilância (*alerting*), sendo um processo temporal, que varia do estado vigil ao coma e o segundo como seletiva (*orienting*), um processo espacial, no

qual se filtram os estímulos que serão processados, sendo ambos os significados independentes (SPITZER, 2007).

A vigilância é utilizada para analisar o funcionamento do cérebro em relação à atenção, em que o nível determina a atividade cerebral, que varia normalmente do sono profundo ao pleno despertar e sabe-se que, em situação de sonolência ou sono, tanto o funcionamento da atenção quanto da memória ficam prejudicados (COSENZA; GUERRA, 2011).

A atenção e a memória são essenciais para a aprendizagem, pois enquanto a atenção filtra as informações do meio e as mantém sob foco, a memória de trabalho seleciona, analisa, conecta, sintetiza e resgata informações consolidadas, aprendidas da memória de longo prazo (SIQUEIRA; GURGEL-GIANNETTI, 2011). Dessa forma, o processo atencional e a memória trabalham em conjunto em prol da aprendizagem.

Ainda, em relação ao estado de vigília, Cosenza e Guerra (2011) afirmam que o estado de alerta extremo também pode causar prejuízos, tanto para a atenção, quanto para o processamento cognitivo, sendo necessário um nível de vigília adequado “para que o cérebro possa manipular a atenção, focando a consciência em diferentes modalidades sensoriais, em eventos ou objetos notáveis ou, mais ainda, em alguma característica especial que for julgada importante” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 43).

Aspectos da vigilância e da atenção seletiva também aparecem quando o foco são às particularidades do processo atencional. Spitzer (2007) afirma que quanto mais atenta uma pessoa estiver, melhor reterá conteúdos, pois na atenção estão envolvidos dois processos: o grau de vigilância e a atenção seletiva. Durante a vigilância, a atividade cerebral está voltada para estar atenta, já a atenção seletiva aumenta a ativação de zonas cerebrais que processam a informação e tratam-na de maneira preferencial (SPITZER, 2007).

Em relação às denominações do processo de atenção, Simões (2014) em uma pesquisa bibliográfica para analisar os estudos sobre atenção em periódicos brasileiros entre os anos de 1999 e 2008 produziu um quadro (**Quadro 1**) para sintetizar os tipos de atenção em relação ao mesmo mecanismo atencivo.

Quadro 1 - Tipos de Atenção.

| Tipos de atenção | Definição |
|--|---|
| vigilância (Simões, & Tiedeman, 1977; Sternberg, 2000) atenção mantida (Benczik, & Casella, 2007) atenção sustentada (Benczik, & Casella, 2007) atenção contínua (Boujon, & Quaireau, 2000) | estado de preparação para detectar e responder a determinadas mudanças no ambiente |
| sondagem (Sternberg, 2000) | procura ativa por um determinado estímulo |
| atenção seletiva (Benczik, & Casella, 2007; Boujon, & Quaireau, 2000; Matlin, 2004; Simões, & Tiedeman, 1977; Sternberg, 2000) atenção focalizada (Boujon, & Quaireau, 2000) atenção focada (Benczik, & Casella, 2007) | escolha de um estímulo em relação a outro para prestar atenção |
| atenção dividida (Benczik, & Casella, 2007; Boujon, & Quaireau, 2000; Matlin, 2004; Simões, & Tiedeman, 1977; Sternberg, 2000) | distribuição dos recursos de atenção para coordenar o desempenho em mais de uma tarefa |
| atenção conjunta (Boujon, & Quaireau, 2000) atenção compartilhada (Bosa, 2002) | ajuste do olhar em uma direção, em resposta aos deslocamentos do olhar do outro com quem interage |
| atenção alternada (Benczik, & Casella, 2007) | capacidade do indivíduo mudar o foco de atenção |

Fonte: Simões (2014, p. 324).

Além disso, a atenção pode ser classificada em relação ao tipo de processamento envolvido para realizar-se uma tarefa; classifica-se em: seletiva, sustentada, alternada e dividida. A atenção seletiva permite selecionar determinado estímulo, dentre os julgados menos relevantes e dessa forma privilegiá-lo. A atenção sustentada consiste em manter o foco da atenção em um estímulo por certo tempo e conseguir reagir de forma imediata quando se detecta um estímulo específico (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). Já na atenção alternada pode-se intercalar o foco entre um estímulo e outro, enquanto que na dividida há a distribuição de recursos atencionais entre tarefas simultâneas, durante a realização de tarefas independentes (STERNBERG, 2012). No caso da atenção dividida, alguns aspectos da informação podem ser perdidos, principalmente quando um dos canais exige maior demanda (COSENZA; GUERRA, 2011). Por exemplo, na situação de dirigir e ouvir rádio, concomitantemente, pode-se provocar um acidente se prestarmos atenção no rádio. O processo de dividir a atenção implica em que “o cérebro sempre processará melhor uma informação de cada vez” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 47).

A atenção é a resposta individual do modo como o sujeito percebe estímulos do meio no qual está inserido e também seus estímulos internos. No que concerne à natureza da atenção, partindo-se do pressuposto do limite de recursos mentais, quando há a diminuição da atenção sob a diversidade de estímulos, pode-se selecionar os que interessam (STERNBERG, 2012). O autor expõe que, ao focar-se nos estímulos que

mais interessam aos indivíduos, diminuindo o foco atencional das sensações (estímulos externos) e dos pensamentos e lembranças (estímulos internos), a atenção acentuada possibilitará melhor processamento para recordação, sendo mais provável se recordar das informações para as quais dedicou atenção, do que as que ignorou. Também, em relação a focar-se no estímulo, Pozo (2002) afirma que uma informação que nos interessa pode mudar nosso foco de atenção e direcioná-la para a mensagem que nos afeta.

É importante destacar que a atenção constitui-se de processos conscientes e inconscientes, sendo os benefícios especialmente visíveis nos processos conscientes da atenção (STERNBERG, 2012).

Particularmente, no que concerne à cognição, a atenção consciente serve a três propósitos: monitorar as interações do indivíduo no ambiente, mantendo-o consciente sobre suas adaptações; estabelecer relações entre as lembranças (passado) e as sensações (presente), o que possibilita atribuir sentido à continuidade da experiência; e contribuir para o controle e planejamento de novas ações, o que é possível integrando-se os dois primeiros itens (STERNBERG, 2012).

Algumas informações que ficam fora da consciência podem tornar-se disponíveis à consciência, correspondendo ao processamento pré-consciente, que abrange recordações armazenadas, que podem ser acessadas quando houver necessidade, como, por exemplo, quando o indivíduo é estimulado a lembrar de seu quarto, o que não faria conscientemente a não ser se estivesse cansado, a mesma coisa pode acontecer em relação às sensações (STERNBERG, 2012). Esse autor ainda expõe que muitas vezes não é fácil trazer essas informações à consciência, como quando ocorre com o fenômeno de “na ponta da língua”, em que não se consegue acessar uma informação que já está na memória.

No contexto da cognição, é inegável afirmar que a atenção exerce influência sobre a aprendizagem e requer de quem ensina muitas competências (SPITZER, 2007). Portanto, é importante que os professores a considerem no contexto educativo para que possam torná-la mais uma aliada no processo ensino/aprendizagem.

2.2.3.1 Atenção e Aprendizagem Escolar

De acordo com Pozo (2002), o sistema atencional humano tem as funções de controle, seleção e vigilância, que podem ser mais efetivas em relação à aprendizagem se os professores auxiliarem os estudantes considerando alguns princípios, a saber:

- Seleção da informação: distinguir o que é principal ou relevante do secundário, e marcar isso com sinais de destaque, também sendo útil ajudar os estudantes a realizar sua própria seleção;
- Apresentação dos materiais de aprendizagem de maneira interessante: considerar forma e conteúdo, além da motivação dos estudantes;
- Graduação da informação nova a ser aprendida: não apresentar muitas informações novas ao mesmo tempo, o que evita a sobrecarga da memória de trabalho, evitando tarefas que exijam operações e processos, sem aprendizagem prévia ao mesmo tempo;
- Automatização das operações, conhecimentos e processos: com objetivo de não consumir recursos atencionais e de maneira que possam ser realizados paralelamente com as atividades para os quais são instrumentais;
- Dosar as tarefas: evitar tarefas muito longas ou complexas de modo a não esgotar os recursos atencionais dos estudantes;
- Diversificação das tarefas de aprendizagem: evitar a monotonia utilizando a combinação de alternativas didáticas de modo estratégico.

A utilização desses princípios na prática docente considera a importância do sistema atencional humano para o processo de aprendizagem, subsidiando a prática docente de modo a auxiliar os estudantes. Os princípios relacionam-se tanto a aspectos da informação em si, quando destacam o processo de seleção, a maneira de apresentar esses materiais e a extensão ou complexidade das tarefas, quanto remetem à relação dessa com o sujeito, ao considerar o papel ativo do estudante na própria seleção das informações, a motivação, a disponibilidade de recursos atencionais, bem como a maneira como o estudante reage, considerando aspectos que evitem a monotonia.

No que concerne à aprendizagem, sabe-se que o cérebro sempre está preparado para aprender estímulos que forem significantes e conseqüentemente as lições que

possam decorrer (COSENZA; GUERRA, 2011). Isso é um desafio no ambiente escolar e pode-se dizer:

que o cérebro tem uma motivação intrínseca para aprender, mas só está disposto a fazê-lo para aquilo que reconheça como significativo. Portanto, a maneira primordial de capturar a atenção é apresentar o conteúdo a ser estudado de maneira que os alunos o reconheçam como importante (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 48).

Conforme esses autores, o que terá maior possibilidade de ser significativo é o que tem ligação com o que já se conhece, com o que atende às expectativas ou é estimulante e agradável.

Quanto às metodologias utilizadas na prática docente e sua relação com o processo atencional, Cosenza e Guerra (2011) defendem que exposições muito extensas, possivelmente não serão capazes de manter o foco atencional ao longo do tempo, indicando a divisão delas em intervalos, sugerindo pausas para descanso, estratégias como o humor para relaxar, ou a divisão do tempo em diferentes estratégias pedagógicas, ou módulos, procurando com que o foco atencional seja conduzido para aspectos específicos do conteúdo.

Nesse sentido, Pozo (2002) corrobora ao reforçar que a utilização de tarefas e situações de aprendizagem diversificadas contribui tanto para manutenção da atenção dos estudantes, como para ativar os processos de recuperação e transferência do aprendido.

Portanto, a escolha das estratégias pedagógicas adequadas coopera para o foco atencional, contribuindo com a aprendizagem e para a recuperação e transferência do que foi aprendido, evidenciando a importância da escolha docente de tais estratégias.

Também, é importante que ao apresentar algo aos estudantes “se tudo o que se apresenta é novo, ou parece, porque os alunos não o reconhecem como já aprendido, não há energia cognitiva suficiente para processá-lo direito e a aprendizagem será bastante pobre” (POZO, 2002, p. 149).

Outro aspecto a ser considerado é o ambiente, em que os elementos distraidores devem ser minimizados e a flexibilização dos recursos didáticos (uso da voz, postura, humor e música) podem ser essenciais, principalmente para estudantes de menor idade (COSENZA; GUERRA, 2011).

Assim como a novidade e o contraste capturam a atenção (COSENZA; GUERRA, 2011), em contrapartida, os maiores inimigos da atenção são o tédio, a rotina e a conversa fiada (POZO, 2002).

Ademais, os recursos cognitivos são limitados em cada instante do processamento e também através do tempo, ou seja, se a atenção, durante um tempo contínuo for acelerada e forçada, os recursos esgotam-se e culmina-se a fadiga, que acaba por impedir novos esforços cognitivos por um tempo (POZO, 2002). Esse autor também afirma que as crianças têm menor capacidade de manter a atenção, sugerindo tarefas curtas e variações com maior frequência. Já para os adultos, também é relevante a diversificação de tarefas, a graduação de novas aprendizagens, a oportunidade para estabelecer próprio ritmo de aprendizagem, além do envolvimento mediante a realização das tarefas.

Ao considerar o aspecto de que existe uma limitação de recursos cognitivos disponíveis na memória de trabalho, isso indica a necessidade de que para a aprendizagem, eles sejam utilizados ou dirigidos para as características relevantes do material, posto que muitas vezes os estudantes concentram o foco atencional no que não é relevante (POZO, 2002).

Além da importância da atenção para a aprendizagem, é necessário que o estudante esteja motivado para aprender. A seguir, compreender-se-á melhor mais um dos auxiliares da aprendizagem: a motivação.

2.2.4 A Motivação: necessidades e aspirações

A motivação é um tema em evidência quando se pensa em qualquer atividade humana. Ela está relacionada ao desenvolvimento do indivíduo e revela suas necessidades e aspirações, sendo o motivo que leva à realização de algo e à persistência, mesmo diante de adversidades, o que predispõe ao resultado almejado.

A motivação, no contexto escolar, particularmente, quando se relaciona à aprendizagem, depende dos indivíduos envolvidos diretamente nesse processo em sala de aula, ou seja, professores, estudantes e suas inter-relações. Da mesma forma, são importantes os motivos internos e externos de cada sujeito.

Para a compreensão da motivação escolar, é importante entender sua definição, bem como sua classificação em motivação intrínseca e extrínseca, além da forma que a motivação pode influenciar a aprendizagem no contexto escolar.

Conforme Kolb e Whishaw (2002), motivação é um termo utilizado para descrever o que parece ser o propósito implícito de um comportamento, não sendo possível, assim como o impulso, apontar no cérebro, mas inferir sobre porque alguém manifesta determinado comportamento.

Para esses autores, o comportamento humano é motivado ou possui um propósito, sendo que os comportamentos pertencem a duas classes: (i) **comportamentos regulatórios**, que são regulados por mecanismos homeostáticos, cujo objetivo é manter as funções corporais, regulando a amplitude das variações, por exemplo, a manutenção da temperatura corporal, o equilíbrio hídrico e de nutrientes e o nível de açúcar sérico, sendo que todos esses mecanismos homeostáticos incluem a ação do hipotálamo, e (ii) **comportamentos não-regulatórios**, que não estão relacionados a mecanismos homeostáticos, mas envolvem tudo o que fazemos, por exemplo, relações sexuais, cuidados maternos e atividades impulsionadas pela curiosidade. Em parte, muitos desses comportamentos são controlados parcialmente por estímulos externos, que desempenham o papel de incentivo (KOLB; WHISHAW, 2002).

Já para Bzuneck (2009, p. 9), “a motivação, ou o motivo, é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar de curso”. O autor relata a compreensão de motivação ora como um conjunto de fatores psicológicos, ora como processo, sendo que existe um consenso dos autores quanto à dinâmica desses fatores ou do processo em relação a qualquer atividade humana: eles conduzem a uma escolha, instigam e conduzem o início de um comportamento orientado a um objetivo, como por exemplo, prestar atenção.

A motivação humana possui bases intencionais, relacionadas à cognição e bases fisiológicas, compreendidas como os reguladores do comportamento (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). Esses autores expõem que os psicólogos fisiológicos investigam *motivos reguladores* em não humanos, enquanto que os psicólogos sociais, da personalidade e cognitivos estudam os *motivos intencionais*, procurando compreender como as pessoas buscam satisfazer objetivos de vida, bem como controlar seu comportamento e o dos outros. Para compreender a motivação humana, é necessário analisar as bases cognitivas (intencionais) e as fisiológicas (reguladoras) do comportamento (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

Em síntese, podemos considerar a motivação como um processo ou conjunto de fatores psicológicos que levam o indivíduo a ter determinadas atitudes ou realizar esforço para expressar comportamento orientado para um dado objetivo.

De acordo com Gazzaniga e Heartherton (2007), os psicólogos classificam a motivação de acordo com as razões para a execução de determinada atividade em duas categorias: motivação intrínseca e motivação extrínseca.

2.2.4.1 Motivação Intrínseca e Motivação Extrínseca

A **motivação intrínseca** pode ser entendida como a escolha e realização de dada “atividade por sua própria causa, por esta ser interessante, atraente ou, de alguma forma geradora de satisfação” (GUIMARÃES, 2009, p. 37). Conforme a autora, o interesse e comprometimento na realização da atividade tem um componente espontâneo, relacionado ao interesse individual, e também se refere à atividade ser um fim em si mesmo. Desse modo, a participação na tarefa é a principal recompensa, não sendo necessárias pressões externas, internas ou prêmios por seu cumprimento.

Conforme Gazzaniga e Heartherton (2007, p. 287), a motivação intrínseca relaciona-se ao “valor ou prazer que está associado à atividade, mas não tem nenhum propósito ou objetivo biológico aparente”. A razão para o esforço na motivação intrínseca está no que se aprende, portanto a meta ou motivo não têm por objetivo receber algo em troca da aprendizagem (POZO, 2002).

As investigações sobre motivação têm tido foco preferencial em fatores relacionados à motivação intrínseca, o que resulta em uma definição de **motivação extrínseca** menos elaborada, sendo essa a motivação para executar determinada tarefa ou atividade, como resposta a um estímulo externo, a exemplo de recompensas sociais ou materiais, com o intuito de satisfazer comandos ou pressões de outros indivíduos ou expressar competências ou habilidades (GUIMARÃES, 2009).

A motivação extrínseca “ênfatisa os objetivos externos para os quais a atividade está sendo dirigida, tal como redução do impulso ou recompensa” (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007, p. 287). O motivo para aprender na motivação extrínseca está fora do que se aprende, o que importa não é a atividade de aprender, mas suas consequências, como por exemplo, quando o aluno quer conseguir uma bicicleta como prêmio ao seu rendimento escolar (POZO, 2002).

As pesquisas realizadas sobre motivação intrínseca e extrínseca se constituem como possibilidades e tentativas para compreender o envolvimento dos indivíduos nas diferentes atividades. Nesse sentido, Tapia e Fita (2004) afirmam que o estudo da motivação fundamenta-se em analisar os fatores que impulsionam as pessoas a empreender determinadas ações com finalidade de alcançar objetivos.

2.2.4.2 Motivação e Aprendizagem Escolar

Cosenza e Guerra (2011) tratam como um importante objetivo da educação a aquisição de novos comportamentos, que assim como a motivação dependem de processos acontecem no cérebro do aprendiz.

No ambiente escolar, particularizando a relação de motivação e aprendizagem, acaba por interessar, em relação ao propósito, os comportamentos não-regulatórios, não desconsiderando a importância dos comportamentos-regulatórios para a manutenção da saúde fisiológica do indivíduo.

Já em relação ao motivo para desempenhar algo, tanto a motivação intrínseca quanto a extrínseca são de extrema importância. A questão não está em determinar onde está o estímulo ou recompensa para que o estudante realize determinada atividade e conseqüentemente possa construir sua aprendizagem, mas no fato de que se não existe esse motivo, o desenvolvimento da aprendizagem pode ser prejudicado.

Conforme Spitzer (2007, p.174) "as pessoas, por natureza, estão motivadas, não podem fazer de outra forma, pois de fato têm um sistema muito eficaz incorporado no cérebro". Esse sistema corresponde ao sistema dopaminérgico, relacionado ao processo de recompensa por meio da dopamina.

Para uma ótima aprendizagem, não é significativo o valor absoluto da recompensa, mas o fator de ser inesperado: quando o organismo tem certa expectativa e o resultado do comportamento supera essa expectativa, existe aprendizagem (SPITZER, 2007).

No contexto educativo, para a realização de atividades em sala de aula, o estudante deve estar motivado, para que possa executá-las e manter a persistência, o que é diferente quando comparado com outras atividades que também são dependentes de motivação, como, por exemplo, lazer e esporte (BZUNECK, 2009). Para esse autor, as tarefas escolares são de natureza cognitiva, envolvendo concentração e atenção, processamento, integração e elaboração da informação, resolução de problemas e

raciocínio. Nesse sentido, percebe-se que o ambiente escolar pelo esforço cognitivo indispensável durante as atividades acaba por exigir do estudante motivação para que a aprendizagem possa ser construída.

O envolvimento com as tarefas pertinentes ao processo de aprendizagem por parte do estudante implica em ele ter escolhido o curso de ação, dentre outros possíveis para aplicar esforço e persistir na tarefa (BZUNECK, 2009). O estudante motivado envolve-se ativamente no processo de aprendizagem, mantendo-se engajando e persistente nas tarefas desafiadoras, empregando esforços e estratégias adequadas para desenvolver novas habilidades de compreensão e de domínio. Demonstra-se entusiasmado na realização das tarefas e orgulha-se de seus desempenhos, podendo superar as previsões baseadas em seus conhecimentos prévios ou habilidades (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004).

Conforme Bzuneck (2009), nos enfoques tradicionais da motivação humana, a eficácia em relação ao desempenho assume a forma de um U invertido: tem-se melhor performance quando a motivação estiver em nível médio e a mesma diminuirá quando a motivação estiver mais baixa ou mais alta. Essa lei varia de acordo com o tipo de tarefa. Em tarefas mais simples, a performance será melhor com níveis elevados de despertar ou impulso, como por exemplo o ato de arrombar uma porta. Enquanto isso, em tarefas mais complexas, como nas escolares, a motivação excessivamente elevada resulta rapidamente em fadiga, o que é contraproducente. Além disso, surge a emoção negativa da alta ansiedade, com a preocupação prejudicando o raciocínio e a recuperação da memória, afetando tanto o desempenho quanto à aprendizagem.

Em relação à aprendizagem, destaca-se o papel do professor como instrumento didático, no qual não são os recursos utilizados por esse que importam, mas o entusiasmo pela área de atuação, elogios ocasionais aos alunos e também um pouco de afeto, que possibilitará pôr o sistema de recompensa dos alunos em marcha (SPITZER, 2007).

Ainda em relação ao papel do professor, não existe dúvida de que o estilo motivacional do docente influencia a orientação motivacional dos estudantes, interferindo no desempenho escolar, nas emoções e na motivação dos estudantes em relação à escola (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004).

Somando-se a isso, como afirmam Tapia e Fita (2004, p.88):

Se um professor não está motivado, se não exerce de forma satisfatória sua profissão, é muito difícil que seja capaz de comunicar a seus alunos entusiasmo, interesse pelas tarefas escolares; é, definitivamente, muito difícil que seja capaz de motivá-los.

Como a motivação é fundamental ao ato de aprender, surge o problema de considerar a desmotivação dos estudantes frente às tarefas de aprendizagem escolares. Nesse sentido, Bzuneck (2009) afirma que a educação tem papel duplo: remediar os problemas de motivação de certos estudantes e manter e otimizar a motivação em aprender de todos, destacando o papel dos professores e da escola nessa empreitada.

Muitos estudantes vão motivados para escola, com o objetivo de encontrar a sua turma, comer a merenda ou praticar esportes, sendo que a apatia começa ao entrarem em sala de aula ou ao levarem tarefas para casa (BZUNECK, 2009). O mesmo autor afirma que também existem aqueles motivados por razões errôneas, que têm pressa ao realizar as tarefas com o intuito de entregar logo, mesmo com baixa qualidade, manifestando menor envolvimento com a aprendizagem.

Bzuneck (2009) expõe que mesmo sendo tolerável que um estudante, ocasionalmente, tenha sua motivação diminuída ou extinta, o que preocupa é a frequência ou persistência dessa condição.

Em relação à mudança da desmotivação à motivação, Guimarães e Boruchovitch (2004) afirmam que o estudante pode passar da desmotivação à motivação extrínseca e alcançar a motivação intrínseca. O estudante motivado intrinsecamente tem alta concentração, de maneira que não vê o tempo passar; realizando as tarefas sem esperar necessariamente algum tipo de premiação e ao permite-se superar desafios está pronto para novos, de forma a ampliar as chances de alcançar outros níveis de habilidades (GUIMARÃES, 2004).

2.2.5 A Memória: vou lembrar ou já vi isso antes

A memória é uma construção individual que permite que informações e experiências vividas sejam armazenadas, por um curto ou longo período, dependendo da necessidade do indivíduo, do tipo de informação e finalidade de tal. Enquanto mecanismo, a memória, como afirmam Gazzaniga e Heatherton (2007, p. 216), consiste

na “capacidade do sistema nervoso de adquirir e reter habilidades e conhecimentos utilizáveis, permitindo que os organismos se beneficiem da experiência”. Essa capacidade de retenção proporcionada pela memória permite que experiências anteriores ajudem o indivíduo a avaliar as demandas diárias, bem como ressignificá-las para uma próxima oportunidade.

Izquierdo (2002) complementa a definição de memória afirmando que além do potencial de aquisição e conservação, essa possui as funções de formação e evocação de informações. Portanto, a memória além de armazenar conhecimentos e habilidades, possibilita que esses sejam utilizados por meio da evocação. O processo de aquisição também é denominado aprendizagem, pois só é gravado o que foi aprendido. Já a evocação abrange lembrança, recordação, recuperação, pois só é lembrado o que foi gravado, aprendido (IZQUIERDO, 2002).

Nossas lembranças, muitas vezes, são incompletas, tendenciosas e distorcidas, sendo a memória uma história que pode ser sutilmente alterada por relatos e novos relatos (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). Esse potencial de reconstrução permite que as informações armazenadas sejam enriquecidas e complementadas por meio de novas experiências e também pelo processo de evocação voluntário, em que o indivíduo destina determinado tempo para recordar ou tentar recordar algo vivido e acaba completando lacunas ou suprimindo determinados traços de memória.

Conforme Kolb e Whishaw (2002), enquanto o aprendizado representa uma alteração permanente no comportamento, a memória corresponde à habilidade de reconhecer ou recordar experiências vividas, ou seja, implica na representação mental dessas. Desta forma, os conhecimentos sobre o processo de aprendizado e sobre a formação de memórias são deduzidos por meio de alterações no comportamento, e não observáveis diretamente (KOLB; WHISHAW, 2002).

As nossas memórias acabam nos constituindo como sujeitos. Cada indivíduo é o que é, por possuir lembranças de coisas próprias e exclusivas, que fazem com que cada um seja único, porque é constituído por memórias provenientes de experiências particulares (IZQUIERDO, 2002). As informações selecionadas do meio ao qual está exposto e as vivências e experiências serão armazenadas em sua memória. O nível de detalhamento de tal experiência dependerá da significância atribuída a ela pelo ser, portanto, processos como atenção e emoção também estão envolvidos no processamento de memórias.

A personalidade ou forma de ser de cada um é determinada pelo conjunto de memórias, por exemplo, quando um ser é criado num ambiente com medo, será mais introvertido, cuidadoso, lutador ou ressentido (IZQUIERDO, 2002). Ou seja, o conjunto de experiências vivenciadas pelo indivíduo acaba determinando seus comportamentos futuros em resposta ao meio.

Nesse sentido, temos que a memória está vinculada às experiências que os sujeitos vivenciam ao longo de sua história. Assim, torna-se importante saber como essas experiências transformam-se em memórias efetivas e são armazenadas para serem utilizadas de modo que esse sujeito possa fazer uso em outros contextos. É importante destacar, como defendem Turcatto e Stein (2014), que o cérebro pode ser caracterizado como um sistema dinâmico, não estático e nem fragmentado, que interage constantemente com os demais sistemas e que se destaca por sua complexidade em armazenar informações.

O processo de formação de memórias é complexo e exige cada vez mais estudos. No entanto, o que se sabe até o momento é que a transformação das informações e experiências em memórias está relacionada conforme a sua função, processamento e o seu conteúdo.

Em relação à função, a memória de trabalho mantém a informação na linha para solução de problemas, raciocínio e compreensão (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007). Esse tipo de memória diferencia-se das demais, pois “não deixa traços e não produz arquivos” (IZQUIERDO, 2002, p. 19), ou seja, as informações estão disponíveis na consciência por pouco tempo, de acordo com a necessidade, para utilização e depois são esquecidas.

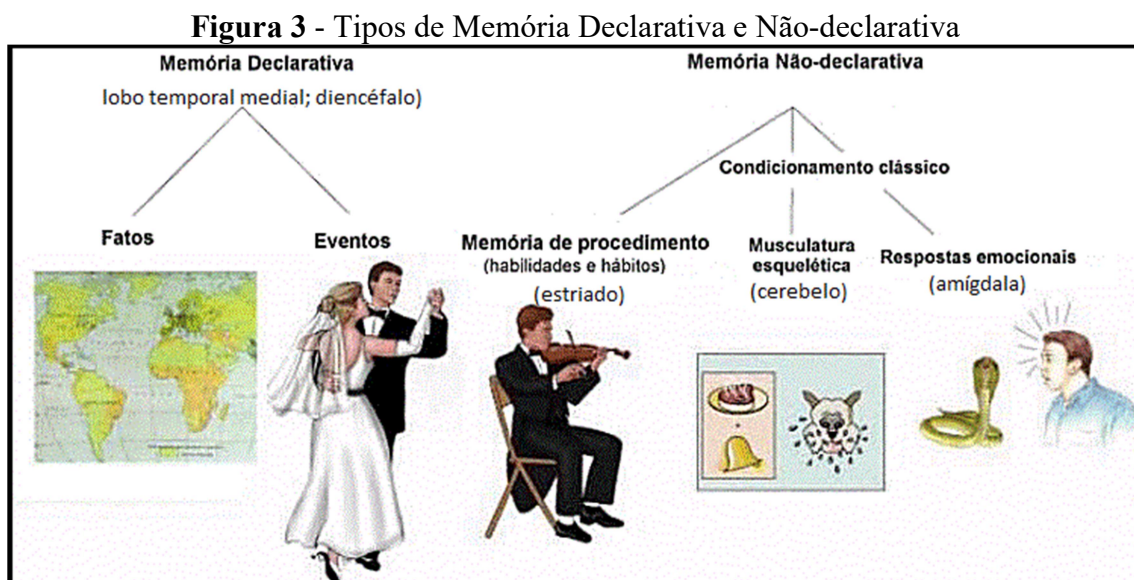
Em um estudo de revisão sobre memória de trabalho e seus prejuízos mais relevantes no aprendizado escolar, Ueharal e Landeira-Fernandez (2010) afirmam que prejuízos no funcionamento da memória de trabalho ocasionam problemas de leitura, ortografia e baixo desempenho em cálculos matemáticos, pois ela é crucial a cognição, relacionando-se a compreensão da linguagem, aprendizagem e raciocínio.

Piper (2014) em um estudo de caráter bibliográfico com foco na relação entre memória de trabalho e aprendizagem, concluiu que é fundamental o bom funcionamento da memória de trabalho para um aprendizado eficaz, pois se houver algum problema, esse pode ocasionar prejuízos na realização de tarefas cognitivas.

Gazzaniga e Heatherton (2007) ao abordarem a memória em uma perspectiva de processamento da informação, a dividem em um sistema de memória composto por 3

estágios, que estão relacionados ao tempo: (i) memória sensorial: caracteriza-se pela brevidade, pois o traço deixado pelas informações sensoriais no sistema nervoso é de segundos e logo desaparece; (ii) memória de curto prazo: mantém disponível uma quantidade limitada de informação por tempo não superior a 20 segundos, o que pode ser mantido por tempo maior se ativamente o indivíduo repetir a informação ou ficar pensando sobre ela; (iii) memória de longo prazo: armazena de maneira relativamente permanente as informações, possibilitando as lembranças. Esse sistema de três estágios é conhecido como modelo modal de memória e ainda permanece como um sistema amplamente utilizado, principalmente para introdução de ideais sobre o sistema de memória, embora existam cientistas psicológicos que defendam a existência de múltiplos sistemas de memória (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

Já em relação ao conteúdo, as memórias podem ser divididas em implícita ou explícita. Conforme Kolb e Wishaw (2002), a diferença entre ambas é apenas uma maneira que os psicólogos categorizam diferentes processos de memória. Muitos pesquisadores preferem distinguir em memória declarativa, relacionada a conteúdos específicos de dadas experiências e memória processual, que é a que se refere à lembrança de como fazer algo (KOLB; WHISHAW, 2002, p. 496). Na **Figura 3** exemplificam-se os tipos de memória declarativa e não declarativa.



Fonte: Bear; Connors e Paradiso (2011, p. 741).

As memórias implícitas ou não declarativas (KOLB; WHISHAW, 2002; BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002; GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007) envolvem

associações e habilidades adquiridas ou evocadas em um nível inconsciente, por exemplo, habilidades motoras e hábitos comportamentais. Dessa forma, esse tipo de memória não exige a verbalização e consiste na memória de procedimentos e habilidades que se manifestam pela necessidade gerada pelo meio.

Já as memórias explícitas ou declarativas (KOLB; WHISHAW, 2002; BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002; GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007) envolvem o pensamento consciente, podendo ser expressas mediante linguagem, possibilitando evocar e relatar fatos e eventos. Portanto, esse tipo de memória está associado ao que é possível manifestar por meio da palavra.

2.2.5.1 Memória e Aprendizagem Escolar

A memória tem relação importante com o processo de aprendizagem, pois é indispensável para toda atividade mental: serve para o processamento dos dados e também para reserva de informação (FRANCO, 2010).

Pozo (2002) expõe que existem dois processos para recuperarmos as aprendizagens: evocação e reconhecimento. Por exemplo, um estímulo nos faz recuperar a representação adquirida, enquanto que ao evocar uma informação tentamos lembrar, sendo “mais fácil recuperar um conhecimento por reconhecimento do que por evocação (também chamada lembrança)” (POZO, 2002, p. 152).

O melhor modo de auxiliar um estudante na recuperação de uma informação “é planejar o contexto de aprendizagem dessa informação com o fim explícito de facilitar sua recuperação” (POZO, 2002, p. 153), destacando-se, nesse sentido, o papel do professor, na escolha de metodologias e criação de um contexto, de modo a proporcionar essa recordação.

Ainda, de acordo com Pozo (2002, p. 153) em relação à recuperação de memórias:

quanto mais indícios que estiveram presente durante uma aprendizagem, estejam presentes também na recuperação, mais provável será esta, já que se aproximará mais de uma situação de reconhecimento do que de uma tarefa de evocação. Pode-se afirmar que quanto mais se assemelhem o contexto de aprendizagem e o de recuperação mais fácil será recuperar o aprendido.

Ou seja, quanto mais indícios ou pistas forem percebidos pelo indivíduo após a consolidação da memória, mais fácil será o processo de recordação. Assim como afirma

o autor, a semelhança do contexto de aprendizagem do contexto em que se está exige tal informação e favorece a sua recuperação.

Em termos de facilitar o processo de memorização, a emoção faz com que os indivíduos abandonem detalhes periféricos e estreitam o foco de memória, sendo que a emoção moderada facilita o processo de codificação, enquanto os níveis extremos prejudicam (SOUSA; SALGADO, 2015). Dessa forma, percebe-se a importância do processo de emoção para formação de memórias, bem como do processo atencional, demonstrando o funcionamento conjunto desses processos para que se tenha um bom resultado em termos de memória e aprendizagem.

No que se refere tanto a memória quanto a aprendizado, é importante destacar que a experiência pode alterar todo sistema nervoso, mas que cada uma delas altera partes distintas e não há um local específico no cérebro que possa ser definido como o local de ambos os processos (KOLB; WHISHAW, 2002). O que se sabe é que, quando aprendemos informações diferentes, há alterações nas sinapses dos sistemas relacionados à memória, que resultam em nossas memórias das experiências (KOLB; WHISHAW, 2002).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados na investigação, definindo-se a abordagem da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, os procedimentos para análise dos mesmos e caracterização das fontes eletrônicas de procedência dos dados.

3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA INVESTIGAÇÃO

Essa investigação caracteriza-se pela abordagem qualitativa, utilizando mais especificamente a metanálise qualitativa. Também estão presentes informações quantitativas para a visualização da extensão dos estudos escolhidos, bem como sua distribuição temporal. Entretanto, essa apresentação numérica não caracterizará um viés de análise quantitativo, pois não foram empregados métodos estatísticos de análise, já que o foco não é a quantificação. Esses dados sistematizados serviram como suporte para descrição e análise qualitativa.

Conforme Denzin e Lincoln (2006), a palavra *qualitativa* enfatiza as qualidades das entidades, os processos e os significados que não são mensurados ou explorados em termos de quantidades, volumes, frequências ou intensidades. Os pesquisadores qualitativos ao utilizarem-se desse tipo de abordagem “enfatizam a natureza repleta de valores da investigação” (DENZIN; LINCOLN, 2006, p. 23).

A investigação qualitativa realça o conjunto dos dados, ressaltando a descrição interpretativa ou até mesmo perceptiva, levando em conta a bagagem do pesquisador, ao invés de procurar apoiar-se na quantificação ou em análises estatísticas dos dados.

Nesse sentido, Lüdke e André (1986) afirmam que as análises qualitativas caracterizam-se por serem essencialmente descritivas. Avançando do aspecto descritivo, as análises qualitativas também se caracterizam pela forma como os dados são interpretados, exigindo um posicionamento por parte do pesquisador. Nesse contexto, a pesquisa qualitativa não permite que seus resultados sejam generalizados (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Isso se justifica em Stake (2011, p. 25), quando afirma que uma das características especiais do estudo qualitativo é ser situacional, pois “cada local e momento possui características específicas que se opõem à generalização”.

Outra característica da pesquisa qualitativa é sua flexibilidade, o que encoraja alguns pesquisadores à inovação, enquanto outros podem criticá-la, significando-a como

falta de estrutura (SILVERMAN, 2009). Essa flexibilidade possibilita determinado ir e vir na coleta, na interpretação dos dados e na escolha de instrumentos para a pesquisa, pois não existe uma definição fixa *a priori* de situações, mas sim, um caminho metodológico que vai se construindo conforme se tem contato com o objeto de investigação, recolhendo e interpretando os dados, permitindo uma maior adequação no desenvolvimento do estudo. Já em relação aos aspectos essenciais da pesquisa qualitativa encontra-se a reflexividade do pesquisador e da pesquisa, na qual a subjetividade do pesquisador faz parte do processo e as reflexões dos pesquisadores “tornam-se dados em si mesmos, constituindo parte da interpretação” (FLICK, 2009, p. 25).

Bogdan e Biklen (2010) expõem cinco características de uma abordagem com ênfase qualitativa: (i) a fonte dos dados é o ambiente natural, sendo o pesquisar o instrumento principal; (ii) a investigação é descritiva, pois na recolha dos dados esses não são reduzidos a símbolos numéricos, sendo nesse caso palavras, procurando-se analisar toda a riqueza; (iii) o processo interessa mais do que simplesmente o resultado ou produto, (iv) há uma tendência de analisar os dados de forma indutiva, pois a coleta de dados não visa “confirmar ou infirmar hipóteses construídas previamente” (BOGDAN; BIKLEN, 2010, p. 50) e (v) o significado tem importância vital, onde evidencia-se preocupação com a perspectiva dos participantes. Para esses autores, a investigação de caráter qualitativo não necessariamente abrange essas cinco características, já que remetem, preferencialmente, a uma questão de grau.

Considerando as características da pesquisa qualitativa propostas por Bogdan e Biklen (2010) a presente investigação, por ser uma metanálise qualitativa, contemplará as características relativas: (ii) a descrição, (iii) ao processo ter maior relevância do que o resultado ou produto e (iv) a tendência de analisar os dados de forma indutiva. Nessa pesquisa não se enquadra o (i) ambiente natural como fonte de coleta de dados, pois se entende que os dados provêm de resultados publicados de pesquisas, nas quais, possivelmente, as de natureza qualitativa, possibilitaram ao pesquisador contato com o ambiente natural. Essa investigação também não vai considerar a (v) perspectiva dos participantes diretamente, mas, provavelmente, seja possível distinguir essa visão por meio do relato elaborado pelos pesquisadores em suas descrições.

Deste modo, a escolha primordial por uma pesquisa de natureza qualitativa decorreu do interesse focado na complexidade, descrição e compreensão do processo, mais do que nos seus resultados ou produtos.

Por meio da abordagem qualitativa foram investigadas as implicações dos resultados de pesquisas com interface entre neurociência e educação procurando significações para o contexto educativo, mais especificamente para a prática docente. Buscou-se responder de que maneira os resultados de pesquisas da neurociência e educação podem ser integrados a prática docente visando à aprendizagem dos estudantes.

3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Essa investigação é do tipo metanálise qualitativa e tem o propósito de organizar, sintetizar e comparar resultados publicados de pesquisas que serão tratados por meio de Análise Textual Discursiva (ATD).

Justifica-se a escolha da ATD como método de análise por ela possuir etapas definidas que, após a constituição do *corpus* de análise, abrangem a desmontagem dos textos em unidades de sentido, categorizando-as de acordo com as relações dessas unidades. A escrita de textos a partir da percepção do pesquisador, impregnado com as ideias contidas nestas categorias constituirão os metatextos, estes com o objetivo de alcançar algo novo, em direção a uma nova compreensão desse todo. A ATD possibilita ao pesquisador impregnação com o material de estudo, permitindo não somente aproximar, distanciar ou agrupar os resultados encontrados nos trabalhos, mas aprofundar a análise para construção de novas compreensões, o que evidencia sua importância como método de análise para a pesquisa qualitativa. A Análise Textual Discursiva promove, em seu contexto, situações de aprendizagem para o próprio pesquisador.

Além dos dados extraídos dos estudos selecionados, se utilizarão as notas de campo, tanto como instrumento para constituição do *corpus* de análise durante a coleta, como para subsídio para análise dos dados. Essas notas de campo têm por finalidade registrar *insights*¹ do pesquisador, bem como demarcar dificuldades e ressaltar necessidade de aprofundamentos para uma melhor compreensão.

A seguir, descrevem-se os instrumentos de coleta e análise de dados, iniciando-se pela metanálise, particularizando a metanálise qualitativa, seguida da Análise Textual Discursiva e para finalizar as Notas de Campo.

¹ Pensamentos, percepções, idéias e questionamentos advindos da impregnação com o material, em qualquer fase da pesquisa, que podem colaborar para replanejar, aprofundar e analisar os dados da tese.

3.2.1 A Metanálise

O termo metanálise² foi proposto por Gene Glass (1976) em um artigo da revista *Educational Research* intitulado *Primary, secondary and meta-analysis of research*. Nesse artigo, o autor definiu *análise primária* como a análise dos dados originais da pesquisa, *análise secundária* como uma nova análise dos dados com intuito de melhorar as técnicas estatísticas utilizadas, ou responder novas perguntas com os dados, enquanto que a *metanálise* corresponde ao método de análise das análises, embora, para Glass, haja predomínio de um perfil quantitativo. As ideias de Glass (1976) podem ser transpostas para análises de perfil qualitativo. Dessa forma, percebe-se que esse autor expõe como objetivo da metanálise integrar resultados de um conjunto de estudos individuais e a justifica pela expansão da quantidade de estudos disponíveis.

Essa integração de resultados de pesquisas propõe-se a “realizar uma avaliação crítica das mesmas e/ou produzir novos resultados ou sínteses a partir do confronto desses estudos, transcendendo aqueles anteriormente obtidos” (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 103), na qual o pesquisador assume um novo enfoque ao agrupar resultados e conclusões alheias (PINTO, 2013). Esse novo enfoque permite olhar para os resultados dos estudos, de forma a tentar significá-los em conjunto, o que justifica a importância e o potencial da metanálise como método de análise de dados qualitativos.

O caráter quantitativo desse tipo de pesquisa parecia não atrair muito pesquisadores da área de Ciências Humanas, como cita Pinto (2013) referindo-se a área das Linguagens e Cardoso (2007) expondo o contexto dos investigadores portugueses da área de Educação. Nesse sentido, Cardoso (2007) justifica que, por vezes, os métodos quantitativos são difíceis de serem conciliados no contexto de investigação educativa e, também, podem não captar a natureza complexa e mutável dos objetos de análise.

Entretanto, o uso da metanálise está sendo inovado, avançando da descrição para a explicação, através da incorporação de dados qualitativos, sendo esses advindos de técnicas narrativas, interpretativas ou descritivas, pois se acredita que esses podem

² Durante a revisão bibliográfica sobre metanálise encontrou-se essa palavra tanto escrita com hífen, *meta-análise*, (GLASS, 1976; CARDOSO, 2007, PASSOS, 2006) quanto como *metanálise*, sem hífen (FIORENTINI; LORENZATO, 2006; PINTO, 2013; LIMA et al. 2014). Todavia, autores de língua portuguesa têm dado preferência pela utilização do termo *metanálise* (PASSOS, 2006). Nessa tese optou-se pela grafia *metanálise*.

reforçar a metanálise, sendo que esse avanço da perspectiva quantitativa, para uma perspectiva heterogênea, quantitativa e qualitativa, atende à preocupação de assegurar que a metanálise não perca seu significado substantivo (CARDOSO, 2007). É esse avanço que justifica o emprego da metanálise como escolha metodológica para organização dos dados neste projeto de tese.

Nesse contexto de avanço da perspectiva clássica da metanálise, especialmente quantitativa, surge a metanálise qualitativa, que acaba por valorizar aspectos mais descritivos, explorando as significações do conjunto de dados, estando exposta a seguir.

3.2.1.1 *A Metanálise Qualitativa*

Superando o enfoque quantitativo originalmente atribuído à metanálise, Stern e Harris (1985) foram os pioneiros a utilizarem a expressão *metanálise qualitativa* para referirem-se à fusão de um conjunto de estudos qualitativos na área de enfermagem. A vertente qualitativa da metanálise nas Ciências Sociais e Humanas e Sociais utiliza categorias preestabelecidas e orienta-se pela possibilidade de visualizar o impacto dos estudos realizados em relação à questão investigada, ampliando dessa forma, as evidências, as constatações e as suas aplicabilidades (GONÇALVES; NASCIMENTO; NASCIMENTO, 2015).

Ao realizar uma metanálise qualitativa “procura-se identificar, através de determinadas categorias, semelhanças e controvérsias em uma quantidade de estudos” (PINTO, 2013, p. 1039). Para esse autor, a integração de estudos proporcionada pela metanálise qualitativa ultrapassa a soma das partes, pois possibilita uma nova interpretação dos resultados. Dessa forma, “esforços no sentido de sintetizar estudos qualitativos são vistos como essenciais para atingir proposições analíticas mais elevadas e também ampliar a generalização da pesquisa qualitativa” (LOPES; FRACOLLI, 2008, p. 775), o que proporciona interpretações mais amplas dos dados que compõem o conjunto de análise. Portanto, tem-se como um diferencial que a metanálise qualitativa está voltada para a interpretação e explicação de um fenômeno por meio do agrupamento de resultados de outros estudos, prevalecendo metodologicamente à integração interpretativa (GONÇALVES; NASCIMENTO; NASCIMENTO, 2015).

Nesse contexto conforme Moraes e Galiuzzi (2013) a interpretação pode ser de dois modos: no primeiro os autores defendem a interpretação por meio de referenciais teóricos *a priori*, em que se busca “integrar seus resultados com esses marcos teóricos”

(MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 100) e no segundo, a interpretação ancora-se nas teorias que acabam por emergir da análise, em que “interpretar é explicitar inter-relações entre as categorias emergentes da análise” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 101), sendo esse segundo modo o escolhido para esse trabalho, por escolher-se a análise por meio de categorias emergentes, detalhadas posteriormente.

Para entender os procedimentos para a realização da metanálise qualitativa utilizou-se definição encontrada em Castro (2001) que expõe que a metanálise pode ser compreendida como método de análise estatística ou sinônimo de revisões sistemáticas que utilizam metanálise. A partir dessa última assertiva, consideram-se os passos para elaboração de uma revisão sistemática como análogos aos de uma metanálise qualitativa. Esse posicionamento também foi percebido na tese de Pinto (2015) em que são citados os passos para metanálise qualitativa como sinônimos dos passos expostos por Castro (2001) para a realização de uma revisão sistemática. Pinto (2013) demonstra ter a mesma compreensão desse fato ao fazer analogia dos mesmos passos para caracterizar a metanálise qualitativa clássica.

Conforme Castro (2001, p. 1) no processo de elaboração de uma revisão sistemática³ são considerados os sete passos da Cochrane Handbook. Nesse projeto de tese, como explicitado acima, esses passos serão considerados como as etapas para metanálise qualitativa, a saber:

1) **formulação da pergunta** – inicia-se com uma pergunta bem formulada, pois a má formulação dificulta o que deve ser incluído ou excluído.

A partir de leituras realizadas sobre neurociências e educação e também pela percepção da necessidade de interface entre neurociências e educação, essa tese busca construir resposta para a seguinte pergunta: *Quais indicadores disponíveis nos estudos que relacionam neurociência e educação os docentes podem utilizar a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes?* A pergunta auxiliou tanto na escolha, quanto na delimitação dos estudos pertinentes.

2) **localização e seleção dos estudos** – a fonte de busca dos estudos não é única e deve-se selecionar materiais relevantes, que podem ser bases eletrônicas, referências bibliográficas de estudos significativos, solicitação de estudos de

³ Os passos para elaboração de uma revisão sistemática estão em duas publicações: “a) Cochrane Handbook, produzido pela Colaboração Cochrane; b) CDR Report 4 produzido pelo NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York” (CASTRO, 2001, p. 1).

especialistas, anais de eventos e também revistas. O método utilizado para seleção em cada uma das fontes deve ser explicitado.

Os dados para composição dessa tese serão coletados em quatro bases eletrônicas de dados, sendo composto por artigos, teses e dissertações. No item 3.3 *Procedência dos Dados*, nesse capítulo, caracterizam-se as fontes de dados, ao mesmo tempo em que a forma de seleção em cada uma das bases está detalhada no capítulo 4 *Coleta dos Dados*.

3) **avaliação crítica dos estudos** – abrange os critérios para estabelecer a validade dos estudos e a probabilidade de dados viciados para as conclusões dos estudos. Determinam-se os estudos que serão utilizados e os critérios de exclusão.

O critério de validade dos estudos se baseará na validade teórica, que é relativa à legitimidade dos procedimentos utilizados nas pesquisas em termos de teoria estabelecida (KIRK; MILLER, 1986). Também a validade relaciona-se à capacidade de responder a questão de pesquisa e aos objetivos da tese. A forma de seleção em cada uma das bases está detalhada no capítulo 4 *Coleta dos Dados*, o que também acaba por expor a forma de exclusão de estudos.

4) **coleta de dados** – ao observar as variáveis nos estudos, essas devem ser resumidas de forma a poder comparar ou não os estudos selecionados e se houver necessidade, pode-se entrar em contato com o autor do trabalho para pedir melhor detalhamento.

As variáveis consideradas em cada um dos estudos foram: identificador, palavras-chave, objeto/questão de pesquisa, método de pesquisa, principais resultados e considerações finais.

5) **análise e apresentação dos dados** – agrupamento dos estudos para análise. Esses agrupamentos devem ser organizados de forma a facilitar o entendimento do leitor.

Cabe ressaltar, que a etapa 5 nessa pesquisa, consistirá no agrupamento dos dados para Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2013).

Considerando as variáveis elencadas na coleta de dados (Identificador, Palavras-chave, Objetivo/Questão de pesquisa, Método de pesquisa, Principais resultados e Considerações finais) foram elaborados quadros, de forma a facilitar a organização e sistematização dessas informações, o que será detalhado no item 3.4 *Organização dos Dados*.

6) **interpretação dos dados** – por meio da interpretação dos dados determina-se a força das evidências.

Os dados serão interpretados de maneira qualitativa por meio da Análise Textual Discursiva como metodologia de análise dos resultados dos estudos incluídos.

7) **aprimoramento e atualização da revisão** – depois da publicação, podem ser incorporadas alterações baseadas em críticas, sugestões e atualizações sobre o tema, o que caracteriza uma publicação atual e viva.

No contexto dessa pesquisa, há uma apropriação da compreensão de metanálise com flexibilização da definição clássica, ligada a técnicas estatísticas, buscando-se uma aproximação à definição proposta pela vertente qualitativa. Propõe-se a metanálise qualitativa não como método de análise, mas como tipo de pesquisa utilizada com objetivo de organizar, sistematizar e compilar resultados de pesquisas com o intuito de compará-los, aproximá-los e distanciá-los, por meio de um método de análise que possibilite a construção de novas compreensões para poder significá-los em conjunto. A ênfase qualitativa também residirá na expansão da compreensão dos resultados das pesquisas como dependentes e produto dos demais constituintes das produções acadêmicas, sendo esses: palavras-chave, objeto/questão de pesquisa, método de pesquisa e considerações finais.

De maneira a compreender a metanálise no contexto dessa pesquisa, foi elaborado o Quadro 1, em que constam as etapas da metanálise e sinteticamente os procedimentos realizados em cada uma delas.

Quadro 2 - Etapas da Metanálise Qualitativa nessa pesquisa

| Etapas da Metanálise Qualitativa |
|--|
| 1) formulação da pergunta |
| Quais indicadores disponíveis nos estudos que relacionam neurociência e educação os docentes podem utilizar a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes? |
| 2) localização e seleção dos estudos |
| Artigos do Portal de Periódicos Capes e Google Acadêmico. Teses e dissertações do Banco de Teses Capes e Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações. Para localização dos estudos, serão utilizados indexadores (neurociência e neurociências combinados com educação e <i>neurosciences</i> e <i>education</i>), bem como os recursos disponíveis para refinar os dados disponíveis nas bases eletrônicas. A seleção inicial dos estudos ocorre a partir leitura dos resumos. Os critérios para inclusão dos trabalhos serão os seguintes: (i) ser artigo, dissertação ou tese, com o intuito de possuírem uma estrutura de organização nos padrões de pesquisas científicas; (ii) apresentar relação entre neurociência e educação e (iii) possuir potencial para contribuir |

com a questão de pesquisa.
Já os critérios de exclusão serão: (i) ausência de relação com a questão de pesquisa da tese; (ii) abordagem tratando de animais de laboratório e falta de relação com humanos; (iii) referência apenas educação ou neurociência de maneira isolada; (iv) foco de pesquisa em que a neurociência, aparece apenas como termo em alguma parte, como nome de laboratório, setor ou referência de obra bibliográfica e (v) essência da pesquisa sobre transtornos de aprendizagem.

3) avaliação crítica dos estudos

Os trabalhos serão avaliados de forma a identificar a contribuição visando atender a pergunta de pesquisa, selecionando-se estudos da interface neurociência e educação. Serão descartados estudos que não possuam relação entre as áreas, ou os que simplesmente citam na descrição da formação do autor, ou em qualquer outra qualificação às palavras *neurociência* e *educação*, sendo que as mesmas não são foco do trabalho. Outro critério de exclusão será trabalhos relativos a transtornos de aprendizagem, procurando-se com isso depurar os dados.

4) coleta de dados

As variáveis a serem consideradas em cada um dos estudos são: identificador, palavras-chave, objeto/questão de pesquisa, método de pesquisa, principais resultados e considerações finais.

5) análise e apresentação dos dados

Cada um dos trabalhos selecionados será analisado e as informações organizadas em quadros, que contém as variáveis determinadas para a coleta de dados. A partir disso, serão reagrupados de modo que as *palavras-chave*, o *objeto/questão de pesquisa* e o *método de pesquisa*, serão utilizados para caracterização geral dos estudos, de modo contribuir com a expansão da compreensão dos resultados das produções acadêmicas. Os *principais resultados* apresentados nos trabalhos serão organizados para constituir o *corpus* para Análise Textual Discursiva. Já as *considerações finais* servirão como indicativos para possibilitar novas pesquisas, expor as limitações dos estudos e as áreas em que as investigações podem avançar, enfim, perspectivas futuras para pesquisas sobre o campo.

6) interpretação dos dados

A interpretação dos dados será feita por meio da emergência de categorias a partir do tratamento por meio da Análise Textual Discursiva, além do emprego de notas de campo.

7) aprimoramento e atualização da revisão

Parte-se do pressuposto da dinâmica das produções acadêmicas, em que poderão ser incorporadas alterações baseadas em críticas, sugestões e atualizações sobre o tema, o que caracteriza uma publicação atual e viva. Mesmo após a conclusão desse estudo, deve-se deixar claro que as novas produções que estão sendo realizadas, a partir da data em que limitou-se o período dos dados, podem vir a ser acrescentadas e assim continuamente, o que possibilitará tanto aprimoramento, quanto atualização da revisão.

Fonte: A autora (2018).

Após a exposição do processo metanalítico, torna-se necessário detalhar o método de análise dos dados: a Análise Textual Discursiva, para que se possa compreender qual o tratamento analítico que os dados receberão.

3.2.2 A Análise Textual Discursiva

A Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2013) é uma forma de análise de dados que se caracteriza por ser um processo auto-organizado e de impregnação para construção de novas compreensões sobre o que é investigado.

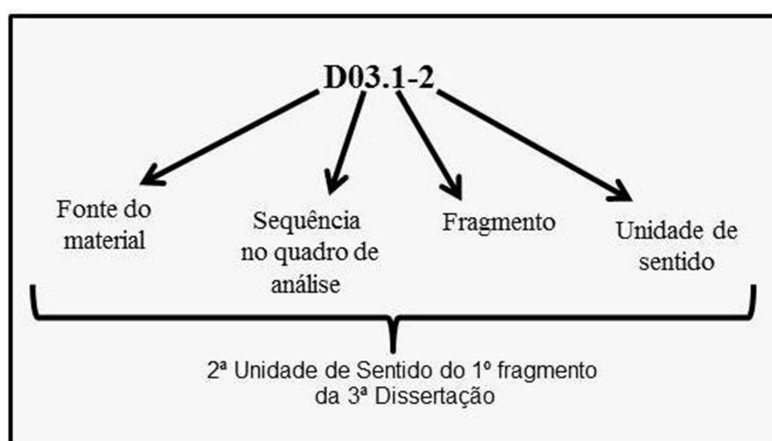
Para a ATD necessita-se selecionar e reunir o material que constituirá o *corpus* de análise. O *corpus* de análise dessa pesquisa é o agrupamento do item *Resultados* do quadro de metanálise.

Para a ATD utilizam-se três etapas principais que, de acordo com Moraes e Galiazzi (2013), compõem um ciclo: (a) *unitarização*: desconstrução das respostas constituintes do *corpus*, a fim de obter unidades de sentido para a investigação, que foram codificadas e organizadas; (b) *categorização*: agrupamento das unidades de sentido por meio de critério único e estabelecimento de relações e (c) *a captação do emergente*: a nova compreensão é comunicada e confirmada por meio de metatextos, que expressam os sentidos obtidos no processo de análise e a compreensão do investigador. Os autores destacam como quarto foco desse processo a auto-organização nesse ciclo analítico.

O processo de unitarização reflete as intenções da pesquisa. É nele que o *corpus* desta análise, composto por resultados de artigos, dissertações e teses, será fragmentado em unidades de análise, também denominadas unidades de sentido que serão codificadas. O processo de unitarização é concretizado em três momentos: (i) fragmentação e codificação, (ii) reescrita da unidade, de forma a assumir um sentido e (iii) atribuição de nome ou título para cada unidade (MORAES; GALIAZZI, 2013).

Os códigos atribuídos a essas unidades contarão com uma letra inicial que identificará a fonte: **A**, para artigo; **D** para dissertação e **T** para tese. Em seguida contarão com um número de dois algarismos que identificará a sequência do material no quadro de metanálise, separado por ponto do número do fragmento e por traço do número da unidade de sentido. Por exemplo, D03.1-2 refere-se à segunda unidade de sentido do primeiro fragmento da terceira dissertação, o que pode ser observado na **Figura 4**:

Figura 4 - Esquema do código atribuído às unidades de sentido



Fonte: A autora (2018).

Serão consideradas unidades de sentido válidas “aquelas que afirmem algo em relação ao objeto de investigação” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 115). Os autores também ressaltam que só precisam ser unitarizadas informações que constituem o *corpus* e que tenham validade e pertinência em relação ao objeto de pesquisa.

Os pesquisadores iniciantes podem resistir ao processo de unitarização, compreendendo que as unidades não representam as vozes dos indivíduos manifestadas nos textos, mas é relevante compreender que o foco da ATD não são manifestações individuais, o que interessa é o discurso em si, sendo importante integrar as manifestações dos indivíduos (MORAES; GALIAZZI, 2013).

Em seguida, inicia-se o processo de categorização em que o pesquisador começa a agrupar as unidades de sentido de modo a estabelecer relações que acabam por originar categorias iniciais, categorias intermediárias e categorias finais. As categorias finais podem originar subcategorias. A elaboração dessas categorias pode ser realizada *a priori* ou de forma a permitir a emergência de concepções obtidas a partir dos fragmentos analisados, de acordo com a impregnação do material de pesquisa. A categoria agrupa “conjuntos de elementos que possuem algo em comum” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 75) e requer “um retorno constante às informações, também exige uma atenção permanente aos objetivos e metas de pesquisa” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 78). A validação das categorias ocorre em função da coerência e relação com os objetivos de análise (MORAES; GALIAZZI, 2013).

Nessa pesquisa optou-se por utilizar categorias que emergiram da análise de materiais selecionados a partir do problema de pesquisa. Assim, emergiram três categorias: (i) *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica*; (ii)

A Neurociência na Formação de Profissionais e (iii) As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa.

O processo de categorização equivale “à construção de estruturas compreensivas dos fenômenos, posteriormente expressas em forma de textos descritivos e interpretativos” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 74). Esses textos correspondem ao processo do *novo emergente*, em que são produzidos os metatextos.

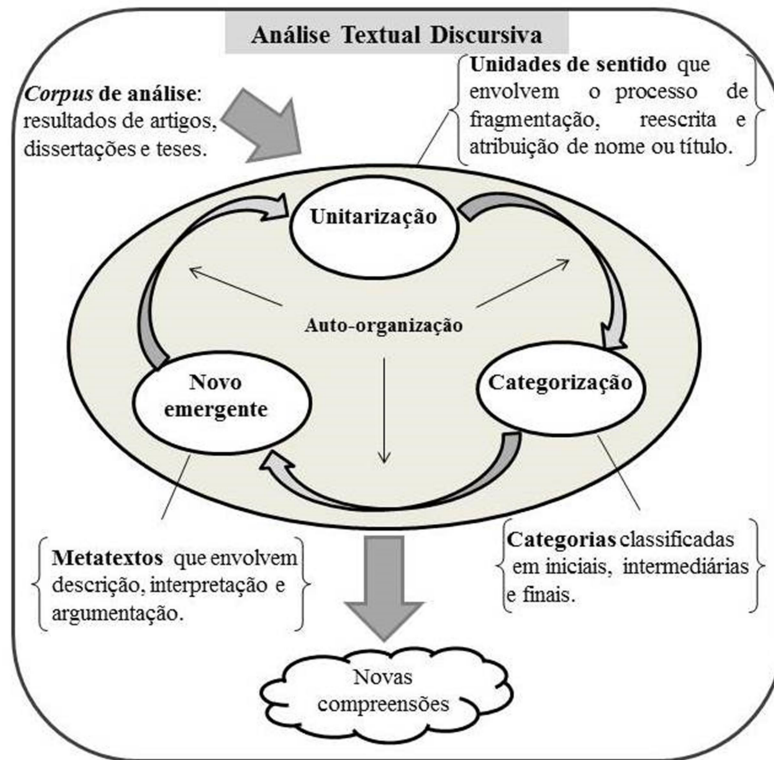
Os metatextos (MORAES; GALIAZZI, 2013) são o produto final da ATD e representam as concepções que o pesquisador desenvolve em meio à análise sem, no entanto, distanciar-se do núcleo das informações que provêm do olhar dado sobre as unidades de sentido obtidas. O emprego adequado das categorias para organização da produção escrita é um meio para que se consigam descrições e interpretações válidas para o fenômeno investigado.

Essa etapa exige do pesquisador teorias bem definidas, pois elas irão auxiliar na construção de sua produção, num processo construtivo e reconstrutivo, passando pela interpretação e concepção de suas novas teorias. Cada categoria inicial pode dar origem a um parágrafo, o que os autores denominam como “escrita por parágrafos” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 207). A cada retorno ao texto haverá reconstruções a serem realizadas e os leitores terão papel fundamental no olhar crítico para esta nova reconstrução.

Além de ser um processo auto-organizado de análise após a pesquisa, ou mesmo durante a mesma, o pesquisador estará impregnado por suas teorias *a priori*, pelas ideias trazidas pelos sujeitos e pelos novos referenciais com os quais dialogou. Os metatextos vão passando por construções, desconstruções e reconstruções. O próprio pesquisador necessitará se desconstruir e reconstruir. Os autores afirmam que o pesquisador poderá dar-se conta de uma reconstrução de sua identidade, num processo de “abandonar posturas menos adequadas ou desnecessárias ao tempo atual” (MORAES; GALIAZZI, 2013, p. 207).

A **Figura 5** foi organizada com base nos pressupostos da ATD propostos por Moraes e Galiazzi (2013) de forma a elucidar sinteticamente o processo de análise que será realizado nessa pesquisa.

Figura 5 - Esquema do processo de ATD produzido a partir de Moraes e Galiazzi (2013).



Fonte: A autora (2018).

A **Figura 5** ilustra as três etapas (unitarização, categorização e novo emergente) do processo de ATD procurando demonstrar esse processo de análise como um ciclo auto-organizado, do qual, a partir da constituição e análise de um *corpus* são produzidas novas compreensões.

Também como o intuito de facilitar novas compreensões, atentaremos a seguir para as contribuições das Notas de Campo, como instrumento de suporte para realização da pesquisa.

3.2.3 As Notas de Campo

O pesquisador precisa de instrumentos que possibilitem a sistematização de informações durante a realização da pesquisa, de modo a auxiliar durante o processo de descrição e interpretação dos dados, o que pode ser conseguido por meio de notas de campo ou diário de pesquisador, que permitem o registro da imersão do pesquisador em sua investigação.

Os registros das notas de campo envolvem a descrição do pesquisador daquilo que ele ouve, vê e vivencia, bem como especulações, ideias, palpites, sentimentos e impressões que compõem a parte reflexiva de suas notas (TAYLOR; BOGDAN, 1998). Também se pode utilizar com a finalidade de “retratar os procedimentos de análise do material empírico, as reflexões dos pesquisadores e as decisões na condução da pesquisa; portanto ele evidencia os acontecimentos em pesquisa” (ARAÚJO et al., 2013, p. 54).

Nesse sentido, Bogdan e Biklen (2010) afirmam que o conteúdo das notas de campo envolve uma parte descritiva e outra reflexiva. A parte descritiva preocupa-se com a captação do que está sendo observado. A parte reflexiva “apreende mais do ponto de vista do observador, as suas ideias e preocupações” (BOGDAN; BIKLEN, 2010, p. 152).

Nessa pesquisa, o diário será utilizado apenas contemplando a parte reflexiva descrita por Bogdan e Biklen (2010), sendo essa caracterizada por reflexões sobre a análise, o método, conflitos e dilemas éticos, o ponto de vista do observador e os pontos de clarificação. Conforme esses autores, a parte reflexiva (i) em relação a análise: consta de especulações sobre o que se está a aprender, temas emergentes, padrões, conexões entre fragmentos de dados, ideias e pensamentos, (ii) em relação ao método: contém estratégias e decisões envolvidas no estudo, (iii) em relação a conflitos e dilemas éticos: abrange as preocupações em relação aos sujeitos envolvidos na pesquisa, (iv) em relação ao ponto de vista do observador: expõe a ruptura dos pressupostos iniciais sobre os sujeitos e o meio que será estudado e (v) pontos de clarificação: informações que corrigem ou clarificam os dados.

É importante considerar que embora não existam regras pré-estabelecidas para a escrita das notas de campo, o que realmente importa, é que o pesquisador consiga registrar elementos constituintes de sua pesquisa, que não podem ser desconsiderados e que permitirão um olhar complementar na significação dos dados. Nesse sentido, as notas de campo serão utilizadas para registrar percepções e informações relevantes para interpretação dos dados, para facilitar a compreensão do objeto de estudo e também com intuito de refletir sobre todo o processo de investigação.

3.3 PROCEDÊNCIA DOS DADOS

Os dados para composição dessa tese foram coletados em quatro bases eletrônicas de dados, sendo a procedência dos artigos o Portal de Periódicos Capes, Google Acadêmico, as teses e dissertações do Banco de Teses Capes e o Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações.

A forma de busca para constituição do material de análise encontra-se detalhada no *Capítulo 4. Coleta de Dados da Pesquisa: Critérios de Escolha e Organização dos Resultados*, mas pode ser sintetizada, da seguinte forma:

- Portal de Periódicos Capes: buscas avançadas combinando-se os termos neurociência e educação e neurociências e educação, selecionando-se em ambas como tipo de material *artigo*. Em seguida, buscas avançadas combinando os termos neuroscience + education e neurosciences + education, selecionando-se em ambas como tipo de material, *artigo* e refinando-se ambos os termos para *assunto*. A última busca avançada combinou os termos neurosciences + education, selecionando o tipo de material para *artigo* e selecionando-se a opção *assunto* para ambos os termos.

- Google Acadêmico: busca simples com os termos digitando-se os termos neuroscience and education, refinando-se os resultados pela guia *classificar por relevância* e posteriormente selecionando-se os citados mais de 100 vezes.

- Banco de Teses Capes: busca avançada com os termos neurociência e neurociências em duas buscas isoladas, refinando os resultados por área de conhecimento relacionada a área educacional.

- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações: busca avançada com os termos neurociência e educação, refinando-se os termos para assunto. Também busca avançada com o termo neurociência como assunto, utilizando-se como forma de refinamento as *Sugestões de Tópicos dentro de sua busca* que possuem relação com a área educacional.

A seguir, apresenta-se uma descrição e caracterização das quatro bases eletrônicas de dados.

3.3.1 Portal de Periódicos Capes

O Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi criado em 2000 e está disponível para acesso em <<http://periodicos.capes.gov.br>>. O portal conta com 38 mil títulos com texto completo, 123 bases referenciais, 11 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual.

O propósito do Portal é reunir e disponibilizar às instituições de ensino e pesquisa no Brasil o melhor da produção científica internacional, pois sua criação já foi planejada em função do déficit de acesso das bibliotecas brasileiras às informações desse nível. Além disso, propõe-se a reduzir os desnivelamentos regionais no acesso a essas informações no país.

O Portal de Periódicos CAPES destaca-se por ser a iniciativa do setor com maior capilaridade no planeta, abrangendo todo território nacional, sendo inteiramente financiado pelo governo brasileiro.

Em relação às estatísticas de uso, destaca-se que em 2004 foram 13.763.661 de acessos às bases referenciais, enquanto em 2013 esse número foi de 56.524.022. Já os acessos a texto completo em 2004 foram de 13.099.471 e em 2013 de 44.420.626. Portanto, os acessos às bases referenciais nos últimos 10 anos mais que quadruplicaram e os acessos a textos completos mais que triplicaram, o que ressalta além do fomento as pesquisas nessa base, a sua importância como fonte de dados científicos para pesquisas e para o desenvolvimento científico.

3.3.2 Google Acadêmico

O Google Acadêmico (GA) está disponível para acesso em <<http://scholar.google.com.br>> e é um sistema desenvolvido pelo Google para busca de informações científicas.

O GA disponibiliza artigos acadêmicos de fontes variadas em todos os campos de pesquisa, em diversas línguas e períodos de tempo, sendo exigidos dois critérios básicos para inclusão: consistir basicamente em artigo acadêmico (artigos de revistas, relatórios técnicos ou seus rascunhos, documentos de conferência, dissertações, pré-

impressões, pós-impressões ou resumos) e permitir acesso livre ao resumo ou texto completo, sem exigência de login para acessar os dados.

O Google Acadêmico expõe como suas características: permitir a busca de literatura acadêmica de um lugar conveniente; explorar obras, autores, citações e publicações; acessar documentos completos na Web ou por meio da sua biblioteca; acompanhar o desenvolvimento em qualquer área de pesquisa e verificar quem citou suas publicações por meio de um perfil de autor público.

Esse sistema de busca permite aos autores acompanharem por meio de métricas, de maneira simples, a quantidade de citações de determinado artigo, bem como permite adicionar grupos de artigos correlatos, ao invés de um artigo por vez.

3.3.3 Banco de Teses Capes

O Banco de Teses (BT) surgiu em julho de 2002, sendo disponibilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) contando com referências e resumos das teses/dissertações defendidas em programas de pós-graduação do país, podendo ser acessado por <<http://bancodeteses.capes.gov.br>>. O objetivo é facilitar o acesso a informações dos trabalhos e pesquisas que são desenvolvidos junto aos programas de pós-graduação brasileiros, que são fornecidas diretamente pelos programas de pós-graduação de todo o país.

O Banco de Teses e Dissertações pode ser acessado por toda a comunidade científica sem necessidade de cadastro. O Banco de Teses é uma base referencial, o que possibilita apenas a consulta de resumos, sendo que os autores podem indicar o endereço para acesso ao texto completo.

Inicialmente foram disponibilizados 125.000 resumos do período de 1996 a 2001 advindos do sistema Coleta em parceria com a área de informática da CAPES. Para melhoria contínua e ampliação dos dados disponíveis, também foram resgatadas e incluídas referências de trabalhos concluídos a partir de 1987. Após, os dados passaram a ser atualizados anualmente por meio das informações de atividades dos programas de pós-graduação do país à CAPES. O último relatório encontrado no site aponta que em 2012 o banco possuía informações sobre 615.307 teses.

3.3.4 Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) é um portal de busca que reúne teses e dissertações defendidas em todo o País e por brasileiros no exterior. A BDTD surge em 2002 e se chamava Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, e é uma iniciativa do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) no âmbito do Programa da Biblioteca Digital Brasileira (BDB), apoiada pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Conforme informações do próprio site de acesso <<http://bdt.d.ibict.br>> a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) figura como uma das maiores iniciativas para a disseminação e visibilidade de teses e dissertações.

As instituições de ensino e pesquisa atuam como provedoras de dados e o IBICT reúne esses metadados das teses e dissertações, fornece serviços de informação sobre esses metadados e os expõem para coleta para outros provedores de serviços.

O portal disponibiliza a consulta de estatísticas, onde é possível consultar estatísticas de metadados, estatísticas de acesso e estatísticas de coleta. Nas estatísticas de metadados na data de 30 de maio de 2016, a BDTD conta com 276.009 dissertações, 100.777 teses e 2 artigos.

3.4 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Para a caracterização geral dos estudos que integraram essa pesquisa e realização da metanálise qualitativa torna-se necessária a sistematização dos dados provenientes dos artigos, dissertações e teses. Com esse objetivo, foi elaborado o quadro 1 que será constituído por:

- Identificador: que define a fonte do material por meio de uma letra seguida de um número de duas unidades correspondente a sequência do material. Esse identificador fará parte do código atribuído às unidades de sentido da Análise Textual Discursiva.
- Palavras-chave: caracteriza os indexadores que podem ser utilizados para a localização dos estudos nas bases de dados.
- Objetivo/Questão de pesquisa: busca explicitar o enfoque investigativo das pesquisas.

- Principais Resultados: constituirão o corpus para metanálise qualitativa por meio de Análise Textual Discursiva.

- Considerações Finais: indica as possibilidades de novas pesquisas, as limitações dos estudos, áreas em que as investigações podem avançar, enfim, perspectivas futuras para pesquisas sobre o campo.

Abaixo, no **Quadro 3**, apresenta-se o modelo de sistematização das pesquisas.

Quadro 3 - Modelo de sistematização das pesquisas

| | |
|-------------------------------------|--|
| Identificador | |
| Palavras-chave | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Principais Resultados | |
| Considerações Finais | |

Fonte: A autora (2018).

O modelo do quadro apresentado foi elaborado procurando facilitar a organização dos dados retirados das pesquisas, com intuito de organizá-los de forma a facilitar tanto a realização da metanálise qualitativa por meio da Análise Textual Discursiva, quanto para realizar caracterização mais geral das pesquisas.

4 COLETA DE DADOS DA PESQUISA: CRITÉRIOS DE ESCOLHA E ORGANIZAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, estão explicitadas as formas de busca dos artigos, dissertações e teses para constituição do material de análise. É importante destacar que em cada uma das quatro bases eletrônicas de dados, quando necessário, foram efetuados refinamentos de acordo com as ferramentas disponíveis em cada uma delas.

Em relação à limitação temporal para coleta de dados, foram realizadas simulações delimitando os últimos 5 e 10 anos como tempo de publicação dos textos, não se encontrando diferenças significativas na quantidade de dados quando o período foi ampliado, pois a maioria das publicações foi realizada nos últimos 5 anos. As buscas em três bases de dados foram realizadas de novembro de 2015 a janeiro de 2016 e os dados limitaram-se, temporalmente, até fevereiro de 2016, quando foram conferidas e atualizadas todas as buscas. Após a qualificação do projeto desta pesquisa, foi incluído o Google Acadêmico como base de dados, plataforma para a qual a limitação temporal foi junho de 2017.

4.1 CRITÉRIOS DE ESCOLHA

As bases de dados foram escolhidas pela adequação de seus propósitos com os objetivos dessa tese. O propósito Portal de Periódicos Capes é reunir e disponibilizar o melhor da produção científica internacional. O Google Acadêmico propõe-se a disponibilizar artigos acadêmicos e permitir acesso sem exigência de *login*. Já o Banco de Teses Capes propõe facilitar o acesso a informações dos trabalhos e pesquisas que são desenvolvidos junto aos programas de pós-graduação brasileiros. A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações reúne teses e dissertações defendidas em todo o País e por brasileiros no exterior. Portanto, com essas quatro bases de dados têm-se tanto produções nacionais quanto internacionais.

Após as buscas em cada uma das bases eletrônicas, por meio da leitura dos resumos, foram selecionados os estudos incluídos nessa tese, expostos em quadros. Os critérios para inclusão dos trabalhos foram os seguintes: (i) ser artigo, dissertação ou tese, com o intuito de possuírem uma estrutura de organização nos padrões de pesquisas científicas; (ii) apresentar relação entre neurociência e educação e (iii) possuir potencial para contribuir com a questão de pesquisa.

Algumas investigações foram excluídas pelos seguintes critérios: (i) ausência de relação com a questão de pesquisa da tese; (ii) abordagem tratando de animais de laboratório e falta de relação com humanos; (iii) referência à educação ou à neurociência de maneira isolada; (iv) foco de pesquisa em que a neurociência, aparece apenas como termo em alguma parte, como nome de laboratório, setor ou referência de obra bibliográfica e (v) essência da pesquisa sobre transtornos de aprendizagem.

É importante destacar que a seleção inicial para a constituição dos quadros deu-se por meio da leitura dos resumos e que no processo de análise os mesmos foram lidos integralmente, o que resultou na exclusão de alguns trabalhos.

4.2 PORTAL PERIÓDICOS CAPES/ MEC

Primeiramente, foi realizada uma busca simples por assunto com os termos *neurociência*, *neurociências*, *neuroscience* e *neurosciences*, obtendo-se as quantidades de registros indicados na **Tabela 1**. Percebeu-se, então, a necessidade de refinar esses resultados, partindo-se para a realização de uma busca avançada.

Tabela 1 - Resultados obtidos na busca simples realizada no portal de periódicos Capes/MEC no período de nov. 201 a fev. 2016

| Palavra-chave | Resultado |
|---------------|-----------|
| Neurociência | 814 |
| Neurociências | 2.042 |
| Neuroscience | 415.731 |
| Neurosciences | 237.392 |

Fonte: A autora (2018).

A busca simples revelou que as pesquisas que abordam as neurociências ainda são incipientes no Brasil, constituindo-se em uma área promissora de pesquisa.

A primeira busca avançada combinou os termos *neurociência* e *educação* deixando-se habilitada a guia *Qualquer* dentre as opções (Qualquer, no título, como autor, no assunto), obtendo-se 40 registros. Então, selecionou-se a opção *Artigos*, na aba *Tipo de material*, dentre as seguintes possíveis: Livros, Artigos, Imagens, Audiovisual, Todos os itens, resultando em 24 registros. Após leitura dos resumos, eliminaram-se 10 por possuírem relação apenas com a educação ou neurociência, 5 por não possuírem relação com a questão de pesquisa da tese, 1 por, em sua abordagem, tratar de animais de laboratório e falta de relação com humanos e 1 por tratar de transtornos de aprendizagem, sendo selecionados para análise os seguintes:

Quadro 4 - Artigos selecionados da busca no Portal de Periódicos CAPES/MEC

| CÓDIGO | REFERÊNCIA |
|---------------|---|
| A01 | FERNANDES, C. T.; MUNIZ, C. A.; MOURÃO-CARVALHAL, M. I.; DANTAS, P. M. S. Possibilidades de aprendizagem: reflexões sobre neurociência do aprendizado, motricidade e dificuldades de aprendizagem em cálculo em escolares entre sete e 12 anos. Ciênc. Educ. , Bauru, v. 21, n. 2, p. 395-416, 2015. |
| A02 | MONEZI-ANDRADE, A. L. et al.. Ensinar neurociências em educação física no Brasil: uma proposta de integração. Educ. Educ , v. 15, n. 1, p. 13-22, 2012. |
| A03 | CHACON, M. C. M.; PAULINO, C. E. Reflexões sobre precoces, prodígios, gênios e as altas habilidades, com base na neurociência cognitiva. Educação Especial , v. 24, n. 40, p. 181-193, maio-agosto, 2011. |
| A04 | CARVALHO, F. A. H. de. Neurociências e Educação: Uma Articulação Necessária na Formação Docente. Trab. Educ. Saúde , Rio de Janeiro, v.8 n.3, p.537-550, nov.2010/fev.2011. |
| A05 | LIMA, G. Redescoberta da mente na educação: a expansão do aprender e a conquista do conhecimento complexo. Educação & Sociedade , v. 30, n. 106, p. 151-174, enero-abril, 2009. |
| A06 | MAGALHÃES, H. G. D.; ROCHA, J. D. T.; DAMAS, L. A. H. de O. O currículo como vivência da complexidade no espaço escolar. ETD – Educação Temática Digital , Campinas, v. 11, n. 1, p. 35-51, jul./ dez. 2009. |
| A07 | GONZÁLEZ, Z. M.; CONTRERAS, D. G. Transitando el camino de construcción de la lengua escrita, con La Mochila Mágica. Rev. latinoam. cienc. soc. niñez juv , v. 7, n. 2, p. 971-988, 2009. |

Fonte: A autora (2018).

A segunda busca avançada combinou os termos *neurociências* e *educação* deixando-se habilitada a guia *Qualquer* dentre as opções (Qualquer, no título, como autor, no assunto), obtendo-se 40 registros. Então, selecionou-se a opção *Artigos* na opção *Tipo de material* (Livros, Artigos, Imagens, Audiovisual, Todos os itens), resultando em 29 registros, sendo que um registro, que se encontra duplicado no portal, foi eliminado, restando 28 registros. Também foram retirados 6 registros já encontrados na pesquisa anterior, resultando, finalmente, em 22 registros. Desses, foram excluídos 8, pela ausência de relação com a questão de pesquisa da tese, 7 pela referência apenas à educação ou à neurociência, 2 por tratarem de animais de laboratório e 2 por apresentarem neurociência apenas como termo em alguma parte, como nome de laboratório, setor ou referência de obra bibliográfica. Foram selecionados para análise os seguintes:

Quadro 5 - Artigos selecionados da segunda busca no Portal de Periódicos Capes/MEC

| CÓDIGO | REFERÊNCIA |
|--------|---|
| A08 | RIBEIRO, S. Tempo de cérebro. Estudos avançados , São Paulo, v. 27, n. 77, p. 7-22, 2013. |
| A09 | VIEIRA, E. P. de P. Neurociências, Cognição e Educação: Limites e Possibilidades na Formação de Professores. Revista Práxis , Rio de Janeiro, ano IV, n. 8, p. 31-38, agosto 2012. |
| A10 | SOUSA, L. B.; GABRIEL, R. Fundamentos Cognitivos para o Ensino da Leitura. Signo . Santa Cruz do Sul, v. 34, n. 57, p. 47-63, jul.-dez., 2009. |

Fonte: A autora (2018).

A terceira busca avançada combinou os termos *neuroscience* e *education* deixando-se habilitada a guia *Qualquer* dentre as opções (Qualquer, no título, como autor, no assunto), obtendo-se 10.446 registros. Então, selecionou-se a opção *Artigos* dentre as opções *Tipo de material* (Livros, Artigos, Imagens, Audiovisual, Todos os itens), resultando em 9.578. Foi realizada a tentativa de selecionar o campo busca por *Data de publicação*, selecionando-se primeiramente Últimos 5 anos e, depois, Últimos 10 anos, dentre as opções (Último ano, Últimos 2 anos, Últimos 5 anos, Últimos 10 anos e Últimos 20 anos), mas os resultados permaneciam expressivos, então, foi mantida a opção *Qualquer ano*.

Os resultados foram refinados marcando-se a opção no assunto dentre as opções (Qualquer, no título, como autor, no assunto) para ambos os termos, ficando-se com 337 registros. Para a seleção, procedeu-se à leitura dos títulos, buscando satisfazer o critério de inclusão de relação entre neurociência e educação, selecionando-se 165. Em seguida, pela leitura dos resumos dos artigos foram eliminados 46 por referirem-se apenas à educação ou a neurociência, 48 pela ausência de relação com a questão de pesquisa da presente tese, 24 por tratarem de animais de laboratório, 18 pela neurociência aparecer apenas como termo em alguma parte, como nome de laboratório, setor ou referência de obra bibliográfica e 8 por tratarem de transtornos de aprendizagem. Os 21 artigos selecionados estão apresentados no quadro a seguir:

Quadro 6 - Artigos selecionados da terceira busca no Portal de Periódicos Capes/MEC

| CÓDIGO | REFERÊNCIA |
|--------|---|
| A11 | BAKER, J. M. Cortical Activations During a Computer-Based Fraction Learning Game: Preliminary Results from a Pilot Study. Tech Know Learn , v. 20, p. 339-355, 2015. |

| | |
|-----|--|
| A12 | BENNINGFIELD, M. M.; POTTER, Mona P.; BOSTIC, JEFF Q. Educational Impacts of the Social And Emotional Brain. Child Adolesc Psychiatric Clin N Am , v. 24, p. 261-275, 2015. |
| A13 | KONTRA, C. et al. Physical Experience Enhances Science Learning. Psychological Science , v. 26, n. 6, p. 737–749, 2015. |
| A14 | DEVONSHIRE, I. M. et al. Risk-Based Learning Games Improve Long-Term Retention of Information among School Pupils. PLOS ONE , v. 9, july, 2014. |
| A15 | KNOWLAND, V. C. P.; THOMAS, M. S. C. Educating the adult brain: How the neuroscience of learning can inform educational policy. Int Rev Educ , v. 60, p. 99–122, 2014. |
| A16 | VAN KESTEREN, M. T. R. et al. Building on Prior Knowledge: Schema-dependent Encoding Processes Relate to Academic Performance. Journal of Cognitive Neuroscience , v. 26, n. 10, p. 2250–2261, 2014. |
| A17 | ALDRICH, R. Neuroscience, education and the evolution of the human brain. History of Education , v. 42, n. 3, p. 396-410, 2013. |
| A18 | CERRUTI, C. Building a functional multiple intelligences theory to advance educational neuroscience. Frontiers in Psychology , v. 4, n. 1: 950, p.1-4, dezembro 2013. |
| A19 | DUBINSKY, J. M.; ROEHRIG, G.; VARMA, S. Infusing Neuroscience Into Teacher Professional Development. Educational Researcher , v. 42, n. 6, p. 317–329, August/september 2013. |
| A20 | HOOK, C. J.; FARAH, M. J. Neuroscience for Educators: What Are They Seeking, and What Are They Finding?. Neuroethics , v. 6, p. 331–341, 2013. |
| A21 | GUY, R.; BYRNE, B. Neuroscience and Learning: Implications for Teaching practice. Journal of Experimental Neuroscience , n. 7, p. 39–42, 2013. |
| A22 | KIM, Sung-il. Neuroscientific model of motivational process. Frontiers in Psychology , v. 4, p. 1-12, march, 2013. |
| A23 | MERCER, N. The Social Brain, Language, and Goal-Directed Collective Thinking: A Social Conception of Cognition and Its Implications for Understanding How We Think, Teach, and Learn. Educational Psychologist , v. 48, n. 3, p. 148–168, 2013. |
| A24 | NOURI, A. Practical strategies for Enhancing Interdisciplinary Collaboration in Neuroeducational Studies. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education , v. 1, n. 2, 2013. |
| A25 | DAVIDSON, R. J. et al. Contemplative Practices and Mental Training: Prospects for American Education. Child Development Perspectives , v. 6, n. 2, p. 146-153, 2012. |
| A26 | FULOP, R. M.; TANNER, K. D. Investigating high school students' conceptualizations of the biological basis of learning. Adv Physiol Educ , n. 36, p. 131–142, 2012. |
| A27 | HOWARD-JONES, P. A. A Multiperspective Approach to Neuroeducational Research. Educational Philosophy and Theory , v. 43, n. 1, p. 24-30, 2011. |
| A28 | ANSARI, D.; COCH, D.; SMEDT, B. D. Connecting Education and Cognitive Neuroscience: Where will the journey take us?. Educational Philosophy and Theory , v. 43, n. 1, p. 37-42, 2011. |
| A29 | FEINSTEIN, S. The Teenage Brain and Technology. LEARNing Landscapes , v. 5, n. 1, p.71-84, 2011. |

| | |
|------------|---|
| A30 | SOUSA, D. A. Mind, Brain and Education: The Impacto of Educational Neuroscience on the Science of teaching. LEARning Landscapes , v. 5 , n. 1, p. 37-44, 2011. |
| A31 | SILVA, R. S. ¿La Educacion Necesita Realmente de la Neurociencia? Estudios Pedagógicos , n. 29, p. 155-171, 2003. |

Fonte: A autora (2018).

A última busca avançada combinou os termos *neurosciences e education* deixando-se habilitada a guia *Qualquer* dentre as opções (Qualquer, no título, como autor, no assunto), obtendo-se 8.095 registros. Selecionou-se a opção *Artigos* dentre as opções *Tipo de material* (Livros, Artigos, Imagens, Audiovisual, Todos os itens), resultando em 7.832 trabalhos.

Os resultados foram refinados marcando-se a opção no assunto dentre as opções (Qualquer, no título, como autor, no assunto) para ambos os termos, ficando-se com 431 registros. Para a seleção procedeu-se à leitura dos títulos, buscando satisfazer o critério de inclusão de relação entre neurociência e educação, selecionando-se 172. Pela leitura dos resumos, 84 pesquisas foram excluídas pela ausência de relação com a questão de pesquisa da presente tese, 63 por realizarem referência apenas à educação ou neurociência; 4 por tratarem de animais de laboratório e falta de relação com humanos, 4 por investigarem transtornos de aprendizagem e 4 por possuírem o foco de pesquisa em que a neurociência, aparece apenas como termo em alguma parte, como nome de laboratório, setor ou referência de obra bibliográfica. Portanto, foram incluídos 13 artigos para análise:

Quadro 7 - Artigos selecionados da quarta busca no Portal de Periódicos da Capes/MEC

| CÓDIGO | REFERÊNCIA |
|---------------|--|
| A32 | LIU, Chia-Ju; CHIANG, Wen-Wei. Theory, Method and Practice of Neuroscientific Findings in Science Education. International Journal of Science and Mathematics Education , v. 12, n. 3, p. 629-646, Jun 2014. |
| A33 | SIGMAN, M, et al. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. Nature Neuroscience , v. 17, n. 4, p. 497 -502, abril 2014. |
| A34 | HOWARD-JONES, P. A. Neuroscience and education: myths and messages. Nature Reviews Neuroscience 15, p. 817-824, 2014. |
| A35 | WUTH, R. S. P. Neurociencias de la Educación para la Educación Superior en Ciencias de la Salud. Revista de Docencia Universitaria , v.10, n. especial, p. 277–292, 2012. |
| A36 | GONÇALVES, T. P. N. R. El sujeto neuronal: aportaciones para una pedagogía de la posibilidad. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información , v. 13, n. 2, p. 273-298, 2012. |
| A37 | SMEDT, B., VERSCHAFFEL, L. Traveling down the road: From cognitive neuroscience to mathematics education / and back. ZDM , v. 42, n. 6, p. 649-654, 2010. |
| A38 | DEVONSHIRE, I. A.; DOMMETT, E. J. Neuroscience: Viable Applications in Education? The Neuroscientist . V. 16, n. 4, p. 349-356, 2010. |
| A39 | CHRISTODOULOU, J.A.; GAAB, N. Using and misusing neuroscience in education-related research. Cortex . v. 45, n. 4, p. 555-557, 2009. |
| A40 | COCH, D.; ANSARI, D. Thinking About Mechanisms Is Crucial to Connecting Neuroscience and Education. Cortex , v. 45, n. 4, p. 546-547, Jun 2009. |
| A41 | GOSWAMI, U. Neuroscience and Education: From Research to Practice? Nature reviews Neuroscience , v. 7, n. 5, p. 406-413, June 2006. |
| A42 | 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. |
| A43 | ANSARI, D.; COCH, D. Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. Trends in Cognitive Sciences , v. 10 , n. 4 , p. 146-151, 2006. |
| A44 | GOSWAMI, U. Neuroscience and Education. British Journal of Educational Psychology (2004), 74, p. 1–14, 2004. |

Fonte: A autora (2018).

4.3 GOOGLE ACADÊMICO

Foi realizada uma busca simples, digitando-se os termos *neuroscience and education*, obtendo-se um retorno de 1.850.000 resultados. Para refinar o resultado encontrado, selecionou-se a terceira guia habilitando-se “*Classificar por relevância*”, o que resultou em 3.480 materiais. Desses, a fim de estabelecer um número viável para análise, foram selecionados os citados mais de 100 vezes, também utilizando a leitura

dos títulos, buscando satisfazer o critério de inclusão de relação entre neurociência e educação, obtendo-se 85 artigos.

Após a leitura dos resumos, eliminaram-se 5 artigos por já estarem contemplados na busca realizada no Portal de Periódicos CAPES, 42 foram excluídos pela ausência de relação com a questão de pesquisa da tese, 22 por realizarem referência apenas à educação ou à neurociência e 6 por investigarem transtornos de aprendizagem. Portanto, foram incluídos 10 artigos para análise:

Quadro 8 - Artigos selecionados na primeira busca no Google Acadêmico

| CÓDIGO | REFERÊNCIA |
|---------------|--|
| A45 | DEKKER, S. et al. Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. Frontiers in psychology , Belgium, v. 3, p. 1–8, Oct. 2012. |
| A46 | FISCHER, K. W., GOSWAMI, U., GEAKE, J. The Future of Educational Neuroscience. Mind, Brain, and Education , v.4, p. 68–80, 2010. |
| A47 | FISCHER, K. W. Mind, Brain, and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. Mind, Brain, and Education , v.3, n.1, p. 3-16, mar 2009. |
| A48 | GOSWAMI, U. (2008), Principles of Learning, Implications for Teaching: A Cognitive Neuroscience Perspective. Journal of Philosophy of Education , v. 42, p. 381–399, Aug./Nov. 2008 |
| A49 | GEAKE, J. Neuromythologies in education. Educational Research , v. 50, n. 2, p. 123–133, Jun. 2008. |
| A50 | PICKERING, S. J.; HOWARD-JONES, P. Educators' Views on the Role of Neuroscience in Education: Findings From a Study of UK and International Perspectives. Mind, Brain, and Education , v. 1, n. 3, p. 109–113, Oct. 2007. |
| A51 | SZÜCS, D.; GOSWAMI, U. (2007), Educational Neuroscience: Defining a New Discipline for the Study of Mental Representations. Mind, Brain, and Education , 1: 114–127, 2007. |
| A52 | WRIGHT, K. P. et al. Wright Sleep and wakefulness out of phase with internal biological time impairs learning in humans. Journal of Cognitive Neuroscience , v. 18, p. 580-521, Apr. 2006. |
| A53 | PIOLAT, A., OLIVE, T.; KELLOGG, R. T. Cognitive effort during note taking. Applied Cognitive Psychology , v.19, p. 291–312, 2005. |
| A54 | GEAKE, J.; COOPER, P. Cognitive Neuroscience: implications for education? Westminster Studies in Education , v. 26, n. 1, p. 7–20, Jun. 2003. |

Fonte: A autora (2018).

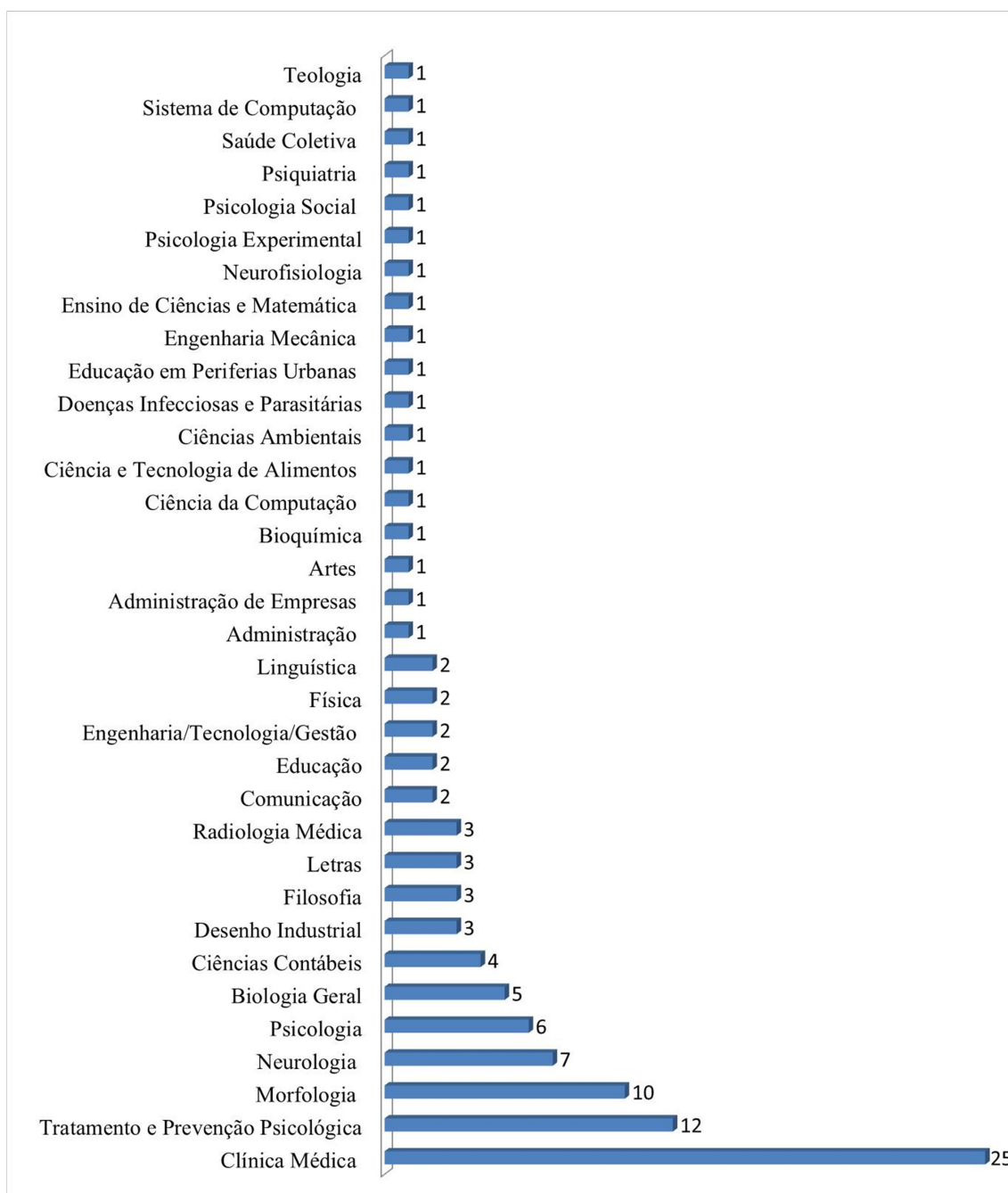
4.4 BANCO DE TESES CAPES

Foi realizada uma busca exploratória avançada no Banco de Teses Capes, digitando-se os termos *neurociência* e *educação*, deixando-os habilitados em ambos a opção *Todos os Campos* dentre as opções possíveis (Agência Financiadora, Área de Conhecimento, Autor, Biblioteca, Data de Defesa, Instituição de Ensino, Linha de Pesquisa, Nível, Orientador, Palavras-chave, Programa, Resumo, Título e Todos os Campos). Essa busca retornou 14.257 registros.

Como os campos de busca não se somam nos resultados, ou seja, são termos independentes que podem ocorrer isolados nos registros, optou-se por utilizar os termos *neurociência* e *neurociências* e refinar os resultados utilizando o campo área de conhecimento.

Utilizando o termo *neurociência*, o retorno foi de 109 registros. Então, optou-se por refinar os resultados por área de conhecimento, tendo-se à disposição 34 áreas, conforme a **Gráfico 1**.

Gráfico 1 - Gráfico de Registros por Área de Conhecimento (Termo de busca: neurociência)



Fonte: A autora (2018).

Dentre essas 34 áreas, foram selecionadas as que possuíam registros que apresentavam relação com a área educacional, elegendo-se: Educação, Psicologia, Ensino de Ciências e Matemática e Educação em Periferias Urbanas, totalizando 8 pesquisas, pois duas estavam cadastradas em mais de uma área. Realizou-se a leitura

dos resumos desses registros, selecionando-se 3, sendo 4 eliminados pela ausência de relação com a questão de pesquisa da tese e 1 por não ter sido publicado pelo autor, observados a seguir:

Quadro 9 - Dissertações e Teses selecionadas da primeira busca no Banco de Teses

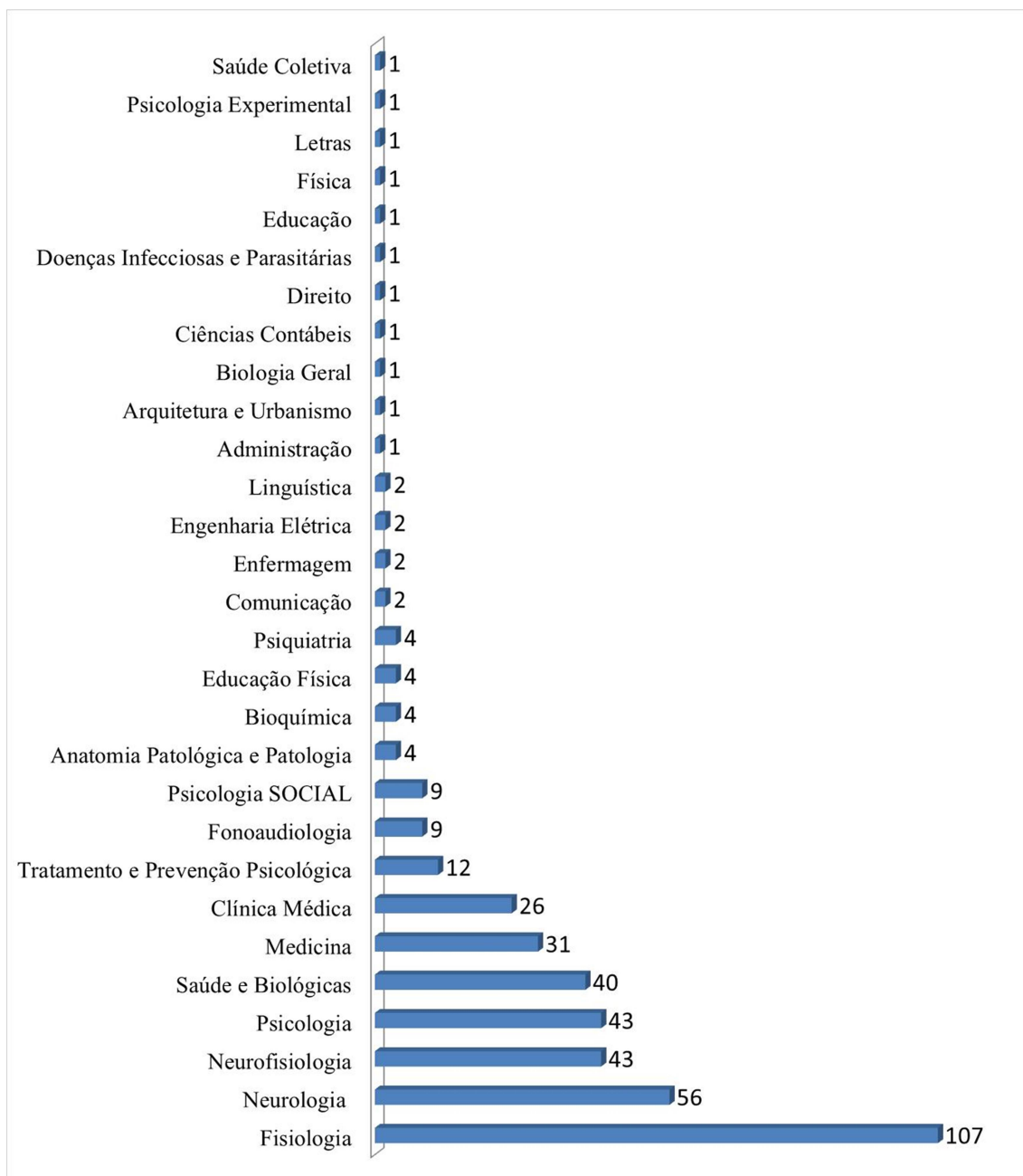
Capes

| CÓDIGO | ÁREA DE CONHECIMENTO | REFERÊNCIA |
|---------------|-----------------------------|--|
| D01 | Psicologia | MARTINS, B. M. Ambiente Educacional Enriquecido: Estudo da Aplicação de Oficinas de Construção de Brinquedos em Centro de Ciência. 2012. 201 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Neurociências e Comportamento) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. |
| T01 | Educação | SILVA, C. L. da. Concepção Histórico-Cultural do Cérebro na Obra de Vigotski. 2012. 274 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. |
| T02 | Educação | BROCKINGTON, J. G. de O. Neurociência e Educação: Investigando o Papel da Emoção na Aquisição e Uso do Conhecimento Científico. 2011. 194 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. |

Fonte: A autora (2018).

Utilizando apenas o termo *neurociência* na busca avançada, retornaram 411 registros. Então, optou-se por refinar os resultados por área de conhecimento, tendo-se à disposição 29 áreas, com o respectivo número de registros, conforme o **Gráfico 2**.

Gráfico 2 - Gráfico de Registros por Área de Conhecimento (Termo de busca: neurociências)



Fonte: A autora (2018).

Dentre essas 29 áreas, foram selecionadas as que possuíam registros com relação à área educacional, adotando-se: Educação e Psicologia, totalizando 44 registros. 29 registros foram excluídos por ausência de relação com a questão de pesquisa desta tese e 10 por referirem-se apenas à educação ou à. Após leitura dos resumos, foram selecionados 5, dos quais restaram 3, pois a dissertação **D01** já consta

na tabela anterior e um dos trabalhos não se adequou aos objetivos da tese. Os 3 registros selecionados estão no quadro a seguir.

Quadro 10 - Dissertações e Teses selecionadas da segunda busca no Banco de Teses Capes

| CÓDIGO | ÁREA DE CONHECIMENTO | REFERÊNCIA |
|---------------|-----------------------------|---|
| T03 | Psicologia | CORSO, H. V. Compreensão Leitora dos Fatores Neuropsicológicos e Ambientais no Desenvolvimento da Habilidade e nas Dificuldades Específicas em Compreensão. 2012. 151 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. |
| D02 | Psicologia | COSTA, C. L. da. Dificuldades de Leitura e Memória de Trabalho: um Estudo Correlacional. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências do Comportamento) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011. |
| D03 | Psicologia | ZAMO, R. de S. Avaliação Neuropsicológica de Crianças com Dificuldades de Leitura Através do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil Neupsilin-inf. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Psicologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. |

Fonte: A autora (2018).

4.5 BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES

Primeiramente, realizou-se uma busca simples habilitando a opção *Todos os Campos* dentre as opções possíveis (Todos os campos, Título, Autor, Assunto, Instituição e Tag) e tanto com o termo *neurociência* quanto com o termo *neurociências*, obteve-se como retorno 814 resultados.

Partiu-se, então, para a realização da busca avançada utilizando-se os termos *neurociência* e *educação*, selecionando para ambas as opções *Assunto*, dentre as possibilidades (Todos os campos, Título, Autor, Assunto, Recursos e Ano da Publicação) e deixando habilitado no campo *Correspondência da Busca* a opção *TODOS* os termos dentre as possibilidades (TODOS os termos, QUALQUER termo e

NENHUM termo). Obteve-se como resultado 13 registros. Realizou-se a leitura de cada um dos resumos e 1 deles foi eliminado por tratar-se de necessidades educacionais especiais. Dos 12 registros, eliminaram-se 3, que já constam nas pesquisas anteriores (T01, T02 e D01) e 3 pela falta de relação com a questão de pesquisa da tese, sendo selecionados os trabalhos conforme indica o quadro:

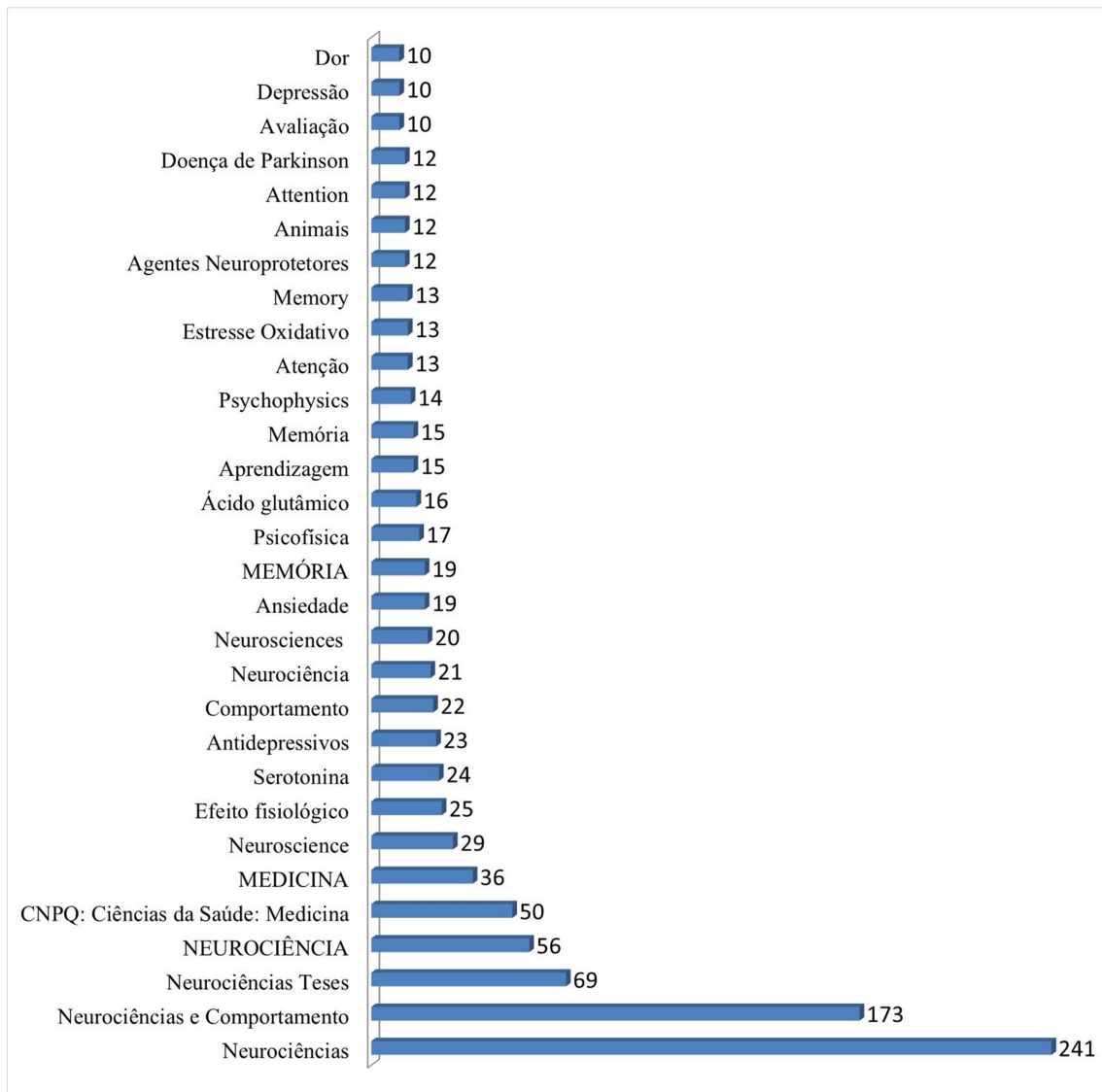
Quadro 11 - Dissertações e Teses selecionadas da primeira busca na BDTD

| CÓDIGO | REFERÊNCIA |
|---------------|--|
| D04 | SOUZA, V. M. de. Memória e Museus de ciências: a compreensão de uma experiência museal a partir da recuperação das memórias dos visitantes. 2015. 164 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. |
| D05 | OBANA, J. E. G. A epistemologia e a psicologia de Jean Piaget e as neurociências uma revisão sistemática. 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Marília, 2015. |
| D06 | LISBOA, F. S. L. "O cérebro vai à escola": um estudo sobre a aproximação entre Neurociências e Educação no Brasil. 2014. 179 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. |
| D07 | OLIVEIRA, C. P. do R. Treinamento de professores em grupo: um programa para trabalhar problemas de comportamento em sala de aula. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Neurociências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. |
| T04 | CARVALHO, F. A. H. de. Reaprender a aprender: a pesquisa como alternativa metacognitiva. 2007. 150 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. |
| D08 | TABACOW, L. S. Contribuições da neurociência cognitiva para a formação de professores e pedagogos. 2006. 264 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2006. |

Fonte: A autora (2018).

Em seguida, ainda utilizando a busca avançada, realizou-se uma busca com o termo neurociência, selecionando a opção *Assunto*, dentre as possibilidades (Todos os campos, Título, Autor, Assunto, Recursos e Ano da Publicação) e deixando habilitado no campo *Correspondência da Busca* a opção *TODOS* os termos dentre as possibilidades (TODOS os termos, QUALQUER termo e NENHUM termo). Ou seja, nessa segunda busca, excluiu-se o termo educação e o resultado dessa busca foram 599 registros. Então, para refinar esse resultado, utilizou-se das “Sugestões de Tópicos dentro de sua busca”, cujos registros estão expostos no **Gráfico 3**.

Gráfico 3 - Gráfico de Registros por Sugestões de Tópicos dentro de sua Busca (Termo de busca: neurociência)



Fonte: A autora (2018).

Dentre essas sugestões, foram selecionadas as que possivelmente apresentam relação com a área educacional, sendo essas: Neurociências e Comportamento, Comportamento, Ansiedade, Memória, Aprendizagem, Memória, Atenção, *Memory*, *Attention* e Avaliação. Os registros foram selecionados pela leitura do título e resumos, ficando-se com 10 registros para serem analisados, dos quais restaram 4, pois eliminaram-se, 1 trabalho por tratar de animais de laboratório e não apresentar relação com humanos e mais 5 pela falta de relação com a questão de pesquisa da tese. Alguns registros constavam em mais de uma sugestão de tópico, então, essas sugestões foram preservadas na coluna sugestões de tópicos separadas por ponto e vírgula.

Quadro 12 - Dissertações e Teses selecionadas da segunda busca na BDTD

| CÓDIGO | SUGESTÕES DE TÓPICOS | REFERÊNCIA |
|--------|---|---|
| D09 | Aprendizagem | FERREIRA, C. P. As ferramentas do pensamento como estratégia de aprendizagem para o estímulo e desenvolvimento da criatividade com alunos do ensino técnico e tecnológico. 2015. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Instituto de Educação, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015. |
| D10 | Aprendizagem; Memória; memory; Neurociências e comportamento | TAKEUCHI, M. Y. Estudo do uso de mapa conceitual na promoção de aprendizagem significativa de conteúdo de neurociência na graduação. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. |
| D11 | Aprendizagem, Memory; Memória; Neurociências e comportamento; Atenção | PEREZ, C. A. Análise de uma experiência investigativa e interdisciplinar de ensino de ciências. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Neurociências e Comportamento) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. |
| D12 | Neurociências e comportamento | PEREIRA, C. D. O papel dos gestos na compreensão de narrativas em língua estrangeira. 2015. Dissertação (Mestrado em Neurociências e Comportamento) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. |

Fonte: A autora (2018).

A quantidade resultante de estudos incluídos, bem como a procedência, o tipo de busca e as palavras-chave utilizadas estão expostos no **Quadro 13**.

Quadro 13 - Quantidade de estudos selecionados em cada base eletrônica consultada

| Base Eletrônica | Tipo de Busca | Palavra-chave | Estudos Selecionados |
|---|---|----------------------------------|--|
| Portal de Periódicos Capes/ MEC | Avançada | <i>Neurociência e Educação</i> | 07 artigos |
| | Avançada (Tipo de material: Artigo) | <i>Neurociência e Educação</i> | 03 artigos |
| | Avançada (Tipo de material: Artigo) (Opção: assunto para ambos) | <i>Neuroscience e Education</i> | 22 artigos |
| | Avançada (Tipo de material: Artigo) (Opção: assunto para ambos) | <i>Neurosciences e Education</i> | 12 artigos |
| Google Acadêmico | Simple (classificar por relevância) | <i>Neuroscience e Education</i> | 10 artigos |
| Banco de Teses Capes | Avançada (Área de conhecimento) | <i>Neurociência</i> | 01 dissertações 02 teses |
| | Avançada (Área de conhecimento) | <i>Neurociências</i> | 02 dissertações 01 tese |
| Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações | Avançada (Opção: assunto para ambos) | <i>Neurociência e Educação</i> | 05 dissertações 01 tese |
| | Avançada (Opção: assunto para ambos) (Sugestões de Tópicos dentro da busca) | <i>Neurociência</i> | 04 dissertações |
| Total | | | 54 Artigos 12 Dissertações 4 Teses |

Fonte: A autora (2018).

5 SISTEMATIZAÇÃO DAS PESQUISAS SELECIONADAS

Este capítulo consiste na organização em quadros das leituras dos estudos selecionados para essa pesquisa. Esses reúnem as variáveis determinadas para a coleta de dados, sendo elas: *palavras-chave*⁴, *objeto/questão de pesquisa*, *principais resultados* e *considerações finais*. Os trabalhos apresentam o *identificador* e, também, no título dos quadros, estão presentes autor e ano.

Essa etapa é o passo cinco da metanálise qualitativa: *análise e apresentação dos dados*, cuja interpretação dos dados será apresentada, a partir do capítulo seguinte, por meio de categorias emergentes do processo de Análise Textual Discursiva e emprego de notas de campo.

A seguir, são apresentados os quadros produzidos por meio da análise e organização das leituras dos estudos em cada uma das bases eletrônicas.

5.1 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO AO PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES/MEC

Quadro 14 – Ficha de leitura do artigo de FERNANDES, C. T. et al (2015)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A01 |
| Palavras-chave | |
| Neurociência. Desempenho psicomotor. Aritmética. Cognição numérica. Educação matemática. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O avanço das neurociências na educação aborda aspectos da memória, da aprendizagem e da indissociável relação corpo-mente para aprendizagem do sujeito. Este estudo buscou correlacionar tais conceitos às Dificuldades de Aprendizagem (DA) específicas em cálculo (aritmética) e pressupostos da Educação Matemática. Investigar o impacto de um programa pedagógico, com atividades didático-manipulativas, usando corpo/movimento, em um estudo longitudinal com 37 escolares com indicativos de DA em cálculo, entre 7 e 12 anos, oriundos de um colégio privado em Cuiabá, MT. | |
| Principais Resultados | |
| “Como resultado, houve um aumento no desempenho escolar da amostra, mostrando que o uso do corpo e de atividades somatossensoriais podem auxiliar alunos com DA a focarem a atenção e melhorar sua autonomia acadêmica, senso de autoeficácia e compreensão matemática” (p. 395). “Os ganhos significativos no desempenho matemático obtidos nos testes pós programas 1 e 2 indicam o impacto positivo de um programa de aritmética centrado no corpo/movimento no desempenho acadêmico de escolares com indicativos de DA em cálculo” (p. 407). “Toda discussão oferecida pela neurociência do aprendizado foi confirmada: verificamos a função inegável da motivação, devido ao prazer do uso do corpo e a atenção focada, esta última conquistada, sobretudo, pela perspectiva da indissociabilidade do corpo-mente, quando das | |

⁴ Em alguns estudos não constam palavras-chave, pois as mesmas estão ausentes em sua estrutura.

atividades manipulativas envolvidas. Para a neurociência do aprendizado, a atenção é fundamental ao ato de aprender, concluindo que não ocorre aprendizagem significativa quando a mesma não está focada (HERCULANO-HOUZEL, 2009)” (p. 408-409).

“Comprovamos que situações manipulativas, de algum modo, aproximaram os participantes dos acertos esperados para os conceitos matemáticos envolvidos, e o grupo demonstrou relembrar muito mais daquilo que foi feito, do que foi apenas dito ou observado – este item refere-se ao aspecto somatossensorial – corpo/movimento da proposta (DAMÁSIO, 1996; HERCULANO-HOUZEL, 2009)” (p. 410).

“As repetições das atividades durante os dois meses do programa fizeram com que os acertos ficassem mais frequentes e disponibilizados para outras situações. Neste aspecto, também, a possível explicação é dada pela neurociência do aprendizado: repetições fazem com que conteúdos guardados momentaneamente na memória de trabalho passem a fazer parte da memória de longa duração (HERCULANO-HOUZEL, 2009)” (p. 410).

“Quanto mais direta era a relação do aluno com a situação proposta (exemplo da divisão de n baldes transportados dois a dois), mais fácil se tornava o entendimento do problema” (p. 410).

“O processo de argumentação do aluno sobre o feito matemático presente – ao justificar sua atitude mediante dada situação, por exemplo, metacognição, metacomunicação – possibilitou, muitas vezes, a tomada de consciência por eles próprios. Metacognição seria a materialização do “pensar como eu pensei” e ocorre quando o sujeito que aprende, ao tentar explicar como fez ou justificar o porquê de sua tomada de decisão, se vê obrigado a pensar sobre seu conhecimento, tornando-se consciente da sua aprendizagem (MUNIZ, 2009)” (p. 411).

Considerações Finais

“Assim, ao tomarmos emprestadas as palavras de Nóvoa (2007), reiteramos sua afirmação de que a educação atual em todo o mundo não consegue integrar os conhecimentos neurocientíficos às suas práticas. Ronda-lhe apenas o discurso... Quanto a esta questão, retomemos Rato e Castro-Caldas (2010b), que creem que não devemos esperar milagres das pesquisas neurocientíficas aplicadas à educação, como, por exemplo, ginásticas cerebrais etc. – os neuromitos –, mas, sim, usar seus conceitos inovadores em prol de um ensino mais centrado no aprendizado, em estudar como ele ocorre efetivamente para as crianças, sobretudo, considerando o corpo e a mente dos escolares de forma mais integralizada. Infelizmente, a escola atual não tem conseguido incorporar, nas “pedagogias”, tais estudos” (p. 411).

“...funcionamento indissociável do organismo, ou seja, corpo-emoções – a química do estresse ou do medo prejudica ou, mesmo, impede o aprendizado; corpo-memória e corpo-consciência, que constituem, concordemos com Nóvoa (2007), questões extremamente instigantes e ainda longe das academias em todos os níveis de ensino” (p. 411).

“Recordemos, também, Yzquierdo (2010) e Damásio (1996), o segundo sobre liberação de serotonina e marcador somático. Ambos levantam questões a respeito da capacidade da memória humana, e o que pode acontecer a ela sob estresse – provas, outras pressões emocionais ou falta de desejo, agravadas em circunstâncias de DA” (p. 411-412).

“Fonseca e Oliveira (2009) sugerem a persistência de déficits neuropsicológicos básicos em escolares com DA, e mostram que isto, além de requerer um trabalho pedagógico específico, também requer a identificação precoce destes perfis de escolares, constituindo-se o uso do corpo/movimento e aprendizagens motoras como novas ações pedagógicas possíveis para o sucesso escolar prospectivo de tais sujeitos” (p. 412).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 15 - Ficha de leitura do artigo de MONEZI-ANDRADE et al. (2012)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A02 |
| Palavras-chave | |
| Planos de estudos. Educação integrada. Neurociências. Educação física. Transtornos neurofisiológicos. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Ante a efetividade da neurociência no desenvolvimento de diferentes áreas do conhecimento, propõe-se adotar o ensino dessa disciplina nos programas de educação física, com o objetivo de que estudantes e profissionais aprendam estratégias didáticas que possam levar à prática e, assim, atender de maneira integral à população, principalmente àquelas pessoas com transtornos neurofisiológicos. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Dentre algumas das aplicabilidades diretas da neurociência à rotina do educador físico, cita-se seu uso em pesquisa e no manejo de pessoas com distúrbios neurológicos e psiquiátricos, bem como de outros grupos específicos de indivíduos” (p. 16-17).</p> <p>“Outra aplicação direta da neurociência diz respeito à prescrição de exercício físico e demais atividades desempenhadas com pessoas com necessidades especiais, em específico, com distúrbios mentais. Nesse caso, o conhecimento profundo da fisiopatologia, manifestações e demais características relacionadas à condição do indivíduo em questão é imprescindível ao profissional de EF” (p. 17).</p> <p>“Ao aproximar o conteúdo teórico à vivência do aluno e contextualizá-la às expectativas de atuação profissional, o docente torna o aprendizado mais palpável do ponto de vista do graduando. Essa metodologia didática demonstra de forma clara a importância da neurociência à prática profissional do educador físico” (p. 18).</p> <p>“Assim, por meio de exemplos que integrem neurociência básica com situações cotidianas ao educador físico, é possível demonstrar para o aluno que esses conhecimentos são base e substrato de muitas das atividades a serem desempenhadas profissionalmente. Desse modo, abordando tanto a neurociência diretamente aplicada à prática quanto como ciência de base, é possível promover a construção do conhecimento de maneira integrada e complementar” (p. 19).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“A neurociência ainda é um campo de conhecimento negligenciado ou apresentado de maneira desarticulada da formação de acadêmicos de EF por razões como a falta de disciplinas adequadas, fragmentação do ensino, dificuldade de aplicação dos conhecimentos a situações da prática profissional e escolhas didáticas inadequadas” (p. 19).</p> <p>“Ao se entender e abordar a importância da neurociência ao educador físico, direta ou indiretamente, obtém-se os motivos por que essa disciplina deve ser adequadamente ministrada” (p. 19).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 16 - Ficha de leitura do artigo de CHACON, M. C. M.; PAULINO, C. E.
(2011)

| | |
|--|-----------|
| Identificador | A3 |
| Palavras-chave | |
| Altas habilidades. Memória. Neurociência cognitiva. Neurotransmissores. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Utilizando-se da neurociência, entender os precoces, prodígios, gênios e altas habilidades como resultantes de um processo único das formações da memória. / Há necessidade de se explicar diferentemente os precoces, prodígios, gênios e as AH? | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O fator cerebral é muito importante na caracterização dos precoces, prodígios, gênios e AH” (p. 187).</p> <p>“A facilidade para aprender pode estar relacionada ao funcionamento dos neurotransmissores, que ativam a memória e aceleram o processo de pensar” (p. 187).</p> <p>“a memória de trabalho [...] serve para gerenciar a realidade, e, por isso, [está] intimamente ligada aos processos criativos, ambos dependentes da produção de serotonina, de onde se pode deduzir que a criatividade é bastante presente em cérebros com produção equilibrada de serotonina, e avançar em nossas deduções ao afirmar que uma pessoa com desenvolvimento diferenciado (precoce, prodígio, gênio e AH) tem como um de seus pontos fortes sua memória de trabalho” (p. 188).</p> <p>“A memória de curta duração dura de uma a três horas e é utilizada em sala de aula pela maioria das pessoas. No entanto, existem as que a utilizam como memória de espera, para que se transforme em memória de longa duração” (p. 188).</p> <p>“A memória de curta duração está associada, principalmente, aos neurotransmissores glutamato e GABA, [e] estimula uma região do cérebro chamada hipocampo. Indivíduos que a utilizam como memória de espera a “esvaziam” a cada 90 minutos para formar novas memórias de curta duração, o conteúdo esvaziado torna-se, na maioria das vezes, memórias de longa duração” (p. 188).</p> <p>“[Nos] cérebros ricos em glutamato e GABA, há uma ativação cerebral intensa que pode se manifestar como habilidade acima da média, [...] isso ocorre para os precoces, prodígios, gênios e AH” (p. 188).</p> <p>“Uma vez mais deduzimos que neurotransmissores ligados a um tipo de memória podem diferenciar um indivíduo do outro. Concluimos, então, que precoces, prodígios, gênios e AH são reconhecidos por sua habilidade acima da média por terem uma memória de curta duração mais eficiente” (p. 188).</p> <p>“a memória de longa duração está ligada ao compromisso com a tarefa, daí podermos anunciar que um cérebro com mecanismos dopaminérgico e noradrenérgico mais ativos possui uma ótima produção de memória de longa duração, permitindo a um precoce, prodígio, gênio e AH uma forte identificação com uma área específica e compromisso com a mesma, normalmente duradouro” (p. 188).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Chamamos a atenção para a importância da imaginologia para investigar os mecanismos de funcionamento das memórias, bem como as concentrações de serotonina, GABA, glutamato, dopamina e noradrenalina, como investigações futuras, para contribuir com as reflexões sobre precoces, prodígios, gênios e AH.” (p. 190). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 17 - Ficha de leitura do artigo de CARVALHO, F. A. H. de (2011)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A04 |
| Palavras-chave | |
| Neurociência. Aprendizagem. Educação. Formação de professores. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Se a sociedade está em constante transformação e se a educação, nela inserida, também passa por mudanças, como o professor, ponto extremo da realização dessas alterações no meio educacional, está enfrentando a complexidade dos novos saberes necessários ao aprimoramento do ensinar? | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Como resultado, destaca-se a necessidade de revisão das estruturas curriculares dos cursos de formação de professores, em especial das licenciaturas, indicando como alternativa a inserção de disciplinas, ou a reestruturação de disciplinas já existentes, com vistas a propiciar a interlocução entre neurociência, ensino e aprendizagem” (p. 537).</p> <p>“Oferecer situações de aprendizagem fundamentadas em experiências ricas em estímulos e fomentar atividades intelectuais pode promover a ativação de novas sinapses” (p. 541).</p> <p>“A memória e a aprendizagem são fundamentais para a evolução do indivíduo como ser social, pois ultrapassam a simples apreensão das informações pelo sujeito aprendente, passando a fundamentar seu pensamento e suas ações” (p. 542).</p> <p>“Assim, quando conseguimos estabelecer uma ligação entre a informação nova e a memória preexistente, são liberadas substâncias neurotransmissoras – como a acetilcolina e a dopamina – que aumentam a concentração e geram satisfação. É dessa maneira que emoção e motivação influenciam a aprendizagem” (p. 542).</p> <p>“Dentro de uma perspectiva de aprendizagem sustentada nas relações entre os elementos constituintes da percepção – sentidos e memória – e no pensamento sistêmico, no qual essas relações acontecem inseridas na complexidade da reestruturação permanente do conhecimento no cérebro/mente, é imprescindível que o professor se reconheça como responsável pela configuração de um ambiente que propicie a autorreorganização dos indivíduos” (p. 543).</p> <p>“À luz desses argumentos, entender como o aluno aprende permite ao professor [...] buscar uma forma mais adequada de ‘didatizar’ os conhecimentos científicos, pois compreender a forma de cognição do aluno melhora a organização do ensino” (p. 543).</p> <p>“Do reconhecimento de que a compreensão do cérebro é crucial para o ato pedagógico, surge a necessidade de refletir sobre um novo saber disciplinar baseado nos conhecimentos neurocientíficos, os quais poderiam ser vinculados às disciplinas direcionadas à aprendizagem humana. A articulação entre neurociências e educação pode ocorrer por meio da renovação de um componente já existente ou pelo acréscimo de um novo componente curricular nos cursos de formação de professores. Sua prioridade deve ser a de adicionar informações científicas e subsidiar futuras ações práticas, não se constituindo apenas em mais um saber disciplinar, mas em um saber pertinente e útil para a prática profissional da docência” (p. 546).</p> <p>“Trata-se de propor um saber disciplinar que embasa e se aprimora num saber profissional, pois ao descobrir o que a neurociência cognitiva pode oferecer à educação e vice-versa, na perspectiva de que esses saberes se complementam, se enriquecem e se necessitam, podemos entrelaçar teorias científicas com a prática docente e, conseqüentemente, fundamentar o saber pragmático dos professores” (p. 546).</p> <p>“Nesse caso, a interlocução entre neurociências e educação influenciaria a futura ação pedagógica dos acadêmicos. Os conteúdos neurocientíficos podem vir a colaborar substancialmente no melhor desempenho docente, uma vez que professores que compreendem a aprendizagem como processo humano que tem raízes biológicas e condicionantes socioculturais do conhecimento adotam uma gestão mais eficaz tanto das emoções quanto da aprendizagem de seus estudantes” (p. 547).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “A necessidade de aproximar os achados na área da neurociência da educação sustenta a | |

premissa de que instituições responsáveis pela formação de professores precisam examinar e discutir os componentes curriculares das licenciaturas, revendo a estrutura desses cursos, a fim de que os alunos, futuros profissionais da educação, possam buscar otimizar sua ação pedagógica” (p. 547).

“componentes curriculares advindos das áreas de psicologia e didática dos cursos de formação de docentes podem abordar conhecimentos neurocientíficos, pois, em geral, contemplam em seus programas questões como memória, emoção, desenvolvimento do sistema nervoso, dificuldades de aprendizagem e comportamento humano” (p. 547).

“postula-se como imprescindível a realização de pesquisas sobre o ensino superior a fim de atender diversos questionamentos pendentes, entre eles: Conhecimentos científicos da neurociência são abordados em alguma disciplina nos cursos de formação de professores? Se o são, estão relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem? Qual a relevância atribuída pelos alunos desses cursos à existência ou não desses saberes disciplinares durante a formação acadêmica?” (p. 547).

“tendo como apoio a percepção de que a visualização do funcionamento do substrato físico onde ocorrem os processos mentais pode tornar-se um elemento facilitador para o entendimento do cérebro como sistema complexo, plástico e reorganizável, sugere-se que o componente curricular faça uso de neuroimagens geradas nas pesquisas desenvolvidas na área da neurociência, as quais constituem recurso inestimável para uma abordagem ampla das relações entre cognição, emoção e aprendizagem” (p. 548).

“achados da própria neurociência têm evidenciado como os estímulos externos gerados no ambiente afetam as conexões cerebrais, influenciando o desenvolvimento e o funcionamento cerebral” (p. 548).

“Sem dúvida, um painel detalhado sobre o que existe de mais atual nas neurociências e que vincule esses dados às teorias pedagógicas deve ser oferecido não apenas para os alunos durante a formação acadêmica, mas também ser estendido aos profissionais em atuação, pois pode contribuir para a formulação de diretrizes pedagógicas que busquem otimizar a adoção de condutas de ensino e de aprendizagem” (p. 548).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 18 - Ficha de leitura do artigo de LIMA, G. (2009)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A05 |
| Palavras-chave | |
| Ciências da mente e educação. Neurociência e educação. Sociologia da educação. Sociologia das ciências. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Introdução ao tema da redescoberta da mente, destacando as diferentes modalidades de práticas educativas. Relatar resultados da pesquisa que constatou a importância do marcador somático para a memória de longa duração. | |
| Principais Resultados | |
| “No âmbito macrocomportamental da aprendizagem, [...] não existe aprendizagem molecular de memória sem envolvimento de emoção, e quanto maior a intensidade da significação emocional, maior será o poder de evocação e da expansão do conhecimento natural e da conquista do conhecimento de longo prazo” (p. 161). | |
| Considerações Finais | |
| “Pensamos que um diálogo de modo muito ampliado com as ciências da mente pode nos ajudar a compreender melhor o labirinto cognitivista, cada vez mais computacional, em que nos encontramos na educação e, ao mesmo tempo, permitir renascer uma educação através da redescoberta da mente nos processos do aprendizado complexo, frente à conquista, também, do conhecimento complexo e, mais especificamente, do conhecimento do conhecimento” (p. 170). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 19 - Ficha de leitura do artigo de MAGALHÃES, H. G. D.; ROCHA, J. D. T.; DAMAS, L. A. H. DE O. (2009)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A06 |
| Palavras-chave | |
| Complexidade. Interdisciplinaridade. Currículo. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Refletir sobre a relação entre o currículo e a Teoria da Complexidade nos espaços institucionais de ensino. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“No campo da Neurociência, por exemplo, as descobertas da Neurociência sobre os processos cerebrais ligados à cognição, atestam não apenas a complexidade do processo de construção do conhecimento, como também o fato de que esse processo é essencialmente interdisciplinar” (p. 41).</p> <p>“Ou seja, adquirimos e enviamos ao cérebro informações através do tato, da audição, da intuição, da imaginação, da visão, da espiritualidade, da emotividade, da audição e do paladar e não apenas através do pensamento. Todas essas informações se transformam em uma rede de neurônios que têm relação entre si e somente o que consegue se inserir no sistema, estabelecendo relações com o que já existe, pode ser contabilizado como novo conhecimento” (p. 41).</p> <p>“Podemos afirmar, portanto, que a complexidade (MORIN, 1996) é o fundamento estrutural, funcional e sistêmico do cérebro e quanto mais informações o indivíduo capta, maior a sua complexidade cerebral, tanto no que diz respeito ao número de neurônios, quanto em relação ao número de inter-relações possíveis” (p. 42).</p> <p>“A construção do conhecimento não é, portanto, algo abstrato, mas apresenta, fundamentalmente, uma natureza, além de sócio-cultural, biofísica, estrutural e orgânica (MATURANA; VARELA, 1995), no sentido de que a construção de um novo conhecimento pode alterar as estruturas cerebrais, inclusive aumentando o número de neurônios” (p. 42).</p> <p>“As emoções influenciam neste processo da mesma forma que os demais tipos de percepção, entretanto, em muitos casos, a emotividade é crucial na retenção de informações, já que o sistema límbico, responsável por equilibrar os conteúdos emocionais, pode vetar a inclusão de novos dados no sistema cerebral” (p. 42).</p> <p>“Quando todas as áreas do cérebro estão funcionando simultaneamente, há uma situação de prazer. O corpo libera hormônios de bem-estar e o cérebro passa a funcionar na situação de fluxo, compreendida por Csikszentmihalyi (apud GOLEMAN, 2001, p.103) como um estado “em que as pessoas ficam absolutamente absortas no que estão fazendo, dando atenção exclusiva à tarefa, a consciência em fusão com os atos” (p. 42).</p> <p>“Segundo uma pesquisa realizada com alunos de uma escola em Chicago, com vistas a se ter uma idéia da importância do fluxo no processo de aprendizagem e, segundo os dados da pesquisa, os alunos que entram em situação de fluxo ao estudarem apresentam melhores resultados do que aqueles que não entram em fluxo cerebral” (p. 43).</p> <p>“Como se percebe, o conhecimento ocorre através de um processo cerebral, mais especificamente através da relação neural, e quanto mais fortes e numerosas essas relações se revelam, mais consistente é o aprendizado. Do mesmo modo, quando o cérebro é estimulado por novas informações e novas demandas, ocorre um fluxo sanguíneo e há um aumento da produção de vários neurotransmissores que estimulam novas ligações entre os neurônios. Esse aumento de fluxo sanguíneo e a consequente produção de neurotransmissores revelam que o aluno está devidamente motivado para aprender” (p. 43).</p> <p>“O aprendizado, conforme nos ensina Moraes (2004), ocorre em rede, ou seja, o processo de significação é subjetivo e se concretiza através das relações que um dado conteúdo consegue estabelecer com as demais informações do sistema. Do mesmo modo, a aprendizagem é recursiva, isto é, um novo dado, ou uma nova informação, quando colocada no cérebro, faz com que “todo o disco seja lido novamente”, ressignificando os conteúdos, de modo que, quando aprendemos um novo conteúdo, na verdade estamos ressignificando, também, os</p> | |

| |
|--|
| conteúdos já adquiridos” (p. 44). |
| Considerações Finais |
| “Percebeu também que boa parte da insatisfação da humanidade se dá pelo fato de que os modelos cognitivos disponíveis não dão conta de oferecer respostas satisfatórias às suas necessidades” (p. 47). |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 20 - Ficha de leitura do artigo de GONZÁLEZ, Z. M.; CONTRERAS, D. G. (2009)

| | |
|-------------------------------------|--|
| Identificador | A07 |
| Palavras-chave | Educação na primeira idade. Processo de aquisição. Leitura. Crianças. Professores. Pais. |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | Criar as condições necessárias para o desenvolvimento da consciência social sobre a importância da leitura, como ferramenta do pensamento que abre novos caminhos para o exercício da liberdade, para o conhecimento de si mesmo e para o respeito pela vida. |
| Principais Resultados | "Nesta proposta pedagógica a promoção da leitura começa a partir de 0 anos, tendo em conta as questões levantadas pela neurociência" (p. 984). "Porque é nesta idade em que o maior número de sinapses ocorre, sempre e quando se proporciona os estímulos adequados; portanto, devemos agir com a criança desde o nascimento, para promover o maior número de interconexões neuronais" (p. 984). “Está cientificamente comprovado que existe relação entre os resultados da atenção educacional adequada durante os primeiros seis anos de vida escolar e o futuro desempenho escolar e social do ser humano. Em outras propostas não se tinham relacionado as contribuições da neurociência com a leitura de contos em tenra idade, e a influencia positiva desta prática no desenvolvimento do pensamento e da aprendizagem. Com esta investigação se rompe com o paradigma de "um livro para cada idade" (p. 984). |
| Considerações Finais | "Em consequência, foi determinado que as condições nas quais o menino e a menina se apropriam da leitura e da escrita, determinam sua relação e seu uso ao longo da vida" (p. 987). |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 21 - Ficha de leitura do artigo de RIBEIRO, S. (2013)

| | |
|-------------------------------------|---|
| Identificador | A08 |
| Palavras-chave | Cérebro, Mente, Consciência, Memória, Psicanálise, Educação. |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | O artigo propõe navegar por alguns dos tópicos neurocientíficos que mais têm motivado discussão na sociedade. Como interpretar as novas descobertas das neurociências? O que significam, que mudanças causam e até onde nos levam? O presente artigo aborda alguns tópicos de amplo interesse social: o envelhecimento, a educação, as drogas, o retorno científico à psicanálise e o problema da consciência. |
| Principais Resultados | “Para suplantar o fosso educacional que separa as diferentes nações, precisaremos compreender melhor as bases biológicas, psicológicas e pedagógicas do aprendizado escolar. Certas descobertas da neurociência sugerem modificações práticas de potencial impacto, algumas postuladas há décadas por pedagogos e líderes políticos. Toda manhã, jovens mal alimentados se dirigem às escolas. Não surpreendentemente, tais estudantes frequentemente |

apresentam déficits de aprendizado. O cérebro é o órgão que mais consome glicose (REIVICH et al., 1979), e a administração de glicose antes do aprendizado fortalece memórias (KOROL; GOLD, 1998). Isso sugere que, independentemente do método pedagógico empregado, a má nutrição afeta negativamente o aprendizado” (p. 9).

“A ingestão calórica talvez não seja, entretanto, o único requisito alimentar para o aprendizado, pois camundongos alimentados com dietas muito gordurosas aprendem menos e mais lentamente do que animais alimentados com baixo teor de gorduras (VALLADOLID-ACEBES et al., 2011). Isso parece se dever a uma dessensitização dos receptores glutamatérgicos do tipo NMDA, que são necessários para o aprendizado de longo prazo (VALLADOLID-ACEBES et al., 2012). O cuidado com a alimentação escolar, portanto, é provavelmente crucial para o aprendizado bem-sucedido dos alunos” (p. 9-10).

“Outro dado neurocientífico relevante para a melhoria da educação diz respeito ao modo como reagimos a recompensas. A relação entre incentivo e motivação obedece a uma função sigmoide, de forma que incentivos muito pequenos ou muito grandes, quando aumentados, pouco afetam a motivação (LEE, 2006; LIVET, 2010)” (p. 10).

“Diversas descobertas científicas recentes alimentam os debates sobre a relação entre neurociências e educação, tais como as evidências de que o direcionamento da atenção do aluno para pontos específicos do material estudado favorece a retenção de memórias, de que gestos não verbais antecedem saltos cognitivos, e de que o aprendizado linguístico baseado em morfemas e grafemas é mais eficaz do que o ensino de palavras inteiras” (p. 10-11).

“O papel dos jogos pedagógicos computacionais ainda é controverso, mas alguns estudos sugerem que a prática de certos jogos pode reverter déficits de aprendizado característicos da dislexia, e até mesmo acarretar a transferência de habilidades entre domínios cognitivos distintos” (p. 11).

Considerações Finais

“Afinal, mais de cem anos depois da descoberta do neurônio, já entendemos que consciência não é uma coisa nem um lugar no cérebro, e sim um processo de fluxos iônicos distribuído por várias regiões cerebrais (GAILLARD et al., 2009). É claro que todas as interações do ser com o ambiente, conscientes ou não, dependem desses fluxos” (p. 17).

“O tempo do cérebro prenuncia mudanças importantes no modo como crescemos, vivemos e morremos. Às novas gerações de pesquisadores cabe o desafio de integrar todo esse conhecimento em prol do bem comum” (p. 18).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 22 - Ficha de leitura do artigo de VIEIRA, E. P. de P. (2012)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A09 |
| Palavras-chave | |
| Neurociências, Educação, Formação de Professores. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Enumerar os aspectos das neurociências que podem ser considerados na formação docente. Analisar os conteúdos dos documentos obtidos (BARDIN, 2002) com objetivo de estabelecer categorias e problematizá-las à luz de uma nova proposta de formação de professores. | |
| Principais Resultados | |
| “A preocupação em definir as neurociências é comum aos textos selecionados, talvez em função de sua pouca ou recente familiarização em áreas como as relacionadas às ciências da educação” (p. 33). | |
| “As diferentes formas como as neurociências são concebidas, implicam em maneiras de serem pensadas em currículos pensados para a formação de professores – Como disciplina ou como presente em disciplinas, independentemente, existem nas diferentes concepções um ponto comum, qual seja, aquele que relaciona os estudos neurocientíficos ao campo fisiológico” (p. 33). | |
| “a neurociência é possibilitadora de novas relações entre as teorias cognitivas e a prática educativa, ainda assim, não seria desejável que as neurociências fossem consideradas | |

exclusivamente morfofisiológicas, evidenciando “apenas” estudos ao nível de neurônios, sinapses, neurotransmissores dentre outros” (p. 33).

“Embora se constate tais avanços, é possível detectar vozes/discursos que claramente sugerem cautela em relação ao entusiasmo causado pelas novas técnicas e que podem conduzir a informações precipitadas e equivocadas (GOSWAMI, 2006)” (p. 34).

“As neurociências podem ser consideradas como relativamente novas quando comparadas a neurologia ou a psicologia, contudo, embora se atribua a estas áreas a construção de grande quantidade de saberes a respeito do cérebro dos vertebrados, incluindo bioquímicos, farmacológicos e terapêuticos, é reconhecido o pouco que se sabe sobre percepção, memória, emoções e suas relações cognitivas, sendo consenso o reconhecimento do potencial das neurociências para se pensar a educação e os processos cognitivos na atualidade (GOSWAMI, 2004)” (p. 34).

“O pensamento estaria apto a captar certos objetos de forma específica e determinante, o que para Vasconcellos e Machado (2006) possibilita relacionar a funcionalidade dos mecanismos cognitivos a uma concepção racionalista divergente de muitas teorias ou paradigmas educacionais utilizados na contemporaneidade, como o construtivismo” (p. 34).

“Vasconcellos e Machado (2006) afirmam que elucidar convergências e dissonâncias entre uma compreensão construtivista do funcionamento cognitivo e as pesquisas em psicologia experimental e neurociência possibilita ampliar modelos de terapias cognitivas baseadas em aspectos “não racionais” ou “não automáticos” da cognição” (p. 34).

“Pode se entender que independentemente da concepção epistemológica de funcionamento do Sistema Nervoso Central, estar baseada no entendimento computacional ou no entendimento sócio histórico, se reconhece nas neurociências a possibilidade de “desvelar” a cognição” (p. 34).

“estudos antropológicos, psicológicos e neurocientíficos evidenciam a diversidade de nossas capacidades cognitivas, o que justificaria sua divisão em Sistemas Cognitivos Sociais, Biológicos e Físicos” (p. 34).

“Segundo Andrade e Prado (2003) é possível, a partir de estudos com neuroimagens demonstrar que uma significativa porção do cérebro é dirigida ao comportamento social, especificamente o córtex pré-frontal, além de regiões específicas do córtex temporal. Além disso, os Sistemas Cognitivos Biológicos, aqueles relacionados à capacidade de nomear e categorizar seres vivos e inanimados e os Sistemas Cognitivos Físicos, associados à capacidade de julgar quantidades relativas a itens no campo visual e o processamento numérico, também teriam suas correspondentes na anatomia do cérebro. Danos na porção posterior do neocórtex impossibilitam o paciente de nomear coisas vivas, preservando sua capacidade de nomear objetos inanimados ou vice e versa, além disso, o processamento cognitivo do espaço físico e de suas representações mentais engajariam áreas do córtex parietal superior e regiões dos lobos temporais (ANDRADE; PRADO, 2003)” (p. 34).

Cagnin (2008) refere que nas neurociências de um modo geral e, em particular, no que se denomina Neuropsicologia Cognitiva, existe uma nítida ênfase da perspectiva modular dos processos cognitivos, ou seja, aquela que associa áreas do cérebro a determinado aprendizado, contudo, ressalta que ao focalizar relações entre afeto, cognição e o conceito de modularidade em uma abordagem evolucionista da mente, se pode observar inter-relações entre plasticidade e especificidade, acreditando-se que em alguns casos, por exemplo, diante de uma lesão, áreas cerebrais remanescentes poderiam se reorganizar para tentar, por outros meios, minimizar perdas de determinadas funções. Assim, por mais que se associem áreas específicas do cérebro a determinadas funções cognitivas, ao considerarmos sua plasticidade, devemos admitir a superação de “dificuldades” mesmo em pessoas portadoras de lesões neurológicas (dependendo da lesão, evidentemente!)” (p. 34-35).

“Para Andrade e Prado (2003) os novos saberes a respeito da relativa independência de determinadas capacidades cognitivas geram importantes implicações para a educação, dentre as quais, a possibilidade de se planejarem formas cada vez mais específicas de ensinar determinados assuntos ou integrar as diferentes áreas do cérebro por meio de atividades/processos de ensino. Citam, por exemplo, as relações entre o ensino de música e de matemática, apontando o benefício da aprendizagem matemática através do ensino da

música, mas, admitindo que tais benesses só seriam possíveis ao se buscar e construir alternativas pedagógicas que valorizassem a espacialidade e a temporalidade de ambas ao invés de ensinar mecanicamente regras, símbolos, algoritmos etc” (p. 35).

“Ao associar neurociências, cognição e educação, outras indagações se fazem necessárias – É pertinente considerar a possibilidade de antecipar discussões desta natureza na formação de professores?” (p. 35).

“Goswami (2004) afirma que parece oportuno considerar as possibilidades das neurociências para explorar questões educacionais, seu eixo integrador seria a aprendizagem” (p. 35).

“Em uma perspectiva eminentemente biológica, Goswami (2004) afirma que a aprendizagem compreende em geral alterações na conectividade neuronal, ou seja, os padrões de atividade dos neurônios são pensados para que correspondam a determinados estados mentais ou relacionados a representações. Um tipo de concepção que seria capaz de subsidiar teorias de conhecimento ou epistemologias do aprendizado próximas ao determinismo biológico senão fosse por uma consideração fundamental, a de que o meio é igualmente (ou mais...) determinante para o aprendizado e reconhecido como tal pelos autores (neurocientistas) dos trabalhos analisados” (p. 35).

“Goswami (2004) reconhece o fato dos educadores não estudarem a aprendizagem ao nível da célula, fundamentalmente, porque é possível se alcançar uma “aprendizagem bem sucedida” considerando currículos, contexto escolar, familiar ou comunitário, ainda assim, é pertinente considerar os efeitos que estudos neurocientíficos e afins parecem alcançar” (p. 35).

“A questão lançada é a de complementaridade entre neurociência e teorias tradicionais da aprendizagem, ainda assim, deve se reconhecer que esta relação entre saberes está distante das maneiras de se praticar a formação de professores, especialmente em nosso país (ANDRADE; PRADO, 2003)” (p. 36).

“Para Tabacow (2006) as atuais diretrizes curriculares da formação de professores no Brasil não levam em consideração estudos relacionados ao funcionamento do cérebro, tampouco, preparam educadores para que sejam capazes de detectar, corrigir ou fazer encaminhamentos necessários para possíveis distúrbios de aprendizagem” (p. 36).

“Não se trata de tornar professores especialistas em áreas da saúde, mas sim, de torná-los especialistas em educação, na concepção de Ciasca (1994), qual seja, que tenham capacidade de refletir sobre os processos de ensino e aprendizagem em seus contextos variados e que podem incluir contribuições das neurociências, dentre outras” (p. 36).

“Haveria, portanto, uma inequívoca necessidade de atualização curricular das universidades e dos profissionais da educação em relação aos avanços científicos, de modo que isso seja refletido na educação escolar básica (ANDRADE; PRADO, 2003)” (p.36).

“Tabacow (2006) convida a reflexão sobre duas formas possíveis de aproveitar os avanços das neurociências na educação - como nova disciplina ou como parte integrante de outras disciplinas, a contento de como são concebidas as neurociências, seus processos e finalidades e, sobretudo, os “tipos” de formadores de professores que abordariam estes conhecimentos” (p. 36).

“A espera de profissionais específicos capazes de construir pontes entre educação e neurociências, não deve configurar obstáculo para que se lance mão dessas discussões em ambientes interessados em promover ensino que utilize prerrogativas neurocientíficas” (p. 36).

“No caso específico de discussões neurocientíficas na formação inicial de professores, Tabacow (2006) se mostra reticente em defendê-la, ao menos em curto prazo. Afirma que a neurociência é uma área de conhecimento que está em seu nascedouro o que a leva a fazer mais perguntas do que fornecer respostas, comportando cautela no que tange a crença de que possa resolver todos os problemas educacionais” (p. 37).

Considerações Finais

“Um aspecto merece ser destacado em relação a esta observação, refere-se à transitoriedade do conhecimento científico” (p. 37).

“Não parece sensato abordar neurociências em apenas um momento e sim de abordá-la ao longo do exercício docente, incorporando novas discussões e eventualmente descartando

“saberes superados”” (p. 37).

“Apesar da vertente biologizante das neurociências, é consenso entre os autores selecionados, bem como em muitas referências utilizadas por estes mesmos autores, o fato de que as teorias de aprendizagem de célebres estudiosos como Jean Piaget e Lev Vygotsky não devam ser “descartadas” em função de sabermos que determinado medicamento é capaz de promover mais atenção e conseqüentemente melhor aprendizado” (p. 37).

“Deve haver complementaridade entre as concepções, somando esforços dirigidos a responder questões pendentes nos processos de ensino e aprendizagem. A educação em geral seria enriquecida com a inserção de discussões neurocientíficas, ainda que a existência de uma disciplina específica não seja uma ideia bem defendida” (p. 37).

“Por fim, é possível afirmar com este trabalho, a existência de certa unanimidade em relação à importância dos estudos neurocientíficos e a necessidade de que devam fazer parte dos processos e discussões que abrangem a formação de professores, seja em caráter inicial ou continuado” (p. 37).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 23 - Ficha de leitura do artigo de SOUZA, L. B.; GABRIEL, R. (2009)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A10 |
| Palavras-chave | |
| Leitura. Cognição. Memória. Aprendizagem. Ensino. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Neste artigo, revisamos alguns fundamentos teóricos para o ensino da leitura baseados em recentes estudos das neurociências e ciências cognitivas. | |
| Principais Resultados | |
| “O primeiro nível a ser desenvolvido é o que dá acesso ao código, à decodificação. A partir dele, o estímulo que passa pelos olhos chega ao córtex visual bilateralmente (LENT, 2002), sendo processado pelas regiões responsáveis” (p. 48). | |
| “É importante automatizar o nível de decodificação, de forma que a leitura seja mais rápida e o foco de atenção possa se concentrar na busca de significado. A automatização só é possível através da prática intensiva da leitura na escola e em casa: quanto mais experiente for o leitor, melhores serão suas habilidades de decodificação” (p. 49). | |
| “Com relação ao caminho neural do processamento das palavras, haveria duas formas de ler. Uma forma de ler, predominante no leitor aprendiz, seria a rota fonológica. Nesse modo de ler, o acesso ao significado passa pela recodificação do sinal gráfico em sua contraparte sonora, ou seja, a leitura passaria pela associação grafema – fonema e, a partir da imagem sonora seria possível o acesso ao significado. Já a leitura que utiliza a rota lexical dá acesso direto ao significado, via forma ortográfica da palavra. A utilização dessa rota pressupõe que o leitor conheça a forma ortográfica da palavra, daí a sua predominância no leitor maduro” (p. 49). | |
| “A utilização da rota lexical pressupõe maior experiência com textos escritos, ao passo que a rota fonológica permitirá a leitura de palavras novas ou de baixa frequência de uso, ou, ainda, de palavras irregulares e pseudopalavras” (p. 49-50). | |
| “A partir de um desses processos ocorre o acesso ao léxico, à seleção léxica e à integração lexical (GAZZANIGA et al., 2006), ou seja, à construção do significado das palavras. A pesquisa de Salles e Parente (2002, p. 15) revela que os melhores leitores são os que usam proficientemente as duas rotas, e que “ambas as rotas de leitura de palavras, fonológica e lexical, estão relacionadas e desenvolvem-se juntas”. (p. 50). | |
| “Bons leitores ativam regiões das partes posterior e anterior do lado esquerdo do cérebro. No sistema posterior, identificou dois caminhos de leitura: o caminho superior, localizado na região parietotemporal, que seria utilizado por leitores iniciantes dependentes da conversão grafema-fonema; o caminho inferior, localizado na área occipitotemporal, também chamada de área ou sistema de forma da palavra, seria utilizado por leitores experientes que identificam as palavras instantaneamente” (p. 50). | |

“As hipóteses referentes às rotas de leitura fundamentam duas metodologias de ensino da leitura diferentes. O método fonológico que trabalha a consciência fonológica e ensina a fazer a conversão grafema-fonema para, a partir do som, acessar o significado; e o método global, que instrui o reconhecimento da palavra como um todo, sem recorrer ao aspecto fonológico, levando ao estabelecimento de uma ligação direta entre palavra e significado” (p. 50-51).

“Após processar cada palavra, o leitor precisa construir uma representação mental dos sentidos do texto, o que se dá através da integração/organização dos sentidos de palavras, frases e parágrafos em uma rede de significados. Para explicar esse processo, duas áreas têm se associado, as ciências cognitivas, que teorizam sobre a cognição e realizam experimentos a partir de comportamentos linguísticos, e a neurociência, que utiliza técnicas de neuroimagem como a ressonância magnética funcional (RMF) e o TEP (Tomografia por Emissão de Pósitons) (SCHERER; GABRIEL, 2007) na busca de áreas do cérebro que são ativadas durante determinadas tarefas de leitura” (p. 51-52).

“Na área das ciências cognitivas, destacamos o modelo de compreensão da leitura (CI – Construction-Integrated) elaborado por Kintsch (1998). Segundo esse modelo, o leitor constrói uma representação mental do texto, inicialmente, caótica que, ao ser integrada ao conhecimento prévio, resulta em uma representação coerente. Esse processo ocorre em dois níveis: na construção da base textual e no modelo situacional. A base textual correspondente à memória do texto. Os aspectos mais relevantes da micro e da macroestrutura são organizados em uma rede inter-relacionada de estruturas proposicionais, compostas por predicado-argumento. À medida que a leitura é feita, novas proposições são construídas, modificadas e integradas à rede, de modo que as proposições macroestruturais organizam hierarquicamente as microestruturais, sendo as mais relevantes para a compreensão e para a memória. A rede de proposições constituída pelas informações textuais é, então, de modo simultâneo, integrada ao conhecimento prévio do leitor, gerando, assim, o modelo situacional. A principal função do chamado modelo de situação é estabelecer a coerência da rede, o que é feito por meio do preenchimento das lacunas textuais, o que o leitor realiza, ao mobilizar seu conhecimento prévio. Ou seja, é o conhecimento prévio que permite ao leitor produzir inferências, construindo, dessa forma, a representação mental do texto” (p. 52).

“os dois hemisférios cerebrais trabalham juntos para efetivar a compreensão, sendo que o hemisfério esquerdo envolve-se principalmente no processamento lexical/semântico e sintático, enquanto o direito seria responsável pela integração das informações do texto com o conhecimento de mundo, além de contribuir com a realização de inferências e compreensão da linguagem figurada, como metáforas e ironia” (p. 53).

“entendemos que o bom desempenho em leitura depende do sucesso na realização de cada uma das etapas do processo. Bons leitores decodificam mais rápido e com mais precisão, possuem padrões de fixação mais eficientes, possuem maior vocabulário, utilizam menos, porém, melhor as informações do contexto, constroem representações textuais mais exatas e adequadas, possuem maior conhecimento prévio sobre o assunto, produzem maior número de inferências precisas e, portanto, são capazes de aprender mais a partir da leitura (KINTSCH, 1998). Isso demonstra que o ensino da leitura deve abranger a prática de cada uma dessas habilidades e, após os anos iniciais, enfatizar os processos de integração da informação textual ao conhecimento prévio, bem como incentivar a produção de inferências, principais caminhos para a compreensão” (p. 53).

“A memória desempenha um papel fundamental para a leitura, em todos os seus níveis. Sem memória, não conseguiríamos identificar as letras, nem os significados, não lembraríamos das frases anteriores, nem do que já sabemos sobre o assunto, ou seja, não sairíamos da primeira frase nunca. A atividade cerebral durante a leitura é tão intensa que ler é considerado um exercício de memória, aliás, o melhor de todos” (p. 53-54).

“A importância da memória de trabalho para o bom desempenho da leitura apoia-se principalmente na sua capacidade de processar, filtrar e distribuir as informações” (p. 54).

“Por outro lado, inúmeros fatores podem interferir no processo de consolidação da memória, entre eles os estados de ânimo, as emoções, o nível de alerta, a ansiedade e o estresse. Izquierdo (2002, p. 63) afirma que “um aluno que é submetido a um nível alto de ansiedade, depois de uma aula, pode esquecer aquilo que aprendeu”. O alerta do autor deve ser

considerado pela escola, pois sugere a fragilidade dos resultados de avaliações permeadas de ameaças e ansiedade” (p. 54).

“A memória de longa duração, de sua parte, está relacionada ao que chamamos de conhecimento prévio ou conhecimento de mundo, que exerce papel fundamental na formação do modelo situacional, e, portanto, na compreensão da leitura. Grande parte das dificuldades de leitura acontece pela insuficiência de conhecimentos lexicais ou enciclopédicos” (p. 54).

“Tudo o que vivemos é memorizado juntamente com as emoções que sentimos naquele momento, essas emoções podem ser primárias, inatas e, muitas vezes, inconscientes. Podem também ser secundárias, ou aprendidas, constituindo-se basicamente do aprendizado resultante das experiências vividas” (p. 56).

“Memória e aprendizado estão intimamente ligados. A memória é o processo pelo qual aquilo que é aprendido persiste ao longo do tempo. Tanto o aprendizado quanto a memória são resultado do aumento de ramificações das células nervosas que, assim, podem formar novas conexões ou fortalecer as já existentes (SQUIRE et al, 2003). Essas conexões ou sinapses são o meio pelo qual os neurônios interagem e trocam informação, quanto mais vezes a mesma rede de neurônios for ativada, mais ela ficará memorizada, conseqüentemente, mais fácil será o acesso a ela, ou seja, a evocação. Grande parte das aprendizagens exige repetição de estímulo, ou seja, treinamento, para que se consolidem e para que sejam evocadas quando necessário” (p. 57).

“Aprender é associar algo novo ao já conhecido, o conhecimento prévio dá suporte ao novo, e no caso da leitura, à compreensão do novo. A aprendizagem exige compreensão e diálogo com o texto, de forma que o leitor preencha as lacunas textuais por meio da formulação de inferências e do emprego de estratégias metacognitivas na resolução de possíveis dificuldades” (p. 58).

“À medida que os alunos experimentam a leitura de diversos gêneros, eles vão conhecendo essas particularidades que, futuramente, auxiliarão na leitura de textos de forma mais rápida e proficiente” (p. 58).

“Atenção especial deve ser dada ao texto literário, pois quando bem selecionado, é uma importante fonte para despertar o interesse do aluno pela leitura e expandir sua experiência de vida através do contato com a arte, pois mexe com suas emoções” (p. 58).

Considerações Finais

“Ao focar os processos cognitivos envolvidos nos diversos níveis de leitura, percebemos o quão central é o controle do cérebro sobre as atividades cognitivas, entre elas a leitura, a memória, a aprendizagem e a emoção” (p. 59).

“Estudos recentes têm comprovado que tudo o que fazemos, seja leitura, fala, riso, imaginação, acontece por meio de processos eletroquímicos no cérebro, ou seja, a partir da interação de redes neurais de diversas áreas cerebrais. Todos são processos integrados que fazem parte do mesmo ser – leitor/aluno” (p. 59).

“Linguagem, cognição e cultura estão fortemente relacionadas e [...]é impossível ensinar a leitura, ou qualquer outra habilidade linguística, sem trabalhar cognição e cultura. A leitura enquanto atividade complexa, interpessoal e subjetiva exige envolvimento total do ser, ou seja, ao ensinar ou pesquisar leitura não se pode excluir o sujeito, a emoção, a cultura, pois todos os processos acontecem de modo integrado no cérebro, tudo isso compõe a cognição” (p. 60).

“De acordo com Gazzaniga (2006), o encéfalo humano muda até o fim da adolescência, portanto durante toda a infância a criança está em processo de evolução não só do corpo, mas também do cérebro e, conseqüentemente, de suas capacidades cognitivas. Através do processo de desenvolvimento, a organização do sistema nervoso pode ser influenciada pelo ambiente, ou seja, pela experiência que provém da interação social” (p. 60).

“A interação social, ao proporcionar o contato com os artefatos e conhecimentos culturais e experiências de manipulação desses artefatos, não só ajuda a criança a passar para outras etapas de desenvolvimento, como pode até mesmo acelerar o ritmo de cada uma delas. Nesse ponto, portanto, entra o papel da educação formal e informal” (p. 60).

“Uma vez que “as redes neurais que intervêm na leitura constituem-se durante a própria aprendizagem desta habilidade e em conseqüência desta aprendizagem”

(MORAIS et al., 2004) entendemos que a metodologia de ensino da leitura deve centrar-se na sua prática constante e na abordagem da leitura enquanto instrumento, utilizando para isso gêneros textuais diversificados e variadas estratégias de leitura, aliados a tarefas de raciocínio, resolução de problemas e escrita, visando a desenvolver a proficiência em todos os níveis de leitura e a autonomia do leitor” (p. 60-61).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 24 - Ficha de leitura do artigo de BAKER, J. M. (2015)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A11 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neuroscience. Neuroimaging. NIRS. Education. Mathematics. Educational neuroscience.</i> Neurociência. Neuroimagem. NIRS. Educação. Matemática. Neurociência educacional. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Compreender melhor as assinaturas neurais associadas com atividades de aprendizagem de matemática do mundo real. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Os nossos resultados sugerem que as ativações corticais relacionadas com o jogo de refração são semelhantes àqueles que resultam de atividades de matemática tradicionais normalmente empregues em estudos de cognição matemática” (p. 349).</p> <p>“À medida que desenvolvemos uma compreensão mais firme de como o cérebro responde ao ensino de matemática no mundo real, os professores podem começar a fazer uso de tais achados, melhorando assim o método educacional” (p. 349).</p> <p>“Estudos de neuroimagem como o nosso podem ajudar a elucidar como o cérebro responde e se adapta às ferramentas de ensino de matemática, e como essas adaptações coincidem com mudanças no desempenho da tarefa” (p. 349-350).</p> <p>“Tomados em conjunto, estes estudos podem fornecer aos educadores informações poderosas que podem ajudar a triangular a estratégia de ensino ideal para cada criança” (p. 350).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Dada a alta probabilidade de que estas e outras aplicações da neurociência terão um impacto positivo na educação, o futuro da educação cerebral é brilhante” (p. 351). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 25 - Ficha de leitura do artigo de BENNINGFIELD, M. M.; POTTER, Mona P.; BOSTIC, JEFF Q. (2015)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A12 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neuroscience. Cognitive. Emotional. Education. Students.</i> Neurociência. Cognitivo. Emocional. Educação. Estudantes. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Este artigo afirma que a integração da aprendizagem social-emocional (SEL) nas salas de aula é essencial para a realização acadêmica devido à forma como o cérebro é organizado e ao processo através do qual o desenvolvimento do cérebro ocorre. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A fiação do cérebro garante que as cognições e as emoções influenciam-se mutuamente na percepção de todas as experiências. Como a emoção e a cognição são tão estreitamente ligadas, as salas de aula que integram os aspectos sociais e emocionais da aprendizagem aumentam o desempenho acadêmico” (p. 262).</p> <p>“O que ficou claro nas últimas duas décadas é que a emoção e a cognição influenciam acentuadamente Um ao outro, e ambos devem ser abordados no processo de aprendizagem” (p. 262).</p> <p>“As emoções evoluíram para ajudar a monitorar e responder ao meio ambiente para promover a sobrevivência. A emoção serve a função importante de coordenar diversas funções corporais em resposta a demandas contextuais específicas, direcionando a atenção, limitando a entrada sensorial, atribuindo saliência aos estímulos e direcionando a seleção de produção comportamental. Através desses processos, a emoção influencia o que se vê e, como resultado, como se comporta. O ambiente possui muito mais informações do que os humanos podem processar” (p. 262).</p> <p>“Portanto, o cérebro deve priorizar os insumos sensoriais e agir sobre o que é mais importante no momento. Em contextos de alta excitação emocional, os estímulos estranhos são ignorados e a atenção é focada em informações que são críticas para a sobrevivência. Quando os estudantes se sentem ameaçados, seu foco muda dos esforços acadêmicos, como a realização de cálculos matemáticos, para buscar segurança imediata, muitas vezes, através de uma resposta de luta ou fuga. As ameaças sociais podem gerar respostas semelhantes e preocupar a atenção do aluno. Portanto, os esforços para enfrentar as ameaças sociais e emocionais percebidas podem ser essenciais para envolver um aluno na aprendizagem” (p. 263).</p> <p>“Os professores desempenham um papel importante em ajudar as crianças a desenvolver essas habilidades de resolução de problemas através da modelagem de uma regulação efetiva de emoções e oferecer múltiplas oportunidades para os alunos praticarem habilidades de regulação emocional frequentemente nas experiências diárias de sala de aula. A repetição frequente dessas habilidades é vital no desenvolvimento, porque o cérebro elimina seletivamente conexões neuronais que não são usadas” (p. 266).</p> <p>“Os alunos ansiosos são mais propensos a acelerar emocionalmente e com mais intensidade do que seus pares. Considere a necessidade de técnicas de tolerância de angústia, como distração ou auto-calmante para ajudar a diminuir a intensidade, para que a parte "pensante" do cérebro possa envolver” (p. 269).</p> <p>“Os estudantes ansiosos são menos capazes de acessar a parte racional / "pensativa" de seu cérebro durante essa excitação, tornando difícil não só avaliar com precisão o perigo, mas também se envolver de forma significativa com tarefas cognitivas (por exemplo, prestar atenção ao professor)” (p. 269).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Dirigir-se aos aspectos sociais e emocionais do desenvolvimento pode, em última instância, melhorar o desempenho acadêmico de todos os alunos” (p. 272). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 26 - Ficha de leitura do artigo de KONTRA, C. et al. (2015)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A13 |
| Palavras-chave | |
| <p><i>Embodied cognition. Science education. Cognitive neuroscience. STEM learning. fMRI. Motor activation. Open data. Open materials.</i> Cognição incorporada. Educação em ciências. Neurociência cognitiva. Aprendizagem STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). fMRI. Ativação motora. Dados abertos. Materiais abertos.</p> | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Explorar a importância da experiência física na aprendizagem de ciências. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Em resumo, em um ambiente de sala de aula autêntico, os alunos que sentiram as consequências da natureza vetorial do momento angular superaram os alunos que observaram os mesmos fenômenos” (p. 748). “Mostramos que a experiência física breve e significativa com o conteúdo científico aumenta o aprendizado, ativando sistemas sensoriais do cérebro utilizados para executar ações semelhantes no passado. Esses achados especificam um mecanismo subjacente ao valor da experiência física na educação científica e conduzem o caminho para práticas de sala de aula nas quais a experiência com o mundo físico é parte integrante da aprendizagem. Nossos dados mostram o valor de correspondência entre a entrada sensorial e motora experimentada durante o aprendizado e a informação necessária no teste e sugerem que os conceitos científicos envolvendo cinética podem ser particularmente bem adequados para o aprendizado através da experiência física.” (p. 748).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Como resultado, é necessário entender quando a experiência direta com o mundo físico é benéfica para a aprendizagem e como integrar os princípios da cognição incorporada em ambientes virtuais de aprendizagem (de Jong, Linn & Zacharia, 2013; Han & Black, 2011; Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013, Pouw, van Gog, & Paas, 2014)” (p. 748).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 27 - Ficha de leitura do artigo de DEVONSHIRE, I. M. et al. (2014)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A14 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Investigar o impacto de jogos de aprendizagem baseados em risco na retenção de informações. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O risco aumenta a motivação e, se usado adequadamente, pode ter o potencial para melhorar o envolvimento na sala de aula” (p. 1). “As pontuações dos testes foram maiores do que as pontuações do dia da oficina, sugerindo que os alunos discutiram o conteúdo da oficina fora da sala de aula, aumentando assim o conhecimento além do que foi aprendido durante a oficina” (p. 1). “A retenção de informações a longo prazo é melhorada usando jogos de aprendizagem baseados no risco” (p. 4). “Mostramos que a inclusão de jogos de aprendizagem baseados no risco é um meio eficaz pelo qual os alunos podem ser envolvidos e a retenção de informação melhorada” (p. 8).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Embora um foco de futuros estudos seja elucidar os mecanismos precisos pelos quais os jogos de aprendizagem promovem a retenção, temos demonstrado uma abordagem prática para avaliar questões tópicas em neurociência educacional e contribuir para a crescente base de evidências na educação” (p. 8).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 28 - Ficha de leitura do artigo de KNOWLAND, V. C. P.; THOMAS, M. S. C. (2014)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A15 |
| Palavras-chave | |
| <p><i>Lifelong learning. Adult education. Adult leaning. Adult literacy. Brain plasticity. Sensitive periods. Educational neuroscience.</i></p> <p>Aprendizagem ao longo da vida. Educação de adultos. Aprendizagem de adultos. Alfabetização de adultos. Plasticidade cerebral. Períodos sensíveis. Neurociência educacional.</p> | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>Este artigo revisa o que é atualmente conhecido a partir de pesquisas neurocientíficas sobre como a plasticidade cerebral muda com a idade, com um foco particular na capacidade de adquirir novas habilidades na idade adulta.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“a neurobiologia é universal, tendo os seguintes princípios de aprendizagem, com base na literatura atualmente disponível, universalmente aplicável:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A prática é crucial se o objetivo, como deveria ser, é atingir a automaticidade e não apenas a competência. Investir na educação de adultos não é uma solução rápida, mas exige o compromisso de longo prazo de todas as partes envolvidas, assim como o aprendizado na infância” (p. 116). “2. Motivação para alcançar e atenção aos estímulos são aspectos necessários da aprendizagem na idade adulta. Isto é verdade tanto no que diz respeito à redução das taxas de abandono escolar, mas também ajuda a retenção a longo prazo de novas competências. O feedback sobre o desempenho desempenha uma função semelhante e pode ser particularmente importante para os adultos mais velhos” (p. 116) “3. Aprender com um tutor ao vivo e engajar-se ativamente com materiais, em vez de depender de apresentação passiva, pode ser mais importante para os adultos do que para as crianças” (p. 116). “4. A ordem em que os elementos de uma habilidade são ensinados é uma consideração importante no desenvolvimento curricular. O trabalho em habilidades fundamentais, como o controle de atenção ou habilidades específicas, como a consciência fonológica no caso da alfabetização, ajudará a apoiar o desenvolvimento de habilidades de ordem superior e reduzir a variabilidade nos resultados. Reduzir a variabilidade na capacidade dos alunos na sala de aula vai ajudar todos a aprender mais eficazmente” (p. 116). “5. O ambiente de aprendizagem deve ser tão livre de ruído quanto possível. Isto é particularmente relevante para a aprendizagem no local de trabalho, onde o nível de ruído irrelevante pode ser elevado. O uso de múltiplas fontes de informação através de modalidades ajuda a reduzir o impacto do ruído na aprendizagem” (p. 116). “6. Ao aprender uma distinção que não era previamente relevante para o indivíduo, os materiais devem inicialmente exagerar características perceptivas relevantes. Isso, em conjunto com a prática intermitente, que exige que os alunos acessem novas representações em tempos imprevisíveis, otimizarão a aprendizagem” (p. 116). “7. Começar uma boa noite de sono vai consolidar o aprendizado em adultos” (p. 117). | |
| Considerações Finais | |
| <p>“A principal mensagem para os formuladores de políticas é que a aprendizagem pode ser alcançada ao longo da vida, mas a consideração deve ser dada tanto às forças e limitações do cérebro adulto ao projetar programas educacionais. A plasticidade residual no cérebro e as formas de extensão ou modulação da plasticidade são, portanto, de interesse fundamental em relação à política educacional. Este artigo mostrou como a pesquisa neurocientífica informa a questão muito prática e extremamente importante da aprendizagem na idade adulta e destacou as principais mensagens traduzíveis que até agora surgiram da literatura. Sugerimos que a pesquisa nesta área precisa dar o salto do laboratório para a sala de aula para começar a abordar questões específicas relevantes para áreas políticas individuais” (p. 117).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 29 - Ficha de leitura do artigo de VAN KESTEREN, M. T. R. et al. (2014)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A16 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>Especificamente, a codificação e recuperação correta de informações relacionadas a esquemas pré-existentes parece bastante relacionada ao processamento pré-frontal medial, enquanto que informações não relacionadas ou inconsistentes com esquemas pré-existentes relacionam-se ao processamento temporal medial e a uma interação aprimorada entre essas estruturas. Para investigar ainda mais as interações entre essas regiões durante a codificação conceitual em uma configuração universitária do mundo real, investigamos a atividade e a conectividade do cérebro humano usando fMRI.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Esses resultados suportam a visão de que um esquema pré-existente no neocortex facilita o processamento mnemônico durante a codificação de novas informações relevantes para a educação, que formam a base do conhecimento de longo prazo. Os resultados comportamentais mostram que informações recém-aprendidas relacionadas ao esquema foram melhor lembradas do que informações similares não relacionadas a um esquema” (p. 2257).</p> <p>“Assim, esses resultados mostram que um esquema melhora a codificação conceitual de informações novas, relevantes para a educação, através da facilitação da mudança no equilíbrio MTL-mPFC, levando a benefícios de aprendizado a longo prazo” (p. 2257).</p> <p>“Os resultados relatados aqui mostram que um esquema, representado como conhecimento conceitual prévio no cérebro, facilita a codificação de novas informações conceituais relacionadas a esse esquema em uma configuração universitária. Essa facilitação leva a memória melhorada, atividade alterada no mPFC (cortex pré-frontal medial) em oposição a MTL (lobo temporal medial) em comparação com memórias não relacionadas com esquema e menor conectividade entre essas regiões. Além disso, a atividade mPFC relacionada ao esquema é preditiva do desempenho futuro” (p. 2258).</p> <p>“Além disso, a atividade mPFC (cortex pré-frontal medial) relacionada ao esquema é preditiva do desempenho futuro. Esses resultados são de grande importância para a compreensão dos princípios neurais fundamentais da codificação e consolidação da memória conceitual” (p. 2259).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Como a aquisição e a retenção a longo prazo do conhecimento conceitual é um dos principais objetivos da educação (acadêmica), estes e futuros empreendimentos que investigam o papel do conhecimento prévio na aquisição de conhecimento conceitual podem ser de importância crucial para superar a lacuna entre neurociência e educação (RUITER et al., 2012; GOSWAMI; SZUCS, 2011; ANSARI; COCH, 2006)” (p. 2259).</p> <p>“Ao lado de investigar o efeito do esquema em geral, pesquisas futuras podem se concentrar na formação ou no ajuste do esquema de acordo com informações recém-aprendidas” (p. 2259).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 30 - Ficha de leitura do artigo de ALDRICH, R. (2013)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A17 |
| Palavras-chave | |
| <i>Brain. Education. Evolution. Kluge. Neuroplasticity. Neuroscience. Palimpsest.</i> Cérebro. Educação. Evolução. Kluge. Neuroplasticidade. Neurociência. Palimpsesto. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Este artigo tem dois propósitos. O primeiro é chamar a atenção dos historiadores da educação para os desenvolvimentos atuais em neurociências, incluindo a neurociência educacional. O segundo é demonstrar como os historiadores da educação, comumente com filósofos, psicólogos e sociólogos, podem contribuir para esse novo campo. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A pesquisa atual no campo da neuroplasticidade demonstra o contrário. Agora está claro que o cérebro continua a estabelecer novos e abandonar os velhos caminhos da comunicação neural (sinapses) ao longo da vida. Esta é a capacidade que nos permite adaptar, aprender, memorizar e esquecer. À medida que os seres humanos se tornam mais velhos, algumas das sinapses são excluídas, enquanto outras ficam mais fortes. Assim, o cérebro adulto pode se tornar mais especializado” (p. 399).</p> <p>“Avanços na nossa compreensão da plasticidade do cérebro humano sugerem que a educação tem sido principalmente responsável pela evolução acelerada do <i>Homo sapiens sapiens</i>” (p. 405).</p> <p>“A internet está fazendo nossos cérebros melhores nas técnicas de leituras, como no escaneamento e revisão da informação, mas também está diminuindo a capacidade para maximizar a memória, concentração sustentada e reflexão. Estudos de fMRI confirmaram que multitarefa de mídia está danificando algumas funções de alto-nível do nosso cérebro, especialmente aquelas funções relacionadas à memória e aprendizado” (p. 408).</p> <p>“A neurociência do século vinte e um demonstrou a importância do cérebro. O cérebro tem, e sempre terá, uma parte vital para desempenhar na educação e no sentido da condição humana” (p. 409).</p> <p>“Em segundo lugar, ao se envolver com a história profunda, os historiadores da educação podem trazer perspectivas importantes para os debates atuais sobre neurociências. O cérebro humano evoluiu ao longo de milhões de anos através da seleção natural, alguns milhares de anos como resultado da educação e apenas algumas décadas impulsionado pelas comunicações modernas” (p. 409).</p> <p>“Finalmente, no início do vigésimo primeiro século é claro que estamos em um ponto de virada na história do cérebro e da educação. A internet e outros dispositivos baseados em tela estão mudando rápida e significativamente a forma como os seres humanos vivem e aprendem. Muitas dessas mudanças são para melhor. Por outro lado, estudos de viciados na internet demonstram "atrofia significativa em partes-chave do cérebro" (p. 409).</p> | |
| Considerações Finais | |
| Assim como a educação precisa ser desempenhada como um papel mais central na história da evolução humana, então o cérebro deve ter um papel mais central na história da educação. | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 31 - Ficha de leitura do artigo de CERRUTI, C. (2013)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A18 |
| Palavras-chave | |
| <p><i>Functional multiple intelligences. fMI. Multiple intelligences. Learning. Education. Cognitive inhibition. Educational neuroscience.</i></p> <p>Inteligências múltiplas funcionais. fMI. Inteligências múltiplas. Aprendizagem. Educação. Inibição cognitiva. Neurociência educacional.</p> | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>O objetivo é construir uma teoria do "MI funcional", foram integrando os princípios básicos do MI (inteligências Múltiplas), do funcionamento cognitivo e neural, nomeadamente a facilitação e a inibição neural inter-regional. Ao fazê-lo, espera-se forjar um caminho para pesquisas experimentais restritas que envolvam as preocupações dos professores sobre o ensino e a aprendizagem.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“IM não abordou problemas críticos para as necessidades práticas e aplicadas dos educadores; além de reconhecer que uma inteligência apenas existe, IM não caracterizou como qualquer inteligência na verdade opera, como essas inteligências interagem funcionalmente com a outra e nem como melhor ensinar qualquer inteligência” (p. 1).</p> <p>“[Há] necessidade de reivindicações cientificamente e empiricamente derivadas sobre como a mente das crianças aprende. A seguinte distinção é crucial: atribuir valor para as diferentes inteligências e exposição de diferentes estudantes é fundamentalmente e qualitativamente distinto da atividade científica de caracterização como essas inteligências funcionam. Professores podem valorizar todos os tipos de inteligências; saber como ensinar e desenvolve-las é um esforço completamente diferente e crítico” (p. 2).</p> <p>“O objetivo de uma teoria funcional de IM é descrever como a mente funciona. A estrutura de IM não foi criada com a intenção de ser aplicada à educação (GARDNER, 2006), ainda que educadores adotaram-na fortemente. Por sua vez, Gardner (1987, 1991) logo começou a defender ambientes inspirados nas IM nas escolas. Em tais ambientes, IM encoraja os professores para valorizar e encorajar outras inteligências, do que as inteligências verbal e matemática” (p. 3).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Minha intenção principal é clara: avançar a utilidade das IM para professores e pesquisadores, criando uma teoria funcional das IM. Eu argumentei que, à medida que o campo da neurociência educacional cresce, a IM pode ser um fundamento particularmente útil sobre o qual construir uma teoria científica adequada dos processos de aprendizagem neurocognitivos - um que é um nível de descrição, os professores devem ser bastante intuitivos. Para os pesquisadores, uma teoria funcional ajudará a organizar pesquisas experimentais em mente, cérebro e educação, três disciplinas que examinam cognição e comportamento em diferentes níveis de descrição. Para os professores, a especificação das propriedades funcionais das inteligências ajudará a orientar as decisões de instrução sobre como a mente de uma criança aprende” (p. 3).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 32 - Ficha de leitura do artigo de DUBINSKY, J. M.; ROEHRIG, G.;
VARMA, S. (2013)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A19 |
| Palavras-chave | |
| <i>Mixed methods. Neuroscience. Observational research. Professional development. Science education. Teacher education/development.</i> Métodos mistos. Neurociência. Pesquisa observacional. Desenvolvimento profissional. Educação Científica. Educação/desenvolvimento de professores. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Conectar a neurociência e a educação por uma rota paralela: a neurobiologia do aprendizado. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A plasticidade sináptica é a base do aprendizado e da memória - é inerentemente proativa e esperançosa e potencialmente motiva os professores e seus alunos a participar do processo de aprendizagem” (p. 323).</p> <p>“A partir dos dados de desempenho da sala de aula, as reflexões dos professores durante e após a BrainU fornecem informações adicionais sobre o valor motivacional do conceito de plasticidade sináptica. Os professores do BrainU eram mais auto-conscientes de como seus próprios comportamentos de ensino tinham a capacidade de mudar os cérebros dos estudantes quando os alunos experimentavam, modelavam, utilizavam e construía seus próprios conhecimentos. Como exemplo de como o conhecimento do conteúdo de neurociências influenciou as estratégias de ensino, os professores indicaram que mudariam suas estratégias de ensino e implementariam aulas mais ativas e centradas no aluno. O conhecimento da base biológica do aprendizado e da memória e a plasticidade inerente desse sistema intrincado proporcionaram aos professores uma atitude mais positiva em relação à capacidade de mudança e aprendizado de cada aluno. Eles comunicaram que esta era uma explicação poderosa que seus alunos também precisavam entender. Os professores se sentiram capacitados para que eles pudessem fornecer aos alunos uma explicação de porque a prática e a aplicação eram necessárias para consolidar a aprendizagem” (p. 324).</p> <p>“Eles entenderam melhor como o estresse dos alunos poderia influenciar seus pontos de partida biológicos para aprender e atuar na escola. Os professores expressaram mais motivação pessoal para tentar alcançar os alunos. O conhecimento da neurociência reforçou sua crença na educação: eles expressaram o desejo de ensinar a neurociência a seus alunos, transmitir o que sentiam ser idéias. Isso motivaria os alunos a tentar” (p. 324).</p> <p>“É importante notar que a BrainU nunca abordou diretamente a questão de como ou se a neurociência deveria afetar o campo da educação. Nós simplesmente ensinamos os conceitos de aprendizado de neurociências. Os professores fizeram suas próprias conexões sobre como o conhecimento de neurociência aplicado às suas salas de aula, e isso pode ter fortalecido sua determinação em ensinar conteúdo de neurociências em suas salas de aula” (p. 325).</p> <p>“Um desafio final para a introdução do conteúdo de neurociências na formação inicial de professores é que os educadores de nível universitário precisam estar convencidos de que fazê-lo resultará na preparação de melhores professores para sala de aula” (p. 326).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“A eficácia de ensinar a neurobiologia da aprendizagem aos professores em formação continua a ser uma questão em aberto. Introduzimos algumas das questões curriculares e institucionais. Estamos otimistas de que essas questões serão abordadas no futuro por professores de professores e neurocientistas trabalhando juntos, esperançosos de que este trabalho irá transformar a preparação do professor e o desenvolvimento profissional e, finalmente, como os alunos pensam sobre sua própria aprendizagem” (p. 327).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 33 - Ficha de leitura do artigo de HOOK, C. J.; FARAH, M. J. (2013)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A20 |
| Palavras-chave | |
| <i>Educational neuroscience. Neuroeducation. Classroom instruction. Mind, brain and education.</i> Neurociência educacional. Neuroeducação. Instrução em sala de aula. Mente, cérebro e educação. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O que a neurociência pode oferecer aos educadores? Uma investigação relativamente pequena foi feita nas expectativas dos educadores em relação à pesquisa de neurociências e como elas podem ser úteis profissionalmente | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O valor da neurociência não está exclusivamente em sua capacidade de melhorar seu desempenho no trabalho, mas como fonte de estimulação e enriquecimento intelectual” (p. 334).</p> <p>“Construindo a ponte Quatro participantes observaram o hiato atual entre educação e neurociência. A sua motivação para participar da conferência foi entender melhor o estado da neuroeducação e ajudar a promover a integração dos dois campos” (p. 334).</p> <p>“Descobriu-se que ele poderia usar a informação aprendida na conferência para ajudar os alunos a se entenderem” (p. 335).</p> <p>“Enquanto muitos educadores chegaram à sua primeira conferência com interesse em obter conhecimento que poderia informar seus ensinamentos, nenhum deles classificou a aprendizagem de novos métodos de ensino como sua principal motivação para aprender sobre neurociências” (p. 335).</p> <p>“Além do ponto de vista de que a neurociência pode informar a prática educacional, surgiu outro ponto de vista sobre o valor prático da neurociência para os educadores. Embora os educadores tenham adotado inicialmente a relevância da neurociência para a prática da sala de aula, eles também geralmente colocaram igual ou maior ênfase em vários outros tipos de outros benefícios, até então considerados na literatura de neuroeducação” (p. 336).</p> <p>“Identificamos três categorias gerais de benefício tangível relatado pelos educadores” (p. 336).</p> <p>“Afirmção e Autoridade. Quase todos os entrevistados relataram que aprender sobre pesquisa de neurociência afirmou suas crenças sobre o que faz boas práticas educacionais. Ser capaz de relacionar suas práticas com um quadro científico maior do cérebro deu-lhes uma sensação de maior confiança em si mesmos” (p. 336).</p> <p>“Três professores também observaram que a neurociência forneceu credibilidade para justificar suas decisões a outros” (p. 337).</p> <p>“Manutenção da Perspectiva com Estudantes Díficeis. Uma das partes mais difíceis do ensino é lidar com estudantes não cooperativos ou perturbadores. Manter a disciplina sem desenvolver ressentimento pessoal em relação a esses alunos pode ser um objetivo evasivo. Pensar nos cérebros dos alunos como "inacabados", ou seu comportamento como não totalmente sob controle voluntário, ajuda os professores a lidar com alguns alunos difíceis” (p. 337).</p> <p>“Uma observação comum foi que o conhecimento do desenvolvimento lento do córtex pré-frontal permitiu que os educadores fossem mais pacientes com os alunos” (p. 337).</p> <p>“Satisfação profissional e auto-imagem. Quatro entrevistados expressaram o sentimento de que os professores devem aprender sobre a neurociência simplesmente porque estão no negócio de moldar cérebros. Assim como esperamos que os médicos estudem química, apesar de virtualmente nunca usar o conhecimento da síntese orgânica em seus trabalhos, os entrevistados sentiram que os educadores deveriam saber algo sobre a ciência do aprendizado e do desenvolvimento do cérebro” (p. 338).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Pouca pesquisa até agora considerou as próprias opiniões dos professores sobre os caminhos em que a neurociência pode contribuir para a prática educacional. O estudo atual é um passo para preencher esse buraco na literatura. Inicialmente, nossos entrevistados não distinguiram o papel da neurociência na orientação de práticas de instrução específicas e seu papel em outros aspectos de sua vida profissional. Isso pode ter sido devido, em parte, à ampla gama de | |

métodos de pesquisa que os entrevistados consideraram neurociência” (p. 339).
 “A evidência sugere que aprender sobre a pesquisa de neurociências pode ajudar a evitar que os professores sejam presos às práticas e ao marketing equivocados "baseados em cérebro" [25]. Uma maior compreensão das motivações dos educadores para aprender sobre a neurociência, sua compreensão do que a neurociência significa e o que ela tem para contribuir com a prática de ensino só podem servir para fortalecer a relação entre neurocientistas e educadores. Melhorar o diálogo entre as duas disciplinas irá enriquecer a pesquisa e a prática no campo da neuroeducação, ajudando finalmente a construir uma ciência melhor da aprendizagem e do cérebro” (p. 340).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 34 - Ficha de leitura do artigo de GUY, R.; BYRNE, B. (2013)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A21 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neuroscience. Education. Learning. Memory. Default network, Metacognition.</i> Neurociência. Educação. Aprendizagem. Memória. Rede padrão. Metacognição. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Uma melhor compreensão da neurociência pode oferecer vantagens significativas para os educadores. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A memória de trabalho desempenha um papel crítico no processo de aprendizagem, pois demonstrou facilitar a formação, o fortalecimento e a expansão da memória de longo prazo” (p. 40).</p> <p>“O sistema da memória de trabalho é capaz de processar apenas um subconjunto limitado de itens em qualquer momento, mas permanece ativo até que novas informações sejam selecionadas” (p. 40).</p> <p>“De uma perspectiva educacional, várias estratégias têm sido utilizadas para facilitar a entrada de material relevante na memória de trabalho, por exemplo, adaptando o design instrucional e gerenciando a carga cognitiva (por exemplo, focalizando os pontos principais de uma tarefa e eliminando distrações)” (p. 40).</p> <p>“A memória de trabalho só armazena informações por um período relativamente curto, e memória de longo prazo é, portanto, essencial. Um tipo de memória de longo prazo é a memória semântica (factual / conceito), que é simultaneamente um resultado e um componente crítico do processo de aprendizagem. A aprendizagem parece não se preocupar apenas com o armazenamento a longo prazo de fatos específicos, mas com a formação de associações entre fatos (conceitos), e essa informação armazenada pode ser referida como uma estrutura semântica” (p. 40).</p> <p>“As diferenças individuais na capacidade metacognitiva, estabelecidas por estudos neurais e comportamentais, sugerem que o treinamento metacognitivo deve ser considerado (aprender a aprender) e Mayer propôs que a melhoria da metacognição deve ser um objetivo educacional primário” (p.41).</p> | |
| Considerações Finais | |
| Propomos que os avanços na compreensão da base neural para metacognição podem encorajar o desenvolvimento de novas perspectivas que possam nos ajudar a motivar os alunos a aprender sobre seus próprios processos de aprendizagem. | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 35 - Ficha de leitura do artigo de KIM, Sung-il. (2013)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A22 |
| Palavras-chave | |
| <p><i>Motivation. Neuroeducation. Educational neuroscience. Reward. Value. Goal, Decision-making, Selfregulation.</i> Motivação. Neuroeducação. Neurociência educacional. Recompensa. Valor. Objetivo. Tomada de decisão. Auto-regulação.</p> | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>Proponho uma tentativa neurocientífica de modelo de processos motivacionais que consiste em três sub-processos distintos, mas contínuos, a saber: abordagem baseada em recompensas, tomada de decisão baseada em valores e controle direcionado por objetivos.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O modelo neurocientífico de processos motivacionais sugere várias implicações educacionais que podem ser utilizadas para melhorar a motivação para aprender. Por exemplo, a recompensa é uma força motriz essencial no ambiente de aprendizagem, porque o comportamento não ocorreria sem recompensa. Para motivar o desmotivado, o processo de aprendizagem deve ser gratificante e interessante. Recompensas não precisam ser tangíveis. A recompensa na sala de aula pode ser qualquer estímulo que tenha valores positivos esperados, incluindo comentários positivos, elogios, atividades interessantes, utilidade, relevância, suporte social e de relacionamentos. É importante descobrir e fazer uma lista de estímulos apetitosos, incluindo uma variedade de elogios, atividades divertidas, materiais interessantes, feedback positivo e contexto de aprendizagem diverso e inovador que pode ativar o circuito de recompensas de crianças e adolescentes. Uma vez que a repetição do mesmo elogio tende a reduzir o RPE (erro de repetição de recompensa) positivo, é desejável introduzir várias contingências de recompensa de forma inesperada para sustentar a motivação” (p. 9).</p> <p>“Para manter a motivação, o valor de um objeto e ação específicos deve ser suficientemente alto para levar a uma seleção de ação. Como o valor é aprendido através de tentativas e erros, fornecer escolhas em ambientes de aprendizagem autônomos seria benéfico para os alunos formarem e atualizarem seu próprio valor. Esse tipo de prática de escolha pode eventualmente desenvolver as regiões cerebrais relacionadas à avaliação e à tomada de decisões. Caso a motivação diminua, os papéis da atenção e da memória de trabalho não podem ser mais importantes. Assim, seria necessário desenvolver o programa de treinamento para essas funções executivas e examinar sua eficácia. Além disso, a criação de uma hierarquia de objetivos detalhada entre objetivos proximais e distais e o desenvolvimento de planos de ação específicos ajudarão os alunos a superar a falha e a tentação” (p. 10).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“A pesquisa neuro-educacional sobre motivação tem vantagens para entender os aspectos implícitos e dinâmicos dos processos motivacionais porque a observação e o auto-relato revelam limitações. A escolha de um tópico de pesquisa que tenha validade ecológica forte em ambientes educacionais torna-se crucial. Em particular, deve ser dada mais atenção à pesquisa pragmática para melhorar a motivação dos alunos para aprender” (p. 10).</p> <p>“A abordagem neuroeducacional também deverá contribuir para resolver questões controversas nas teorias de motivação existentes e propor teorias criativas de motivação além das convenções tradicionais” (p. 10).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 36 - Ficha de leitura do artigo de MERCER, N. (2013)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A23 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Sugiro que o conceito de cérebro social seja potencialmente útil para a compreensão da relação dinâmica e iterativa entre pensamento individual e coletivo e o papel da linguagem na mediação dessa relação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Sugiro que devemos questionar a sua evolução em relação às suas origens, o que se prevê principalmente na competição entre os indivíduos. Em vez disso, argumentei que nossa evolução nos equipou com a capacidade humana distintiva para se engajar em um pensamento coletivo orientado para objetivos, de modo que possamos conseguir mais juntos do que cada um poderia fazer sozinho” (p. 163).</p> <p>“Por isso, propus que o conceito de cérebro social fosse desenvolvido para além da sua definição inicial, que diz respeito à forma como os seres humanos interpretam e negociam relações sociais complexas para perseguir suas necessidades individualistas. A socialidade do cérebro não apenas permite a cada um de nós lidar com a complexidade da sociedade e perseguir nossas próprias agendas, também nos permite resolver problemas juntos e criar e desenvolver o conhecimento a nível cultural. Embora a atividade intelectual coletiva nem sempre seja mais criativa e produtiva do que os esforços individuais, a pesquisa mostrou que tem tipos de funções e benefícios distintivos que apóiam meu argumento” (p. 163).</p> <p>“A capacidade humana especial para "teoria da mente" nos permite apreciar que cada um de nós pode ter perspectivas e preocupações diferentes e nos motiva a avaliar e monitorar os estados de compreensão e conhecimentos comuns uns dos outros. Isso fornece uma base para educar cada nova geração, uma vez que a atividade intermental permite que membros mais experientes de uma comunidade tenham influência formativa no desenvolvimento intramental de membros menos experientes. Utilizei conclusões de várias linhas de investigação para argumentar que o processo de raciocínio coletivo, que tem sido crucial para o sucesso de nossa espécie, fornece um modelo para o desenvolvimento do raciocínio individual” (p. 163).</p> <p>“Através da criação de vínculos entre a psicologia evolutiva, social, de desenvolvimento e educacional, o conceito expandido do cérebro social pode fortalecer um relato sociocultural da aprendizagem humana e do desenvolvimento cognitivo e também pode ajudar a pesquisa em neurociência e pesquisa educacional a se integrar melhor” (p. 163).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Se a pesquisa de neurociências fornecesse mais evidências de que o uso da linguagem é efetivamente um aspecto totalmente integrado da função cerebral, isso pode encorajar mais pesquisadores educacionais e psicológicos a investigar o papel da linguagem na aprendizagem e desenvolvimento conceitual e especificamente no desenvolvimento da metacognição e auto-regulamento” (p. 164).</p> <p>“Em resumo, então, espero ter fornecido bons motivos para que os psicólogos da educação adotem, adaptem e desenvolvam o conceito de cérebro social. Ao fazê-lo, e fazendo ligações com colegas em outros ramos da psicologia, o resultado pode ser uma compreensão melhor e mais útil da natureza distintiva e origens da cognição humana” (p. 164).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 37 - Ficha de leitura do artigo de NOURI, A. (2013)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A24 |
| Palavras-chave | |
| <p><i>Neuroeducational Studies. Interdisciplinary Collaboration. Neuroscience. Psychology. Cognitive Science. Education.</i> Estudos Neuroeducacionais. Colaboração Interdisciplinar. Neurociência. Psicologia. Ciência cognitiva. Educação.</p> | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>Superar obstruções artificiais e limitações em nossa compreensão científica da complexidade das questões educacionais é o principal motor da colaboração interdisciplinar no campo dos Estudos Neuroeducacionais.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O que é necessário de forma mais urgente [...] é o treinamento de uma nova geração de neuroeducadores capazes de transferirem resultados científicos das ciências cognitivas e da neurociência para a teoria e prática educacional” (p. 4). “É importante considerar estratégias para melhorar o desenvolvimento profissional de neurocientistas e educadores que trabalham no campo. Há necessidade de proporcionar oportunidades para que os neurocientistas sejam treinados em teoria e pedagogia educacional e para pesquisadores educacionais e educadores para equipar com uma compreensão básica sobre descobertas, teorias e métodos neurocientíficos (Ansari, Coch & De Smedt, 2011; Ansari, De Smedt, & Grabner, 2012; Ansari & Coch, 2006). Pode ser realizado através da integração de cursos sobre neurociência cognitiva em estudos educacionais e currículos de formação de professores e integração de métodos e descobertas de neurociência cognitiva em seus cursos atuais. Eles precisam saber o que a ciência descobriu sobre aprendizagem e desenvolvimento em múltiplos níveis de análise, a partir de múltiplas perspectivas (ANSARI; COCH; DE SMEDT, 2011)” (p. 4). “Oportunidades organizadas para neurocientistas precisam ser fornecidas para se familiarizarem com a natureza da teoria e prática educacional. Essas oportunidades podem encorajar pesquisadores com diferentes conhecimentos para se envolverem mais em pesquisa e realizar estudos em configurações de aprendizagem reais” (p. 4).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Em suma, o futuro potencial do campo emergente dos estudos neuroeducacionais deve ser enquadrado em termos de interações e com base em um diálogo mutuamente benéfico entre os participantes com conhecimento de desenvolvimento infantil, aprendizagem e ensino (ANSARI et al, 2011). Neste contexto, enquanto a ciência cognitiva e a neurociência poderiam informar a educação, fornecendo evidências adicionais que podem corroborar, aprimorar ou refutar a validade, a confiabilidade e a relevância das teorias do ensino e da aprendizagem (CAMPBELL, 2010), a educação poderia informar a ciência cognitiva E neurociência, fornecendo uma fonte de dados comportamentais complementares, além de apresentar novas linhas de investigação valiosas (GEAKE, 2009). À luz disso, os pesquisadores educacionais e os profissionais têm um papel de liderança a desempenhar no desenvolvimento fundamental desse empreendimento” (p. 6).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 38 - Ficha de leitura do artigo de DAVIDSON, R. J. et al. (2012)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A25 |
| Palavras-chave | |
| <i>Contemplative practice. Neuroscience. Education. Attention. Emotion regulation.</i> Prática contemplativa. Neurociência. Educação. Atenção. Regulação de emoção. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>Neste artigo, foi analisada a pesquisa básica sobre os principais processos mentais e comportamentais que são potenciais alvos das intervenções contemplativas. Ao fazê-lo, pretendeu-se preparar o cenário para a colaboração sinérgica entre pesquisas científicas sobre práticas contemplativas e programas educacionais destinados a promover o desenvolvimento cognitivo, emocional, social e ético da juventude do século XXI.</p> <p>*práticas contemplativas: são entendidas como uma grande variedade de estratégias e métodos originalmente enraizados em tradições contemplativas, como o Budismo.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Por exemplo, quando confrontados com um evento estressante, alguns indivíduos reagem com uma resposta emocional apropriada ao contexto e depois retornam rapidamente à linha de base, enquanto outros mostram uma resposta inadaptada mais duradoura e se recuperam lentamente. Tais diferenças de reatividade e recuperação podem afetar os recursos cognitivos disponíveis. Na escola, por exemplo, se um adolescente tem uma discussão com um amigo durante uma pausa de classe e não consegue se recuperar rapidamente, as consequências persistentes da excitação emocional na próxima classe podem reduzir a aprendizagem. Tais efeitos foram demonstrados experimentalmente; a excitação e a ansiedade relacionada interferem com a atenção e a memória de trabalho, interrompendo os circuitos cerebrais correspondentes” (p. 148).</p> <p>“Além disso, o pessimismo e a tendência de explicar os eventos negativos da vida como culpa própria são características fundamentais da ansiedade, depressão e problemas acadêmicos desde a infância” (p. 149).</p> <p>“O uso de práticas contemplativas em ambientes educacionais pode complementar e agregar valor além desses tipos de programas e políticas de duas maneiras. Primeiro, uma característica-chave das práticas contemplativas é que eles representam formas de treinamento mental que podem induzir mudanças plásticas no cérebro (LUTZ; BREFCZYNSKI, LEWIS et al., 2008). No centro de tais práticas, a repetição e a prática para cultivar hábitos mentais mais positivos. A idéia de regularidade de prática e repetição se enquadra bem com a compreensão neurocientífica de como novas conexões são formadas no cérebro e o impacto da prática regular em circuitos cerebrais e função cognitiva complexa (ver KLINGBERG, 2010)” (p. 150).</p> <p>“Assim, um segundo benefício que vemos na introdução dessas práticas na educação é o aprimoramento do desenvolvimento profissional em educadores para nutrir as próprias qualidades, e por sua vez, para nutrir os alunos. Além disso, o desenvolvimento dessas habilidades em professores pode apoiar suas habilidades para criar climas de sala de aula cooperativos e atenciosos e para apoiar estudantes através de conflitos emocionais (JENNINGS; GREENBERG, 2009)” (p. 150).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Um crescente número de evidências em adultos destaca os benefícios dessas práticas na regulação da atenção e emoção, no cultivo de empatia e na alteração da função e estrutura cerebral para suportar essas mudanças comportamentais. No entanto, há uma escassez de pesquisas metodologicamente rigorosas confirmando que tais programas podem melhorar as trajetórias de desenvolvimento das crianças.” (p. 151)</p> <p>“Dada à influência demonstrada do treinamento mental em várias formas de aprendizagem, o estudo da mente e do cérebro em combinação seguindo tratamentos educacionais específicos poderia ser uma nova maneira de avaliar a eficácia das novas práticas educacionais” (p. 151).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 39 - Ficha de leitura do artigo de FULOP, R. M.; TANNER, K. D. (2012)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A26 |
| Palavras-chave | |
| <i>Assessment. Misconceptions. Science education. Neuroscience.</i> Avaliação. Equívocos. Educação Científica. Neurociência. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Investigar as conceituações dos estudantes do ensino médio sobre a base biológica da aprendizagem. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Conforme indicado pela evidência da avaliação escrita aberta e das entrevistas, menos de um quarto dos alunos concebeu a aprendizagem em termos biológicos ou trouxe um quadro biológico para enfrentar a questão de como alguém muda como resultado da aprendizagem” (p. 139).</p> <p>“Na avaliação escrita de múltipla escolha, apenas uma pequena parte dos alunos do ensino médio indicou que o aprendizado é acompanhado por mudanças no cérebro. Em entrevistas gravadas em vídeo, poucos alunos indicaram que as mudanças devido à aprendizagem envolvem o rearranjo de sinapses e que normalmente não envolvem a adição de novas células. Nas avaliações escritas abertas e durante as entrevistas, os alunos pareciam estar confusos sobre como as células são reorganizadas durante o processo de aprendizagem” (p. 139).</p> <p>“Os achados de Blackwell et al. (1) também indicam que ter conhecimento sobre seus cérebros pode melhorar a autoconfiança dos alunos e o desempenho acadêmico em todas as áreas de estudo” (p. 139).</p> <p>“Os alunos parecem estar prontos, dispostos e capazes de aprender sobre seus próprios cérebros, mas podem não estar aprendendo sobre eles na escola. Se os alunos não estão aprendendo sobre a base biológica do aprendizado em aulas de biologia, é improvável que estejam aprendendo em outras partes do currículo do ensino médio” (p. 139).</p> <p>“Em geral, existem poucos materiais educacionais de neurociência disponíveis para educadores e os currículos disponíveis tendem a enfatizar neuroanatomia e mecanismos neurais básicos, muitas vezes sem conectar conceitos de neurociência a fenômenos do mundo real” (p. 140).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Com este estudo, tentamos criar um modelo que possa ser replicado com outras populações para descobrir algumas concepções dos estudantes do ensino médio sobre a base biológica da aprendizagem. No entanto, é necessária mais pesquisa para generalizar esta lista, isto é, desenvolver uma lista de equívocos generalizados entre o público sobre esse tema” (p. 140). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 40 - Ficha de leitura do artigo de HOWARD-JONES, P. A. (2011)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A27 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neuroscience. Neuroeducational research. Learning. Brain.</i> Neurociência. Pesquisa neuroeducacional. Aprendizagem. Cérebro. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Este artigo examina o valor da pesquisa neuroeducacional e como os conceitos de diferentes perspectivas podem ser interrelacionados através do modelo de “níveis de ação”. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A neurociência cognitiva mostra que se estende do cérebro ao comportamento, mas pouco, reflete suas dificuldades presentes na interação social complexa e baseada no significado. No entanto, o papel da neurociência cognitiva é essencial, como no nosso estudo de criatividade do fMRI (imagem por ressonância magnética funcional), para apoiar uma consideração cuidadosa das relações individuais do cérebro-mente com evidências biológicas e psicológicas e para melhorar a compreensão das estratégias de ensino e aprendizagem nesses níveis de ação. Quando vem para uma compreensão mais completa de como essas intervenções são aplicadas em contextos específicos, questões no nível social de ação, como diferenças individuais, as interações dos integrantes com os filhos, requerem uma explicação de perspectivas de ciências sociais mais familiares aos pesquisadores educacionais” (p. 27).</p> <p>“A noção de mente é considerada como um conceito teórico, mas essencial, na exploração da relação emergente entre nosso cérebro e nosso comportamento, incluindo a nossa aprendizagem. Visto dessa maneira, o estudo da cognição aparece como uma ponte vital para relacionar nosso conhecimento do cérebro com observações de comportamentos, inclusive aqueles que envolvem aprendizado. Por esta razão, foi apontado que, sem um atendimento suficiente aos modelos psicológicos cognitivos adequados, a neurociência terá pouco a oferecer educação (Bruer, 1997). O modelo de níveis de ação incorpora o comportamento cérebro-mente da neurociência cognitiva e, portanto, ajuda a evitar os perigos das noções dualistas e monistas. No entanto, continua a surgir em outro sentido importante. Os educadores são encorajados a desenvolver aprendentes autônomos, motivados pessoalmente e capazes de aprender em resposta à sua própria vontade. Na verdade, o ensino e a aprendizagem efetivos são considerados por muitos dependentes da promoção da independência e da autonomia dos alunos (por exemplo, ver TLRP, 2007, página 9). Alguns pesquisadores da neurociência, por outro lado, não têm certeza de como, e até mesmo, se a vontade livre existe. Estudos sugerem que as causas de ação não percebidas não influenciam nossa experiência de vontade, sugerindo que a vontade consciente é uma ilusão: apenas a maneira da mente de estimar sua própria autoria aparente, trazendo inferências causais sobre as relações entre pensamentos e ações (Wegner, 2003). Isso pode ser considerado como outro tipo de privilégio biológico susceptível de causar conflito para aqueles que trabalham na interface entre neurociência e educação (GIESINGER, 2006)” (p. 28).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“O surgimento de um campo de investigação na interface entre neurociência e educação está gerando um novo diálogo em torno de questões muito fundamentais. Não foi possível explorar essas questões na íntegra dentro deste breve artigo. Em vez disso, espera-se que algum sentido do desafio para os trabalhadores nesta área tenha sido delineado. Além disso, o artigo tentou transmitir a necessidade de que esses desafios sejam atendidos com um reexame criativo, positivo, crítico e educacional de como as diversas perspectivas de aprendizagem oferecidas pelas ciências naturais e sociais podem ser inter-relacionadas de forma útil” (p. 29).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 41 - Ficha de leitura do artigo de ANSARI, D.; COCH, D.; SMEDT, B. D.
(2011)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A28 |
| Palavras-chave | |
| <i>Mind. Brain and Education. Teacher training. Cognitive neuroscience. Neuromyths.</i> Mente. Cérebro e Educação. Treinamento de professor. Neurociência Cognitiva. Neuromitos. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Argumentamos que é necessário criar uma infra-estrutura, principalmente através de treinamento interdisciplinar, financiamento e programas de pesquisa que possibilitem colaborações bidirecionais entre neurocientistas cognitivos, educadores e pesquisadores educacionais. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Expectativas para as balas de prata, para os "fixes" de problemas educacionais baseados na pesquisa, para as "receitas para a prática" fáceis de seguir, baseadas em descobertas neurocientistas cognitivas, serão decepcionadas rapidamente; Além disso, argumentamos que tais expectativas não são realistas e ameaçam erradicar os esforços para estabelecer conexões úteis entre a educação e a neurociência. Na verdade, existe uma indústria em crescimento dos chamados produtos de "aprendizagem baseada no cérebro", que abordam as abordagens analíticas e as técnicas de ensino e as técnicas de ensino que afirmam estar baseadas em neurocientistas dados. No entanto, uma inspeção detalhada dessas reivindicações para uma conexão direta entre ferramentas específicas de "cérebro" e abordagens de ensino revela links muito soltos e, muitas vezes, incorretamente incorretos” (p. 39).</p> <p>“Acreditamos que o potencial real reside em interações sistemáticas entre neurocientistas cognitivos e educadores para chegar a questões comuns e uma linguagem comum, em vez de na rota direta da pesquisa à sua aplicação” (p. 39).</p> <p>“Acreditamos que, em vez de perguntar o que a neurociência pode fazer pela educação, deve-se perguntar como a educação e a neurociência podem se informar; Isto é, é nossa suposição explícita de que a Mente, o Cérebro e a Educação devem ser enquadrados em termos de interações e com base em um diálogo mutuamente benéfico entre os participantes com conhecimento do desenvolvimento infantil, aprendizagem e ensino. Isso também assegurará que nenhuma hierarquia de conhecimento seja Criado em que os educadores são simplesmente os destinatários da informação gerada pelos neurocientistas” (p. 39).</p> <p>“Argumentamos que é crucial para o treinamento em aspectos da neurociência cognitiva se tornar uma parte fundamental da formação de professores, enquanto ao mesmo tempo os estudantes de pós-graduação em neurociência cognitiva devem ser expostos a questões educacionais” (p. 40).</p> <p>“Acreditamos que os programas de formação de professores precisam integrar cursos sobre neurociência cognitiva em seus currículos ou integrar métodos cognitivos de neurociência e achados em seus cursos atuais. Esses cursos devem fornecer não apenas uma introdução básica ao desenvolvimento cerebral estrutural e funcional, bem como os mecanismos cerebrais que subscrevem os domínios fundamentais das funções cognitivas, como o desenvolvimento típico e atípico das habilidades de leitura e matemática, mas também discutem tópicos mais amplos de relevância para a educação, tais como Como os efeitos da cultura na função cerebral” (p. 40).</p> <p>“Para entender e apoiar melhor a aprendizagem e desenvolvimento humano em seus alunos, os professores precisam saber o que a ciência descobriu sobre aprendizagem e desenvolvimento em vários níveis de análise, de múltiplas perspectivas” (p. 40).</p> <p>“Ser capaz de avaliar criticamente os resultados científicos e a sua representação na mídia popular é crucial, especialmente porque já existe uma grande proliferação dos chamados "neuromitos" nas publicações voltadas aos professores (para uma revisão, ver GOSWAMI, 2004)” (p. 40).</p> <p>“OS professores precisam se tornar "alfabetizados em neurociência" e, ao mesmo tempo, os neurocientistas cognitivos precisam se tornar "alfabetizados em educação" para que forças</p> | |

fortes sejam forjados entre os campos” (p.40).

Considerações Finais

“Por conseguinte, é crucial pensar sobre a forma como o actual entusiasmo e a vontade das universidades e das agências de financiamento de se envolverem com a criação de Mente, Cérebro e Educação como um novo campo pode ser mantido no longo prazo” (p. 41).

“Será importante comunicar o potencial e a promessa de tais ligações indiretas aos formuladores de políticas, agências de financiamento e universidades, a fim de evitar que eles se afastem da Mente, do Cérebro e da Educação quando os arquivos rápidos não estão disponíveis” (p. 41).

“É preocupante que seja necessário gastar muito energia no futuro para reduzir o surgimento crescente de programas e publicações "baseadas em cérebro" que proliferam mitos em toda a comunidade educacional. De forma semelhante, os conselhos escolares e os distritos devem ter o cuidado de escolher e utilizar apenas programas para os quais há um apoio empírico claro, revisado por pares, em relação à eficácia” (p. 41).

“Finalmente, acreditamos que o futuro da Mente, do Cérebro e da Educação deve ser caracterizado por um pensamento muito mais amplo sobre como a Neurociência e a Educação podem se informar” (p. 41).

“As interações entre Educação e Neurociências também podem ajudar a avaliar os benefícios relativos das artes e da educação científica e, assim, mudar a maneira pela qual consideramos as prioridades educacionais. Onde essa jornada nos levará pode ser imprevisível a priori, mas é relativamente mais certo de que nós” (p. 42).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 42 - Ficha de leitura do artigo de FEINSTEIN, S. (2011)

| | |
|-------------------------------------|---|
| Identificador | A29 |
| Palavras-chave | - |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | Revisão sobre o cérebro na adolescência e a multiplicidade de novas tecnologias emergentes na sala de aula. |
| Principais Resultados | <p>“Os neurocientistas confirmam o impacto positivo da internet no cérebro. Os indivíduos que usam regularmente a Internet têm o dobro da atividade em seus lobos frontais como aqueles que raramente usam a Web. Isso significa que os lobos frontais, associados à aplicação, análise, síntese e avaliação, estão realizando habilidades de pensamento de ordem superior (TAKAHASHI et al., 2007)” (p. 75).</p> <p>"Nem todas as notícias relacionadas à Internet são boas: os neurocientistas têm preocupações com as demandas reflexivas da tecnologia. A Internet e os jogos de computador são projetados para, e obrigam mudanças perpétuas. Isso resulta em tomada de decisão instantânea e multitarefa. É especulado que os estudantes de hoje refinaram essas habilidades até o ponto de promover um período de atenção reduzido. Este é um achado significativo no processo de aprendizagem. Se a capacidade de prestar atenção é deficiente, a aprendizagem é comprometida (CANTOR, 2009). Também foi sugerido que a dependência da geração mais nova da Internet enfraqueceu suas habilidades sociais. A geração mais velha aprendeu a ler expressões faciais e linguagem corporal como resultado das interações face a face. A geração mais jovem, nutrida em tecnologia, escolhe um meio artificial de interação nas redes sociais. Isso suscita preocupações de que o uso do computador pode prejudicar seu desenvolvimento social (CARR, 2010)” (p. 75).</p> <p>“Quando as ações são repetidas através da prática, as conexões sinápticas são preservadas e fortalecidas no cérebro, facilitando o aprendizado do domínio (Salimpoor, Chang e Vinod, 2010). Por exemplo, os fatos de matemática que são praticados ao ponto da automatização são facilmente recuperados, permitindo que o cérebro gaste energia em habilidades matemáticas de</p> |

nível superior” (p. 76).

“Outra questão relacionada a jogos de computador é a resposta rápida necessária para o sucesso. O processo de decisão acelerado promove a impulsividade, um comportamento que existe durante o jogo e um tempo significativo depois. A razão por trás da impulsividade é que a continuação do jogo tende a superar a amígdala, a parte emocional do cérebro e colocar os lobos frontais a dormir, criando um equilíbrio cerebral insalubre. Consequentemente, o adolescente torna-se menos capaz de tomar decisões reflexivas e bem pensadas. Em vez disso, decisões instantâneas, curtos períodos de atenção e alta emoção são os comportamentos de escolha (MATHEWS et al., 2006)” (p. 77).

“Os educadores descobriram que o suporte visual das informações fornecidas por organizadores gráficos auxilia os alunos na aprendizagem de andaimes, usando habilidades de raciocínio lógico e aplicação de conhecimento (INSPIRATION, 2003)” (p. 78).

“Evidentemente, a colaboração entre os olhos e o cérebro é única. Talvez isso seja porque a retina é um pedaço do cérebro que cresceu nos olhos. Esses dois órgãos trabalham juntos para retratar imagens tridimensionais que ganham atenção e foco do cérebro (KOCH et al., 2006)” (p. 78).

“Sabemos através da pesquisa educacional que os grupos de aprendizado cooperativo atendem as necessidades acadêmicas e sociais dos alunos (MARZANO et al., 2004). A pesquisa da neurociência soma-se a esses achados, informando-nos de que interações sociais positivas, como a encontrada no trabalho em grupo, liberam oxitocina. Este hormônio auxilia na ligação e no recall social, elevando nossa capacidade de conectarmo-nos com outros e reduzir o estresse (HEINRICH;DOMES, 2008). As atribuições de aprendizagem eletrônica que exigem que os alunos criem wikis, webquests e o Google Write são ferramentas de aprendizagem cooperativa compatíveis com o cérebro” (p. 79).

“Os neurônios de espelho são um conjunto de neurônios complexos que possuem uma função única nos videogames. Esses neurônios disparam com observação. Em outras palavras, os neurônios espelhos disparam no indivíduo observando a ação, bem como os neurônios disparando no cérebro do indivíduo fazendo a ação” (p. 79).

“Os neurônios espelhos derramam uma luz importante ao aprender através da observação. Ao selecionar jogos e outras ferramentas de e-learning para a sala de aula, é importante que os professores considerem o currículo observado oculto e secundário, bem como o currículo pretendido” (p. 79 – 80).

“Nesta busca por dopamina, um desafio é obrigatório. Nas escolas, isso significa que o conteúdo deve se tornar mais rigoroso à medida que os alunos progridem - o status quo nunca é suficientemente bom. Uma vez que algo é aprendido, a quantidade de dopamina liberada torna-se mais fraca e mais fraca com a prática contínua (WILLIS, 2011). Portanto, os acadêmicos devem aumentar em complexidade para continuar sendo um fator motivador para que os alunos continuem a atividade (COHEN et al., 2010)” (p. 80).

Considerações Finais

“Criar uma instrução baseada em computador efetiva depende de considerar em combinação a pesquisa sobre cérebro adolescente e tecnologia de instrução” (p. 81).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 43 - Ficha de leitura do artigo de SOUSA, D. A. (2011)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A30 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Chamado de neurociência educacional ou mente, cérebro e ciência da educação, este campo incipiente explora como os resultados da pesquisa de neurociência, educação e psicologia podem informar nossos entendimentos sobre ensino e aprendizagem e se eles têm implicações para a prática educacional, que são discutidas no artigo. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O cérebro humano se reorganiza continuamente com base em estímulos. Este processo, chamado de neuroplasticidade, continua ao longo da nossa vida, mas é excepcionalmente rápido nos primeiros anos. Implicação: as experiências que o cérebro jovem tem em casa e na escola ajudam a moldar os circuitos neurais que determinarão como e o que o cérebro aprende na escola e mais tarde na vida” (p. 39).</p> <p>“Os neurônios do cérebro se regeneram, um processo chamado neurogênese (DENG; AIMONE; GAGE, 2010). Implicação: os neurônios regeneradores melhoram a aprendizagem e a memória. Parece que o exercício físico, em parte, estimula a neurogênese. No entanto, o tempo para recuar e jogar é paradoxalmente sendo reduzido em muitas escolas primárias para proporcionar mais tempo de estudo para testes de alto risco. Isso faz sentido? Devemos garantir que os alunos tenham um exercício adequado todos os dias para manter o cérebro preparado com combustível, alerta e pronto para aprender” (p. 39).</p> <p>“O cérebro pode ser multitarefa. O cérebro pode se concentrar em apenas uma tarefa de cada vez. O que é erroneamente chamado de "multitarefa" é realmente uma tarefa alternativa, isto é, o cérebro deslocando sua atenção de uma tarefa para uma segunda tarefa, e depois de volta para a primeira. Implicação: cada mudança de atenção do cérebro requer um maior esforço mental e incorre em perda de informação na memória de trabalho da primeira tarefa. Com efeito, o indivíduo acaba fazendo duas tarefas mal em vez de uma tarefa bem. Embora o uso de uma variedade de estratégias na sala de aula mantenha os alunos envolvidos, a mudança de uma atividade para outra não deve ser feita antes que a primeira tarefa seja adequadamente aprendida” (p.42).</p> <p>“Revelou mais sobre como o cérebro adquire uma segunda língua. Esta pesquisa dissipa o mito de que jovens estudantes (menores de 12 anos) que aprendem uma segunda língua causam interferência na aprendizagem de sua primeira língua (KOVELMAN, BAKER; PETITTO, 2008). Na realidade, o inverso é verdadeiro. Implicação: aprender duas línguas simultaneamente não é um problema para as redes de processamento de linguagem do jovem cérebro, e ajuda os alunos a compreender a estrutura mais profunda das linguagens. Comece as instruções em um novo idioma o mais cedo possível porque aprender uma nova linguagem requer mais esforço mental e motivação após a idade de 12 anos” (p. 39- 40).</p> <p>“Descobriram os caminhos cerebrais envolvidos na leitura. As varreduras do cérebro ajudaram os pesquisadores a descobrir que bons leitores usam caminhos neuronais diferentes enquanto liam do que leitores que estão lutando (SHAYWITZ, 2003). Implicação: Esta pesquisa levou ao desenvolvimento de programas de computação cientificamente baseados, como Fast ForWord e Earbics, que ajudam dramaticamente as crianças com problemas de leitura. Com efeito, esses programas reafirmam o cérebro jovem dos leitores que estão lutando (graças à neuroplasticidade) para se assemelharem mais à fiação neural de bons leitores” (p. 40).</p> <p>“Mostra como as emoções afetam a aprendizagem, a memória e o recall. As emoções alertam os sistemas de atenção do cérebro, e as experiências que envolvem emoções são muito mais prováveis de serem lembradas. Implicação: os alunos aprendem melhor nas escolas e nas salas de aula com um clima emocional positivo, onde são respeitados e onde eles sentem que os professores realmente querem que eles tenham sucesso. Eles também se lembrarão mais do conteúdo do currículo quando estiverem ligados a atividades que evocam emoções” (p. 40).</p> <p>“Reconheceu o papel crítico do movimento e do exercício na aprendizagem e na memória. Os pesquisadores descobriram que o movimento e o exercício aumentam a produção de uma</p> | |

substância vital chamada fator neurotrófico derivado do cérebro, ou BDNF (RATEY, 2008). Esta proteína suporta a sobrevivência dos neurônios existentes, incentiva o crescimento de novos neurônios e é importante para a formação de memória a longo prazo. Além disso, o movimento e o exercício melhoram o humor e melhoram o processamento cognitivo. Implicação: os alunos sentam-se demais nas salas de aula, especialmente nas escolas secundárias e faculdades. Eles devem estar em movimento e se mover durante uma aula, e falar sobre o que eles estão aprendendo porque falar, também, é um dispositivo de memória muito eficaz” (p. 40-41).

“Acompanhou o crescimento eo desenvolvimento do cérebro adolescente. Implicação: reconhecendo que o lóbulo frontal, ou parte racional do cérebro adolescente, leva cerca de 22 a 24 anos para se desenvolverem completamente, enquanto as partes emocionais do cérebro se desenvolvem em cerca de 10 a 12 anos. Essa diferença significativa na maturidade das regiões cerebrais nos ajuda a entender melhor a imprevisibilidade do comportamento dos adolescentes” (p. 41).

“Desenvolveu uma compreensão mais profunda de como os ciclos circadianos afetam o foco. Implicação: saber que nossa capacidade de foco naturalmente diminui de 30 a 45 minutos, logo após o meio do dia, ajuda a explicar por que ensinar e aprender pode ser mais difícil durante esse período. A pesquisa sugere que os professores devem selecionar as estratégias de instrução que se centram em torno do envolvimento dos alunos durante este período para ajudar a manter o foco” (p. 41).

“Reconheceu que inteligência e criatividade são habilidades separadas que não são geneticamente determinadas e que ambas podem ser modificadas pelo meio ambiente e pela escolaridade. Implicação: o que os educadores fazem nas escolas pode realmente aumentar (ou diminuir) a inteligência e a criatividade de um aluno. Os principais problemas enfrentados pela nossa sociedade global (por exemplo, superpopulação, suprimentos de alimentos adequados e água limpa, demanda de energia e mudanças climáticas) exigirão soluções criativas. No entanto, os currículos escolares não colocam a ênfase suficiente no desenvolvimento da criatividade em seus alunos. Os alunos aprendem a ser mais criativos através do engajamento e as aplicações autênticas de sua aprendizagem para problemas do mundo real” (p. 41).

“Adicionado ao nosso conhecimento de como as artes desenvolvem o cérebro. Implicação: estudos de pesquisa estão revelando como a exposição às artes pode aumentar a atenção, habilidades espaciais e criatividade. Muitas vezes, no entanto, as artes são as primeiras a sofrer nas escolas quando os orçamentos são apertados. Embora muitas pessoas ainda considerem as artes como assuntos frívolos, a pesquisa do cérebro está mostrando que são importantes contribuintes para o desenvolvimento do processamento cognitivo” (p. 41-42).

“Destacou o grau em que os climas sociais e culturais de uma escola afetam o ensino e a aprendizagem. Implicação: Estamos apenas começando a perceber o impacto que as necessidades sociais dos estudantes têm em aprender. Os resultados da pesquisa do novo campo da neurociência social estão sugerindo que as escolas precisam dar muito mais atenção ao crescimento social dos alunos e se concentrar também nas contribuições que outras culturas podem fazer para o ensino e a aprendizagem” (p. 42).

Considerações Finais

“Várias universidades na América do Norte e no exterior estabeleceram centros dedicados de pesquisa para examinar como as descobertas na neurociência podem afetar a prática educacional. Como resultado, a teoria e a prática educacional tornar-se-ão muito mais baseadas em pesquisa, semelhante ao modelo médico” (p. 42).

“A pesquisa em neurociência educacional abre a porta com a esperança de que os educadores experimentem a alegria de ver mais estudantes atingir todo seu potencial” (p. 42).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 44 - Ficha de leitura do artigo de SILVA, R. S. 2003)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A31 |
| Palavras-chave | |
| <i>Educación. Neurociencia. Cerebro. Aprendizaje. Enseñanza. Investigación-acción.</i> Educação. Neurociência. Cérebro. Aprendizagem. Ensino. Pesquisa-ação. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Como passar da teoria e pesquisa do cérebro para a prática de sala de aula e políticas educacionais? | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O que os educadores não entendem é que os neurocientistas não sabem por onde começar, porque eles não são professores; eles não estão em sala de aula. Eles não sabem as perguntas cujas respostas procuramos. Como educadores, precisamos enfrentar nossas perguntas mais apreciadas sobre a classe” (p. 167).</p> <p>“Um professor bem informado geralmente tomará melhores decisões. O professor deve julgar se a pesquisa se encaixa ao seu ambiente particular de aprendizagem e como. Tem que ser cuidadoso e cauteloso na forma como é interpretada e utilizada a pesquisa. A nossa abordagem deve ser procurar a pesquisa básica em neurociência e juntá-la com os dados da psicologia e ciência cognitiva. O que você nunca vai encontrar é um estudo definitivo que demonstra que a aprendizagem baseada no cérebro é a melhor” (p. 167).</p> <p>“O que devemos fazer é escolher com cuidado e analiticamente entre os dados e determinar quais estudos realmente tem aplicações para a classe e quais não” (p. 167).</p> <p>“Nós não podemos ir da neurociência para a sala de aula, não sabemos o suficiente sobre Neurociência” (p. 167).</p> <p>“Os educadores devem aprender a como pensar sobre a pesquisa do cérebro, porque ninguém trabalha mais intimamente com cérebros vivos do que eles” (p. 167).</p> <p>“Ao lidar com a neurociência os educadores devem refletir e traduzir essa investigação em curso ao mundo da educação, mas não traduzir essa investigação complexa em estratégias que não são” (p. 168).</p> <p>“Os professores devem tomar a iniciativa de dar sentido ao que está sendo descoberto. Precisamos fazer perguntas e orientar a investigação em áreas que sabemos que têm mais necessidade de serem compreendidas” (p. 168 – 169).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Uma maneira concreta de realizar essa aspiração em prática é que em cada escola os professores e o corpo diretivo façam pesquisa-ação sobre as aplicações dos resultados e avanços da neurociência para o processo de ensino e aprendizagem” (p. 169). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 45 - Ficha de leitura do artigo de LIU, Chia-Ju; CHIANG, Wen-Wei. (2014)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A32 |
| Palavras-chave | |
| <i>Brain. Educational neuroscience. EEG. ERPs. Eye-tracking.</i> Cérebro. Neurociência educacional. EEG. ERPs. Eye-tracking. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Este artigo fornece uma base sólida baseada em evidências para a compreensão da relação entre neurociência educacional e aprendizagem de ciência eficaz. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Há muitos casos de professores que usam sua própria interpretação da neurociência como uma abordagem educacional, o que muitas vezes leva a resultados duvidosos” (p. 631).</p> <p>“Enquanto os professores que são capazes de identificar conexões relevantes para a neurociência podem resolver problemas mais profundos na aprendizagem de seus alunos, esses professores também devem reconhecer a importância de relacionar a informação abstrata com experiências mais concretas. Uma abordagem eficaz para reduzir o uso indevido da neurociência na sala de aula é discutir as descobertas reais de neurocientistas genuínos de uma maneira específica e fundamentada, que não está demasiado sobregeneralizada” (p. 632).</p> <p>“Reconhece-se que a aprendizagem automática é mais eficaz em alguns conhecimentos, mas é sugerido por muitos pesquisadores neurocientíficos que o efeito ótimo na aprendizagem precisa estar associado à cognição. Ou seja, os alunos precisam estar conscientes se estão prestando atenção ao conhecimento ou não” (p. 633).</p> <p>“Na maioria das situações, as emoções humanas são acompanhadas de todas as atividades do cotidiano. Da mesma forma, nas atividades de aprendizado, há emoções positivas e negativas. Quando os alunos não conseguem interpretar um conceito, o efeito mais provável é a frustração ou a ira, o que inevitavelmente torna os alunos a sentir falta de capacidade para resolver os problemas em questão. Assim, os educadores são responsáveis por orientar seus alunos a sair da armadilha dos conhecimentos antigos e a introduzir o pensamento criativo, sem negligenciar a importância do conhecimento antigo como base” (p. 633).</p> <p>“Compreender o impacto da emoção positiva sobre a criatividade científica pode ser o melhor para ajudar a incentivar e motivar os alunos a um envolvimento mais ativo na aprendizagem de ciências e matemática” (p. 635).</p> <p>“Supõe-se que quanto mais alunos percebem como sua estrutura cognitiva funciona em seus próprios cérebros, mais eles estarão melhor equipados para regular suas emoções que levam a um estudo positivo (PRIGGE, 2002)” (p. 635).</p> <p>“Em muitas circunstâncias, o cérebro pode reconhecer o padrão quando muitos conceitos compartilham propriedades semelhantes. No entanto, o cérebro requer múltiplas exposições a um conceito, de modo que o cérebro possa se ajustar e identificar quaisquer padrões dentro do conceito. É semi-enganoso dizer que o cérebro é um detector de padrões, porque o cérebro geralmente não consegue entender um único incidente aleatório entre todo o caos na vida diária” (p. 636).</p> <p>“A experiência concreta é uma das melhores maneiras de estabelecer conexões neurais fortes e duradouras através da aprendizagem experiencial por uma interação mais direta com o meio ambiente (PRIGGE, 2002)” (p. 638).</p> <p>“Em muitos casos, os estudantes usarão um ou dois sentidos familiares para testar se a informação processada é útil ou não. No entanto, a introdução de um novo sentido em uma base frequente pode abrir formas de caminho neural completamente novas e reduzir a transmissão em idosos. É por isso que tanto os professores como os alunos são encorajados a experimentar novos materiais, em vez de simplesmente usar livros didáticos” (p. 639).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “É falso supor que a aprendizagem assistida pela neurociência é impraticável devido à dificuldade de implementação no ambiente escolar normal. No entanto, é preciso admitir o fato de que ainda há um longo caminho a percorrer para introduzir a ciência neural como a ferramenta efetiva para a aprendizagem e o ensino eficazes” (p. 642). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 46 - Ficha de leitura do artigo de SIGMAN, M, et al. (2014)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A33 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Discutir quatro casos específicos em que a neurociência se sinergia com outras disciplinas para atender a educação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Isso significa que, independentemente dos métodos pedagógicos empregados, a nutrição inadequada, que é mais proeminente em estudantes com baixo status socioeconômico, dificultará o aprendizado” (p. 497).</p> <p>“Um grande corpo de conhecimento acumulado mostra que o sono melhora o processamento da memória e, inversamente, a interrupção do sono pode resultar em maiores déficits de aprendizagem. Nos seres humanos, o sono após a aquisição de memória mostrou beneficiar a consolidação, a reestruturação, generalização e lembrança seletiva de memórias. Essas descobertas psicológicas foram acompanhadas por estudos de imagem humana que mostram que a reativação e a reorganização neuroanatômica dos traços de memória são favorecidas pelo sono e proporcionais ao aprendizado” (p. 498).</p> <p>“Uma mudança aparentemente trivial que poderia capitalizar esses achados, sugerindo que a importância do sono seria atrasar o momento do início da escola. Os alunos normalmente chegam com sono para as aulas matutinas” (p. 498).</p> <p>“Ao invés de pedir aos alunos que se abstenham de dormir na escola ou chegar mais tarde, as sestas podem ser explicitamente empregadas como ferramentas educacionais. As sestas restauram a fadiga cognitiva e, para determinadas tarefas, proporcionam ganhos de desempenho comparáveis aos obtidos após uma noite completa de sono” (p. 498).</p> <p>“A pesquisa de neurociência sugere que o sono, a nutrição e o exercício influenciam a aprendizagem e, portanto, constituem o fundamento fisiológico da pedagogia” (p. 498).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Primeiro, a neurociência educacional deve moldar os aspectos práticos e éticos de ligar a biologia do aprendizado e da memória à educação formal humana, cuidando de recomendações sobre o que, quando e quando a neurociência pode ou não ser relevante para a educação. Em segundo lugar, os estudos de campo para examinar a validade das teorias da neurociência na sala de aula constituem uma fronteira de pesquisa quase inexplorada que é crucial para evitar que professores, diretores e tomadores de decisão (que não sejam especialistas em neurociências) escolham arbitrariamente, do vasto e heterogêneo corpo de conclusões empíricas, apenas conceitos úteis para os seus propósitos. Em terceiro lugar, a educação deve ser uma fonte de inspiração para a pesquisa de neurociências, contribuindo com problemas únicos e novas condições experimentais. Em particular, a neurociência educacional deve integrar o conhecimento dos professores para avançar em projetos experimentais mais ecológicos que possam ajudar os cientistas a entender a prática pedagógica e como a sala de aula pode servir como locus experimental. Em quarto lugar, os conceitos fundamentais do cérebro devem ser parte do programa profissional do professor, de modo a fornecer uma ferramenta científica para lidar com mitos e preconceitos. Em quinto lugar, como em outras empresas interdisciplinares, um investimento crucial para o sucesso será promover uma nova geração de estudantes capazes de progredir na investigação dos vínculos entre educação, cognição e função cerebral” (p. 500 - 501).</p> <p>“O trabalho atual sobre a construção de ligações diretas entre dados cerebrais e intervenções pedagógicas promete ser um campo de pesquisa particularmente importante para a neurociência futura, como a Hebb antecipou há mais de 60 anos” (p. 501).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 47 - Ficha de leitura do artigo de HOWARD-JONES, P. A. (2014)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A34 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O objetivo deste artigo é rever o que sabemos sobre neuromitos e as forças que os ajudaram a crescer; compreender o papel dessas forças na comunicação contemporânea sobre temas na interface da neurociência e da educação; e considerar como as comunicações entre neurociência e educação podem ser melhoradas no futuro. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Uma condição que favorece a propagação de um mito é quando a contraevidência - bem como as descobertas neurocientíficas sobre as quais o mito foi (erroneamente) baseadas - é difícil de acessar, o que efetivamente protege o mito do escrutínio. Quando tais contra-evidências e achados são complexos e / ou só podem ser encontrados em revistas de neurociência, é fácil para os não-especialistas perderem, interpretá-los ou ignorá-los e o mito pode, portanto, espalhar-se sem controle” (p. 818).</p> <p>“Uma barreira linguística também separa os não especialistas de evidências de neurociência. Além do jargão técnico, existem muitas palavras familiares que têm novos significados a eles (incluindo "aprender"). Quando pedimos aos professores estagiários se um aluno poderia aprender algo sem atender a isso, um surpreendente 43% achava que isso era possível. É possível que os professores interpretem a palavra "atenção" (como em "prestar atenção") como indicando um determinado conjunto de comportamentos abertos (por exemplo, não falar, olhar para o professor e assim por diante) em vez de alocação de recursos cognitivos de processamento” (p. 818 – 819).</p> <p>“Em vez disso, os achados sugerem que o sucesso das intervenções educacionais com o objetivo de melhorar a aprendizagem e o bem-estar das crianças exige atenção às necessidades e características específicas das crianças e ao tipo de intervenção, bem como o tempo” (p. 820).</p> <p>“O desenvolvimento humano e a aprendizagem surgem de uma série de circuitos neurais inter-relacionados que atendem a uma variedade de habilidades cognitivas e outras, que se desenvolvem a taxas diferentes até o início da idade adulta, às vezes de forma descontínua” (p. 820).</p> <p>“No entanto, na educação, uma comunicação efetiva pode exigir que os neurocientistas trabalhem em colaboração com aqueles que estão mais familiarizados com as condições culturais e os conceitos de educação - ou seja, os próprios educadores - para garantir que o conteúdo da comunicação seja adequado” (p. 822).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“A comunicação autêntica entre neurociência e educação desenvolveu-se consideravelmente nos últimos anos, mas muitos dos preconceitos e condições responsáveis pelos neuromitos ainda permanecem e podem ser observados dificultando os esforços para introduzir idéias sobre o cérebro no pensamento educacional” (p. 822).</p> <p>“Uma maior colaboração interdisciplinar entre neurociências e educação pode ajudar a identificar e abordar mal-entendidos à medida que surgem, e pode ajudar a desenvolver conceitos e mensagens que são cientificamente válidos e educacionalmente informativos” (p. 822).</p> <p>“Um campo dedicado à interação entre neurociência e educação não só informará abordagens educacionais, mas também poderá encorajar a visão científica sobre a relação dos processos neurais com os comportamentos complexos que são observados na sala de aula” (p. 822).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 48 - Ficha de leitura do artigo de WUTH, R. S. P. (2012)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A35 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neurociencias de la Educación. Aprendizaje. Educación Superior.</i> Neurociências da educação. Aprendizagem. Educação superior. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Entender o valor da dinâmica dos processos de aprendizagem atuais na Educação em Ciências da Saúde. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A neuroplasticidade é um processo funcional que atua como uma espada de dois gumes, potencializando a aprendizagem ou permitindo o esquecimento” (p. 282).</p> <p>“Em termos neurobiológicos para a educação, estamos dizendo que a estimulação contínua induzida pelo ambiente, provoca o fortalecimento dos circuitos sinápticos com os quais, provavelmente, a realidade construída está sendo analisada; e que o controle do processo não está necessariamente do lado de fora, mas adequadamente sobre quem deve aprender a resolver a solicitação” (p. 285).</p> <p>“Um estado de saúde física corporal apropriado, com uma regulamentação adequada de sono e alimentação são transcendentais para uma capacidade física e mental apropriadas para executar funções cognitivas que são mediadas pelo cérebro nas pessoas. Da mesma forma, a privação do sono, afeta notavelmente as habilidades de memória, pensamento e outras funções mentais (WU-DANG; SCHABUS; DESSELLIES; STERPENICH; BONJEAN; MARQUET, 2010)” (p. 286).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “É necessário que as neurociências da educação, em todas as áreas, mas principalmente no ensino superior comecem a trabalhar mais propriamente desde o fenômeno educativo em si mesmo, que se produz na dinâmica do ensino e aprendizagem quando esta relação se encontra operando” (p. 286). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 49 - Ficha de leitura do artigo de GONÇALVES, T. P. N. R. (2012)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A36 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neurociencias cognitivas. Educación. Cognición. Plasticidad neuronal. Identidad.</i> Neurociências cognitivas. Educação. Cognição. Neuroplasticidade. Identidade. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Este artigo discute as implicações que as teorias emergentes da neurociência cognitiva têm para a compreensão do sujeito da educação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A capacidade de aprender sob a influência de terceiros é baseada na plasticidade das estruturas cerebrais, mas, além delas, representa a possibilidade de incorporação cultural dos indivíduos através da comunicação e de processos intersubjetivos. Envolve a capacidade de aprender e a capacidade de ensinar, mas também a capacidade de se apropriar, transformar e expandir a experiência e a herança social e cultural acumulada pelas gerações anteriores” (p. 281-282).</p> <p>“A plasticidade - entendida como propriedade que pode ser transposta aos níveis comportamental e social - e a educabilidade - entendida como a capacidade de aprender, ensinar, interagir, comunicar e transformar do ser humano - são condições de possibilidade de construção por parte do sujeito de sua própria identidade, e se ancoram às suas capacidades conscientes e autoconscientes. A educação deve levar em conta as características e possibilidades plásticas do cérebro, de cada cérebro em um determinado momento e de acordo com determinadas condições” (p. 282).</p> <p>“Na educabilidade convergem (ou, por vezes, divergem) as interações entre o substrato psico-</p> | |

biológico que permite a aprendizagem e os estímulos ambientais que a facilitam ou dificultam. A pedagogia, ou ato pedagógico, é o momento em que esses conceitos ou dimensões se cruzam para permitir a aprendizagem com o fim de atingir certos objetivos. A reflexão pedagógica centrada no conceito de "plasticidade" será necessariamente uma pedagogia do encontro em que a plasticidade orgânica e a educabilidade convergem para conseguir determinados fins. Tanto as qualidades biológicas do sistema cognitivo do ser humano, como as relativas ao meio que ambiente que interage com o sujeito, são essenciais para o desenvolvimento de sua educabilidade” (p. 282).

“O sujeito é um corpo com um sistema cognitivo no mundo, juntamente com outros corpos e sistemas cognitivos com os quais estabelece inter-relações e com os quais ajusta seu comportamento. Essas relações, estes entre, configuram o desenvolvimento do sujeito e ocorrem em um tempo e em contexto concretos” (p. 288).

Considerações Finais

“A questão central na educação não será sobre a capacidade de ativar as regiões cerebrais apropriadas para melhorar suas atitudes, mas sim pensar como pode contribuir a educação para cumprir, na prática, as promessas da plasticidade cerebral e a referida revolução neuronal, fornecendo ao sujeito com instrumentos para compreender e realizar sua própria transformação” (p. 292).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 50 - Ficha de leitura do artigo de SMEDT, B., VERSCHAFFEL, L. (2010)

| | |
|-------------------------------------|--|
| Identificador | A37 |
| Palavras-chave | - |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | Refletir sobre a conexão entre a neurociência cognitiva e a educação matemática do ponto de vista da pesquisa educacional. |
| Principais Resultados | <p>“Sem esse conhecimento de como a matemática é aprendida e ensinada, os neurocientistas cognitivos correm o risco de realizar experimentos nativos com pouca ou nenhuma relevância para a teoria e a prática educacionais” (p. 652).</p> <p>“O desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a matemática, não pode ser estudado isoladamente do contexto de aprendizagem. Portanto, é importante para os estudos neurocientistas que investigam habilidades relevantes para a educação, a fim de examinar como as características das histórias de aprendizado de seus participantes e/ou seu ambiente de aprendizagem atual têm efeito sobre a atividade cerebral. Os pesquisadores educacionais podem fornecer uma contribuição fundamental aqui, porque eles possuem uma grande base de conhecimentos de pesquisa educacional à sua disposição que lhes permite identificar as variáveis importantes no ambiente educacional que precisam ser estudadas” (p. 652).</p> |
| Considerações Finais | <p>“O trabalho futuro neste campo interdisciplinar deve, portanto, levar em consideração características do contexto educacional e examinar seus efeitos sobre a atividade cerebral também. Ao todo, viajar de um lado para o outro da neurociência cognitiva para a educação matemática, como ilustrado por algumas das contribuições nesta edição especial, dará uma melhor compreensão de como a aprendizagem matemática ocorre e como ela pode ser influenciada” (p. 653).</p> |

Fonte: A autora (2017).

Quadro 51 - Ficha de leitura do artigo de DEVONSHIRE, I. A.; DOMMETT, E. J. (2010)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A38 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neurosciences. Education. Research levels. Teacher training. Neuroeducatio.</i> Neurociências. Educação. Níveis de pesquisa. Treinamento de professor. Neuroeducação. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| A parceria neurociência e educação não tem sido tão bem sucedida como se sugeria, portanto o objetivo é discutir as barreiras teóricas e as soluções potenciais para isso, que foram sugeridas anteriormente, com foco particular nos níveis de pesquisa em neurociência e sua aplicabilidade à educação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Em primeiro lugar, e sem dúvida como conseqüência de seus diferentes objetivos e escalas de estudo, as duas partes usam uma linguagem de trabalho diferente, o que dificulta a comunicação direta entre os dois” (p. 352).</p> <p>“Conceitos como aprendizagem podem significar coisas completamente diferentes para educadores e neurocientistas, aumentando o risco de mal-entendidos e sobreinterpretação de informações na tradução” (p. 352).</p> <p>“Conceitos como controles, dupla ocultação e objetividade são comuns dentro da pesquisa científica mas muito menos na educação. Isso significa, em primeiro lugar, que a pesquisa de neurociência primária provavelmente será, pelo menos em alguns casos, impossível de entender pelos educadores e, segundo, que os dois grupos provavelmente encontrarão conflitos ao projetar experiências juntas” (p. 353).</p> <p>“Uma maneira pela qual esse problema pode ser resolvido é dar às duas partes formação adequada nas áreas relevantes. Os neurocientistas devem ser conscientizados das conotações da linguagem que usam e treinados na comunicação científica, o que os manterá em bom lugar além do campo da neuroeducação. Além das publicações revisadas por pares encontradas em revistas de neurociência, os neurocientistas devem considerar produzir um relatório em uma forma mais simples contendo todas as informações-chave acessíveis aos educadores” (p. 353).</p> <p>“Da mesma forma, os educadores devem receber algum treinamento básico em neurociências e métodos de pesquisa, especialmente se eles devem realizar pesquisa-ação” (p. 353).</p> <p>“Ao treinar professores em métodos de pesquisa e neurociências básicas, eles também estarão melhor posicionados para avaliar os chamados produtos de aprendizagem baseados no cérebro” (p. 353).</p> <p>“O segundo problema prático é simplesmente encontrar o tempo e ambiente adequados no qual essas duas profissões diferentes podem trabalhar juntas. Os educadores, em particular os que estão na sala de aula, são notoriamente ocupados, muitas vezes encontrando-se oprimidos com novos produtos educacionais e metas de desempenho, reduzindo a quantidade de tempo disponível para trabalhar com os neurocientistas e, portanto, todos os esforços devem ser feitos para que essas reuniões estejam dentro das horas normais de trabalho” (p. 354).</p> <p>“No entanto, é importante que os neurocientistas não só se reúnam com educadores, mas também os vejam em seu ambiente natural da sala de aula. Da mesma forma, convidar educadores para o laboratório para ver a pesquisa, de todos os níveis, pode servir bem para derrubar as paredes entre as duas disciplinas. Somente por experiências compartilhadas, os dois grupos podem trabalhar juntos com sucesso” (p. 354).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Concordamos que os projetos de neuroeducação funcionam apenas em metas e em níveis que podem ter relevância direta para a educação e que utilizam a neurociência para apoiar ou falsificar teorias educacionais em vez de derivá-las” (p. 354). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 52 - Ficha de leitura do artigo de CHRISTODOULOU, J.A.; GAAB, N. (2009)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A39 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O objetivo desta discussão é esclarecer as perspectivas da neurociência e da educação para maximizar a comunicação e a utilidade do progresso da pesquisa. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O diálogo entre neurociências e educação pode ser promovido em vários níveis. Uma abordagem implicaria conversas entre neurocientistas e educadores, onde os professores, por exemplo, poderiam identificar questões de interesse. No início, o papel dos educadores deveria ser como colaboradores e parceiros envolvidos em um diálogo” (p. 555).</p> <p>“Assim, a tradução de informação tem o potencial de se perder da abordagem neurociência original, levando a "neuromyths" defeituosos. Uma solução necessária para isso é habilitar e treinar mediadores e tradutores no campo de MBE. Esses tradutores forneceriam uma linguagem e um quadro de referência comuns para contextualizar e entender os resultados. A comunicação direta entre o neurocientista e o educador seria ideal, mas os facilitadores oferecem uma boa alternativa” (p. 556).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Resumimos destacando a importância substancial da neurociência para a educação, mas também da educação para a neurociência. Cada perspectiva tem um conjunto de ferramentas para desenhar com métodos e conteúdo específicos para o campo. Embora esta discussão tenha focado as contribuições da neurociência para a educação, a bidireccionalidade do intercâmbio entre neurociências e educação pode ser igualmente informativa e construtiva” (p. 556).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 53 - Ficha de leitura do artigo de COCH, D.; ANSARI, D. (2009)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A40 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Então, como é que a neurociência e a educação se tornaram cada vez mais interligadas nos últimos anos e como esses campos devem estar conectados? | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Embora muitas vezes haja grandes expectativas para a aplicação direta de dados neurocientíficos à pedagogia, acreditamos que muito poucas descobertas da neurociência são diretamente aplicáveis em um amplo contexto educacional. Em vez disso, os achados básicos de neurociência precisam ser testados - rigorosamente e cientificamente - na sala de aula antes que qualquer "aplicação educacional" ou "tradução" possa se tornar clara” (p. 546).</p> <p>“A maioria dos professores e cientistas educacionais provavelmente sabe mais sobre aprendizado na sala de aula do que a maioria dos neurocientistas; tal conhecimento é valioso e não menos importante do que o conhecimento baseado em varreduras cerebrais, e deve ser um objetivo do MBE integrar conhecimento de sala de aula e conhecimento baseado em laboratório. Além disso, deve haver esforços dentro do campo de MBE para evitar oferecer as descobertas da neurociência para a educação como outra solução rápida (mais uma solução rápida). Em vez disso, consideramos o MBE como mutuamente benéfico para educadores, educadores escolares e neurocientistas, baseado em um processo iterativo e iterativo de fazer perguntas, testar e refinar hipóteses e métodos em todo o laboratório e sala de aula” (p. 546).</p> <p>“Afirmamos que um dos mecanismos cruciais a estabelecer para desenvolver uma ciência sustentável de MBE e prevenir o uso indevido de descobertas de neurociências na educação é o treinamento para educadores e neurocientistas” (p. 546).</p> | |

“Os professores treinados em princípios básicos da neurociência são cruciais para o campo de MBE, pois estarão na vanguarda do desajustado uso indevido de descobertas de neurociências nas escolas e provavelmente buscarão colaborações com neurocientistas para construir a ciência do MBE” (p. 547).

“Da mesma forma, acreditamos que os neurocientistas que se concentrem em questões de desenvolvimento e aprendizagem devem ter treinamento em teoria e metodologia educacional básica. Em muitos casos, as questões centrais sobre crianças na sala de aula (como a forma como as crianças aprendem um conceito específico) também devem ser abordadas no laboratório de neurociência do desenvolvimento” (p. 547).

“a neurociência deve ser considerada como apenas uma fonte de evidência que pode contribuir para práticas baseadas em evidências na educação” (p. 547).

“As pesquisas conduzidas por esses profissionais provavelmente serão úteis e mutuamente benéficas, tanto para a neurociência quanto para a educação, e menos propensas a serem usadas indevidamente” (p. 547).

“há uma riqueza de informações de uma longa história de pesquisas de ciências de aprendizagem que devem ser consideradas em conjunto com dados neurocientíficos em termos de significância educacional” (p. 547).

Considerações Finais

“As partes essenciais envolvidas no MBE, nos neurocientistas e educadores, devem ter um conhecimento adequado da neurociência e da educação para poder tomar decisões informadas sobre questões, aplicações, implicações e políticas de pesquisa. Na nossa opinião, o treinamento é um mecanismo crucial para o desenvolvimento de conhecimentos úteis e úteis em MBE” (p. 547).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 54 - Ficha de leitura do artigo de GOSWAMI, U. (2006)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A41 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O que, se alguma coisa, os neurocientistas podem fazer para ajudar a boa neurociência na educação? | |
| Principais Resultados | |
| “Por exemplo, crianças expostas a uma disciplina áspera e abuso físico em casa parecem processar as emoções de maneira diferente de outras crianças. Na infância posterior, eles também são mais propensos a ter distúrbios de conduta que os tornam difíceis de ensinar” (p. 410). | |
| “Como nos adultos, a ansiedade nas crianças parece afetar os sistemas atencionais, levando as crianças a mudar seletivamente a atenção para os estímulos ameaçadores” (p. 410). | |
| Considerações Finais | |
| “Pode ser de grande utilidade para a sociedade, se nós, como cientistas, promovemos e apoiemos uma rede de comunicadores de nossa pesquisa - indivíduos que podem colmatar o fosso atual entre neuro ciência e educação, fornecendo conhecimento de alta qualidade de forma digerível. Esses comunicadores poderiam funcionar de forma semelhante aos oficiais de informação de instituições de caridade médicas, mas, neste caso, explicam o que as descobertas de neurociências significam para a criança na sala de aula. Os comunicadores ideais seriam ex cientistas com interesse na educação, talvez vinculados às universidades ou aos departamentos nacionais de educação” (p. 412). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 55 - Ficha de leitura do artigo de LAWSON, A. E. (2006)

| | |
|-------------------------------------|---|
| Identificador | A42 |
| Palavras-chave | - |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | É importante que os professores compreendam que o que está sendo descoberto sobre o funcionamento do cérebro apoia a teoria da aprendizagem construtivista (ALEXANDER; MURPHY, 1999), que por sua vez suporta o ensino baseado em inquérito (Associação Americana para o Avanço da Ciência, 1989; Research Council, 1996, 2001; National Science Foundation, 1996). O objetivo do presente artigo é explicar por que isso é assim. |
| Principais Resultados | <p>“De acordo com a teoria da rede neural (GROSSBERG, 1982, 2005, JANI; LEVINE, 2000), os dendritos tornam-se funcionais quando a taxa de liberação do neurotransmissor aumenta em botões sinápticos. O aumento na taxa de liberação torna a transmissão de sinal de um neurônio para o próximo mais fácil. Assim, aprender é entendido como um aumento no número de conexões sinápticas "operativas" entre os neurônios. Ou seja, o aprendizado ocorre quando a taxa de liberação do transmissor em botões sinápticos aumenta de modo que os sinais podem ser facilmente transmitidos através de sinapses que estavam anteriormente, mas inoperacionais” (p. 111).</p> <p>“Tal série de eventos explica como a informação é processada ao longo do tempo. O ponto importante é que os estímulos são considerados familiares se um registro de memória deles existe no F(2) tal que o padrão de excitação envia de volta para F(1) que corresponde ao padrão de entrada. Se não corresponde, os estímulos de entrada são não-familiares e a excitação orientadora é ligada para permitir uma busca inconsciente por outro padrão. Se nenhuma combinação é obtida, então nenhuma codificação na memória de longa duração ocorrerá a menos que a atenção seja direcionada mais de perto para o objeto em questão. Direcionando cuidadosamente a atenção no objeto não-familiar pode aumentar a atividade pré-sináptica para um nível alto suficiente para compensar a atividade pós-sináptica relativamente baixa e eventualmente permitir uma gravação da entrada sensorial em conjunto de células anteriormente não comprometidas” (p. 113).</p> <p>“Assim, a memória de trabalho pode ser pensada como uma rede temporária para sustentar a informação enquanto ela é processada. Durante o raciocínio, é preciso prestar atenção às informações relevantes para a tarefa e inibir a informação irrelevante da tarefa. Conseqüentemente, a memória de trabalho envolve mais do que simplesmente alocar a atenção e monitorar temporariamente. Em vez disso, durante o processo de raciocínio, a memória de trabalho seleciona ativamente informações relevantes para os objetivos de alguém e inibe ativamente a informação irrelevante” (p. 117).</p> <p>“O ponto-chave em termos de instrução é que, para uma aprendizagem significativa e duradoura, os alunos devem se envolver pessoalmente e repetidamente na geração e no teste de suas próprias idéias auto-geradas. Isso significa que as atividades laboratoriais e de campo se tornam os principais veículos instrucionais” (p. 117).</p> |
| Considerações Finais | “Mas essas atividades não podem ser "livro de receitas" na natureza. Em vez disso, eles devem permitir aos alunos a liberdade de investigar abertamente e levantar observações intrigantes. As observações intrigantes devem então induzir os alunos a gerarem e testarem as explorações alternativas com os seguintes tipos de perguntas que se tornam o foco central da instrução” (p.117). |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 56 - Ficha de leitura do artigo de ANSARI, D.; COCH, D. (2006)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A43 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Avançar o debate além da recitação de achados de neurociência cognitiva potencialmente relacionados à educação e a afirmação de que uma ponte entre os campos é quimérica. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Dado evidência de estudos internacionais que revelam que a qualidade do professor é um preditor significativo do sucesso educacional das crianças, é surpreendente que a formação de professores geralmente não inclui cursos sobre alfabetização científica e cérebro e educação” (p. 147).</p> <p>“Acreditamos que, para maximizar os benefícios eventuais, é necessário adotar uma abordagem ascendente para construir pontes através de programas iniciais de treinamento de professores que envolvam neurociência cognitiva, seja por meio de professores treinados no campo ou neurocientistas cognitivos que participam na formação de professores. Novos programas de treinamento de professores em que os cursos são especificamente projetados para permitir a investigação e discussão de como vincular a pesquisa e a educação irá incentivar os professores principiantes a apreciar seus papéis potencialmente poderosos na construção de pontes em MBE, entendendo as mentes em desenvolvimento e cérebros dos alunos, e descobrindo como conceituações de desenvolvimento oferecidas pela neurociência cognitiva podem informar suas próprias reflexões e práticas” (p. 146-147).</p> <p>“Além dos domínios acadêmicos específicos, o conhecimento geral sobre o desenvolvimento do cérebro pode ser útil para todos os professores. Por exemplo, descobertas recentes sobre mudanças estruturais e funcionais no cérebro adolescente podem informar de forma unilateral a compreensão dos professores sobre comportamentos de adolescentes” (p. 149).</p> <p>“Os resultados da pesquisa de neurociência cognitiva também podem informar a compreensão dos papéis do sono e da nutrição no desenvolvimento e aprendizagem do cérebro e, portanto, podem ajudar os educadores a decidir se e como integrar essas variáveis em seus currículos” (p. 149).</p> <p>“Nós afirmamos que os insights da neurociência cognitiva confirmarão, desafiarão e ampliarão as teorias existentes que os professores em treinamento têm sobre aprendizagem e desenvolvimento” (p. 149).</p> <p>“Com a recente disponibilidade de métodos de neuroimagem não invasivos e o advento da neurociência cognitiva, acreditamos que tanto a técnica quanto a literatura já cresceram o suficiente para apoiar a renovação de um apelo à formação interdisciplinar” (p. 149).</p> <p>“A comunicação entre educadores e cientistas precisa ser totalmente bidirecional para as pontes entre educação e neurociência cognitiva suportar uniformemente a carga de MBE. Isso não só requer a integração de conceitos e métodos de neurociência cognitiva na formação de professores, mas também requer o treinamento de neurocientistas cognitivos na compreensão do processo e prática educacional com todas as restrições do mundo real” (p. 149).</p> <p>“Assim, enquanto os programas de educação tradicional precisam facilitar um treinamento mais amplo na pesquisa científica, os programas de neurociência cognitiva devem integrar a experiência da sala de aula em seus currículos” (p. 149).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“A primeira ponte leva ao desenvolvimento de educadores que aplicam evidências de neurociência cognitiva à sua prática e geram novos conhecimentos científicos relevantes para a educação através de suas colaborações com pesquisadores. A segunda ponte facilita o desenvolvimento de cientistas que podem se comunicar com educadores e gerar evidências neurocientíficas que possam estar relacionadas à educação e contribuir com o conhecimento básico. Ambas as pontes levam a uma ciência multidisciplinar, integrada e colaborativa da mente, do cérebro, da educação e da aprendizagem que levará a benefícios mensuráveis para estudantes, professores e pesquisadores” (p. 150).</p> | |

Fonte: A autora (2017).

Quadro 57 - Ficha de leitura do artigo de GOSWAMI, U. (2004)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A44 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Implimentar nossa maior compreensão do desenvolvimento do cérebro e da função cerebral para explorar questões educacionais. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“No entanto, é notável que a neurociência ainda não estuda o ensino. O ensino bem sucedido é a contrapartida natural do aprendizado bem sucedido e é descrito como uma "cognição natural" por Strauss (2003)” (p. 2).</p> <p>“No entanto, o desempenho de atos intencionais para aumentar o conhecimento dos outros (ensinar com uma "teoria da mente") parece ser exclusivo dos seres humanos e talvez seja essencial para o que significa ser um ser humano (STRAUSS; ZIV; STEIN, 2002). A identificação e análise da pedagogia bem sucedida é fundamental para a pesquisa na educação, mas atualmente é um campo estrangeiro para a neurociência cognitiva” (p. 2).</p> <p>“Embora as tecnologias atuais da ciência do cérebro ofereçam oportunidades emocionantes aos educadores, complementam em vez de substituir os métodos tradicionais de pesquisa educacional” (p. 2).</p> <p>“As ferramentas da neurociência cognitiva oferecem várias possibilidades para a educação, incluindo o diagnóstico precoce de necessidades educacionais especiais, o monitoramento e a comparação dos efeitos de diferentes tipos de contribuições educacionais sobre o aprendizado e uma maior compreensão das diferenças individuais na aprendizagem e as melhores maneiras de atender ao aluno” (p. 6).</p> <p>“A previsão óbvia é que experiências específicas terão efeitos específicos, aumentando as representações neurais em áreas diretamente relevantes para as habilidades envolvidas” (p. 9).</p> <p>“Estudos recentes de neuroimagem sugerem que o sono do Movimento Rápido dos Olhos (REM) não está apenas associado a auto-relatos de sonhos, mas é importante para a aprendizagem e a memória” (p. 9).</p> <p>“É cada vez mais reconhecido que a aprendizagem eficiente não ocorre quando o aluno está passando por medo ou estresse” (p. 10).</p> <p>“Quando um aluno está estressado ou temeroso, as conexões com córtex frontal ficam prejudicadas, com um impacto negativo na aprendizagem. O estresse e o medo também afetam os julgamentos sociais e as respostas à recompensa e ao risco. Uma função importante do cérebro emocional é avaliar o valor da informação que está sendo recebida. Quando a amígdala é fortemente ativada, ela interrompe a ação e o pensamento e desencadeia respostas corporais rápidas críticas para a sobrevivência” (p. 10).</p> <p>“O termo envolvente "neuromitos", cunhado pelo relatório da OCDE sobre a compreensão do cérebro (OCDE, 2002), sugere a facilidade e rapidez com que as descobertas científicas podem ser traduzidas em desinformação sobre o que a neurociência pode oferecer educação” (p. 10).</p> <p>“ambos os hemisférios trabalham juntos em todas as tarefas cognitivas até agora exploradas com neuroimagem, incluindo tarefas de reconhecimento de fala e rosto” (p. 11).</p> <p>“No entanto, a existência de um período sensível não significa que os adultos não conseguem adquirir habilidades linguísticas estrangeiras competentes na vida” (p. 11).</p> <p>“qualquer tipo de estimulação ambiental específica faz com que o cérebro forme novas conexões (lembre-se das representações corticais ampliadas de músicos profissionais e dos hipocampus alargados dos taxistas de Londres). Essas demonstrações não significam que uma maior densidade sináptica prevê uma maior capacidade de aprender, no entanto” (p. 11).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Claramente, o potencial de neurociência para contribuir com a pesquisa educacional é ótimo. No entanto, as pontes precisam ser construídas entre a neurociência e a pesquisa básica em educação. Bruer (1997) sugeriu que os psicólogos cognitivos são admiravelmente colocados para erguer essas pontes, embora também tenha advertido que, embora a neurociência tenha aprendido muito sobre neurônios e sinapses, não aprendeu o suficiente para orientar a prática</p> | |

educacional de forma significativa. Esta visão é talvez também pessimista. A neurociência cognitiva do desenvolvimento estabeleceu uma série de "marcadores" neurais que podem ser usados para avaliar o desenvolvimento, por exemplo, do sistema de linguagem. Esses marcadores podem ser úteis para investigar questões educacionais” (p. 12).

Fonte: A autora (2018).

5.2 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO AO GOOGLE ACADÊMICO

Quadro 58 - Ficha de leitura do artigo de DEKKER, S. et al. (2012)

| | |
|---|------------|
| Identificador | A45 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neuromyths. Educational neuroscience. Prevalence. Predictors. Teachers.</i> Neuromitos. Neurociência educacional. Prevalência. Preditores. Professores. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O estudo investigou a prevalência e preditores de neuromitos entre professores em regiões selecionadas no Reino Unido e na Holanda. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Os professores que estão altamente interessados na pesquisa do cérebro são suscetíveis a neuromitos. Isso é problemático, já que esses professores em particular podem implementar idéias erradas baseadas no cérebro na prática educacional” (p. 5).</p> <p>“A pesquisa atual mostrou que o conhecimento sobre o cérebro era maior quando os professores leram revistas científicas populares. Os professores que estão ansiosos para aprender sobre o cérebro e suas possíveis aplicações na sala de aula podem, mais frequentemente, procurar informações nas mídias populares” (p. 5).</p> <p>“Os resultados atuais refletem a prevalência de neuromitos em uma amostra de professores com forte interesse na neurociência da aprendizagem. Isso produz informações importantes sobre os professores que podem implementar idéias erradas baseadas no cérebro na educação e na prática” (p. 5).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Para pesquisas futuras, é importante examinar onde as idéias incorretas dos professores se originam (por exemplo, livros, colegas, empresas comerciais) e realizar estudos de intervenção voltados para aumentar a competência dos professores sob o entendimento do fato de o cérebro” (p. 6).</p> <p>“Em conclusão, esta pesquisa sugere que os professores que estão entusiasmados com a possível aplicação de descobertas de neurociências na sala de aula, muitas vezes desconhecem distinguir a pseudociência dos fatos científicos. Possuir maiores conhecimentos gerais sobre o cérebro não pareceu proteger os professores de novos neuromitos. Isso demonstra que é necessário aprimorar o profissionalismo do professor e a comunicação interdisciplinar para reduzir tais mal-entendidos no futuro” (p. 6).</p> | |

Fonte: A autora (2017).

Quadro 59 - Ficha de leitura do artigo de FISCHER, K. W., GOSWAMI, U., GEAKE, J. (2010)

| | |
|-------------------------------------|--|
| Identificador | A46 |
| Palavras-chave | - |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | Compreender a diversidade de habilidades e deficiências ajudará os educadores e os pais a facilitar o aprendizado e o desenvolvimento dos alunos individuais. |
| Principais Resultados | <p>“A neurociência educacional requer instituições que apoiem a colaboração sustentável entre pesquisadores e professores, de modo a desenvolver melhores pesquisas e treinamento em ensino e aprendizado” (p. 73).</p> <p>“Argumentamos que as universidades e as escolas devem juntar-se para criar escolas de pesquisa - escolas da vida real (públicas e privadas) afiliadas a universidades onde educadores e pesquisadores trabalham juntos para criar pesquisas que se relacionam com práticas e políticas educacionais e para formar futuros profissionais e pesquisadores (HINTON; FISCHER, 2008). Também propomos que essas escolas de pesquisa avaliem e promovam a aplicação de métodos de pesquisa tanto quantitativos quanto qualitativos na educação” (p. 74).</p> <p>“A neurociência educacional enfrenta o problema que Dewey descreveu - pouca ou nenhuma conexão entre a prática educacional e a pesquisa sobre aprendizagem e ensino. O estabelecimento de escolas de pesquisa pode ajudar a resolver esse problema criando instituições cujo objetivo é produzir um sólido fundamento de pesquisa para a prática e políticas educacionais” (p. 74).</p> <p>“Um desafio central para a neurociência educacional é como inserir informações educacionais sobre o desenvolvimento do cérebro e mecanismos do cérebro nas salas de aula. O principal agente de mudança no sistema educacional é o professor e o desenvolvimento de infra-estruturas que reúnem professores e pesquisadores é um objetivo importante” (p. 74).</p> <p>“Os diferentes métodos de pesquisa das ciências naturais e das ciências humanas são complementares e não mutuamente exclusivos, mas muitas vezes são colocados em justaposição dentro das faculdades de Educação. O que é necessário é criar uma nova comunidade de pesquisadores e profissionais que sejam especialistas nas múltiplas disciplinas que contribuem e que investigue a aprendizagem e o ensino sistematicamente em contextos educacionais. Esta nova comunidade poderia ser chamada de "neuroeducadores" (GARDNER 2008) ou engenheiros educacionais” (p. 75).</p> <p>“Uma parte da nova comunidade interdisciplinar - talvez chamada de engenheiros educacionais - precisa se especializar em fazer conexões úteis entre a prática e a pesquisa. Eles terão experiência em traduzir ou aplicar descobertas de ciência cognitiva e neurociência para aprender em salas de aula e outras configurações educacionais, incluindo currículos, software educacional, televisão infantil e design de playgrounds e produtos e campos esportivos” (p. 75).</p> <p>“Uma infra-estrutura fundamental para fornecer uma sólida base científica para o aprendizado e o ensino é a criação de grandes bases de dados sobre aprendizagem e desenvolvimento, incluindo dados longitudinais do cérebro, genética e comportamental para populações grandes e tipicamente em desenvolvimento. Tais bases de dados têm uma grande utilidade potencial para pesquisa e prática” (p. 75).</p> <p>“A neurociência educacional precisa de avaliações rigorosamente concebidas em ambientes de aprendizagem reais do que e como os alunos aprendem e os professores ensinam” (p. 76).</p> <p>“Para a neurociência educacional, uma necessidade fundamental é a base de dados que combina marcadores biológicos relevantes para a aprendizagem com evidências de aprendizagem e ensino em configurações da vida real, e não apenas performances em testes padronizados em ambientes que não são dedicados à aprendizagem” (p. 76).</p> <p>“Uma maneira importante de melhorar a qualidade das bases de dados é pedir aos</p> |

pesquisadores da comunidade de neurociência educacional que incluem algumas medidas centrais neurais e comportamentais em suas investigações, por exemplo, avaliações do processamento e atenção sensorial básica, mesmo que as medidas não façam parte das hipóteses dominantes em sua área particular de indagação. A escolha de tais medidas exigirá recomendações de um painel de pesquisadores e educadores que representam uma ampla gama de áreas de especialização. Essa estratégia ajudará na coleta de informações sobre vias de aprendizagem e desenvolvimento e prováveis padrões causais” (p. 76).

“Da mesma forma, os marcadores genéticos fornecem oportunidades poderosas para descobrir raízes biológicas de desenvolvimento e aprendizagem (PLOMIN et al., 2007). Por exemplo, os dados da epigenética (o impacto dos ambientes sobre a expressão gênica e a interação genética) indicam que os projetos geneticamente informados podem melhorar a compreensão dos efeitos ambientais na aprendizagem, como mostrar como as condições ambientais têm efeitos para pessoas com alguns padrões genéticos, mas não outras. O campo da genética ultrapassou o determinismo genético simples, o que deve se refletir em projetos de pesquisa educacional” (p. 77).

Considerações Finais

“Construir e sustentar um forte fundamento científico para a educação requer a criação de várias novas formas de infra-estrutura: (1) Escolas de Pesquisa nas quais pesquisadores e profissionais trabalham juntos para elaborar questões e métodos de pesquisa para moldar a prática e a política, (2) Neuroeducadores: pesquisador / especialista que possui as habilidades interdisciplinares necessárias para desenvolver o novo campo da neurociência educacional e especializado na conexão de questões práticas com achados e conceitos de pesquisa, (3) Grandes bases de dados compartilhados sobre aprendizagem e desenvolvimento, incluindo marcadores biológicos, e (4) Projetos de pesquisa educacional informados por neurociências e genética. Além disso, um debate informado sobre a neuroética em relação à mente, ao cérebro e à educação é essencial. Uma base forte na pesquisa baseada em colaboração de pesquisadores e profissionais levará a muitas melhorias importantes na educação. A evidência levará a melhores escolhas de maneiras de ensinar e facilitar a aprendizagem, incluindo a especificação de diferentes caminhos de aprendizagem para diferentes alunos. Simultaneamente, evitará alegações enganosas de "educação baseada no cérebro" decorrentes de mitos cientificamente especiosos. Reduzirá os efeitos de modelos enganosos de aprendizagem e ensino que estão implícitos em linguagem e cultura, mas não cientificamente precisos, ao mesmo tempo em que criam formas de ensinar modelos de forma mais eficaz e aproveitam as formas pelas quais modelos culturalmente implícitos podem melhorar a aprendizagem” (p. 77) .

Fonte: A autora (2017).

Quadro 60 - Ficha de leitura do artigo de FISCHER, K. W. (2009)

| | |
|--|------------|
| Identificador | A47 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>O campo emergente de Mente, Cérebro e Educação (MBE) tem como objetivo reunir biologia, ciência cognitiva, desenvolvimento e educação para criar um sólido fundamento de pesquisa para a educação. Esta fundação requer uma nova abordagem para conectar pesquisa e educação, com uma colaboração bidirecional em que profissionais e pesquisadores trabalhem juntos para formular questões e métodos de pesquisa para que possam estar conectados a práticas e políticas.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Precisamos estabelecer escolas de pesquisa reais como uma instituição importante para criar um sólido fundamento de pesquisa para práticas e políticas educacionais” (p. 13).</p> <p>“No entanto, esses bancos de dados incluem pouco sobre como a aprendizagem eo ensino ocorrem nas salas de aula, na frente dos computadores ou em outras configurações de aprendizagem. É necessária uma base de dados que analise a aprendizagem e o ensino em contextos da vida real, e não apenas performances em testes padronizados em ambientes que não fazem parte do aprendizado normal em escolas ou em outros lugares. As escolas de pesquisa em colaboração com avaliações padronizadas tradicionais podem mover o campo para além da ideologia e da opinião para práticas e políticas baseadas em evidências” (p. 13).</p> <p>“Um dos objetivos do programa MBE em Harvard e da International MBE Society é produzir uma nova categoria de educadores com habilidades para fazer conexões úteis entre pesquisa e prática. Esses tradutores educacionais ou engenheiros podem ajudar a aplicar os resultados da ciência cognitiva e da neurociência para a aprendizagem nas salas de aula e podem engenhar materiais e atividades educacionais baseados em pesquisas que promovam a aprendizagem em software educacional, na televisão para crianças ou nos playgrounds” (p. 13).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Pesquisas efetivas exigem que os educadores desempenhem um papel central junto com os pesquisadores na formulação de questões e métodos. A biologia é central para este campo emergente, informando a prática educacional de muitas maneiras, fornecendo conhecimentos básicos sobre o corpo e o cérebro em relação à aprendizagem e ao ensino” (p. 14).</p> <p>“Uma base sólida na pesquisa, baseada na colaboração de pesquisadores e profissionais, levará a grandes melhorias na educação. A evidência conduzirá a melhores escolhas de maneiras de ensinar e facilitar a aprendizagem, incluindo a especificação de diferentes caminhos de aprendizagem para diferentes alunos. Simultaneamente, evitará alegações enganosas de "educação baseada no cérebro" decorrentes de mitos cientificamente enganosos. Reduzirá os efeitos de modelos enganosos de aprendizagem e ensino que estão implícitos na linguagem e na cultura, mas não cientificamente precisos, ao mesmo tempo em que criam formas de ensinar modelos de forma mais eficaz e aproveitam as formas pelas quais modelos culturalmente implícitos podem melhorar a aprendizagem” (p. 14).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 61 - Ficha de leitura do artigo de GOSWAMI, U. (2008).

| | |
|---|------------|
| Identificador | A48 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| No entanto, o cérebro é o principal órgão da aprendizagem e, portanto, uma compreensão mais profunda do cérebro parece ser altamente relevante para a educação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Importância da participação ambiental incremental demonstra que os ambientes de aprendizagem criados nas escolas pelos professores e outros profissionais terão importantes efeitos cumulativos. Claramente, é importante evitar a criação de ambientes de aprendizagem que apoiem a aquisição de conexões inadaptadas, por exemplo, ambientes que se sentem inseguros ou estressantes. Além disso, é necessária uma compreensão profunda de um determinado domínio educacional para apresentar a informação cumulativa na sequência ideal para o aprendiz novato (isto reflete preocupações educacionais clássicas para a consolidação da aprendizagem, juntamente com a progressão nos currículos). O crescimento de novas conexões de fibras no cérebro sempre ocorre em resposta a novos insumos e, portanto, afirmar que os pacotes de aprendizagem baseados no cérebro permitem a "neuroplasticidade" é uma redefinição do que sempre ocorre para qualquer nova experiência de aprendizado” (p. 388).</p> <p>“A maioria das experiências ambientais são multisensoriais e, portanto, as conexões de fibra entre modalidades são onipresentes. Além disso, porque o aprendizado é codificado cumulativamente por grandes redes de neurônios, as montagens de células que foram conectadas devido a experiências anteriores continuarão a ser ativadas mesmo quando um aspecto particular da informação sensorial em uma experiência particular está ausente. Essa habilidade do cérebro para responder a dependências abstraídas de constelações sensoriais particulares permite, por exemplo, uma palavra perdida a ser preenchida quando alguém tossa através de outro falante. Embora o nosso cérebro tenha recebido a informação sensorial sobre tosse e não os fonemas na palavra perdida, o aprendizado prévio das regularidades estatísticas entre as palavras no discurso conectado permite que o cérebro preencha as informações faltantes (por exemplo, PITT; McQUEEN, 1998, para Um exemplo relacionado)” (p. 389).</p> <p>“Mais uma vez, esse princípio implica que, se as crianças forem ensinadas novas informações usando uma variedade de seus sentidos, o aprendizado será mais forte (ou seja, o aprendizado será representado através de uma rede maior de neurônios que conectam um maior número de estruturas neurais diferentes e acessíveis através de um Maior número de modalidades)” (p. 389).</p> <p>“À medida que o cérebro experimenta constelações sensoriais particulares de estímulos ao longo de várias vezes, o que é comum em todas essas experiências será naturalmente representado mais fortemente do que o diferente. Isso ocorre porque as conexões de fibra que codificam o que é comum tornar-se-ão mais fortes do que as conexões de fibra que codificam os detalhes da novela. Este mecanismo produz efetivamente nossos "conceitos de nível básico", como "gato", "cão", "árvore" e "carro" (ROSCH, 1978)” (p. 390).</p> <p>“Embora muitas vezes seja observado que a aprendizagem é "incorporada" nas experiências do indivíduo, um dos objetivos da educação é ajudar todos os indivíduos a extrair a estrutura de ordem superior (ou "princípios" ou "regras") que sustentam um determinado corpo de conhecimento. Geralmente, considera-se que uma combinação de "descoberta liderada" e conhecimento transmitido diretamente fornece a melhor forma de fazer isso, mas há muitos desentendimentos sobre o equilíbrio ótimo entre esses métodos de ensino em diferentes domínios e em diferentes pontos de vista da pedagogia” (p. 391).</p> <p>“Isso sugere que os modelos de aprendizagem em sala de aula devem incorporar as emoções para melhor compreender o comportamento dos alunos. Há certamente alguns dados relevantes da neurociência cognitiva humana e animal. Por exemplo, o aprendizado em adultos é prejudicado quando o impacto da punição relevante para a recompensa é aprimorado e os neurotransmissores que controlam esse processo podem ser identificados</p> | |

(COOLS et al., 2005)” (p. 393).

“A informação emocional é priorizada pelo cérebro e recebe acesso privilegiado à atenção. Quando as experiências são aversivas, os blocos de resposta emocional aprendem. A priorização da informação emocional era, provavelmente, evolutiva adaptativa, como estímulos emocionais levam a um processamento sensorial aprimorado pelo cérebro, permitindo uma melhor resposta comportamental” (p. 393).

“Estudos do cérebro também sugerem que nunca é tarde demais para aprender” (p. 394).

“A maior densidade sináptica está associada a mais aprendizado. Quando as redes neurais são lesionadas ou parcialmente destruídas (por exemplo, por um acidente vascular cerebral), as conexões podem se reformular. Parece haver diferenças entre as estruturas neurais na forma como isso pode ocorrer, no entanto, esses mecanismos compensatórios (que podem levar a uma recuperação significativa da função pré-AVC) mostram novamente que a plasticidade continua na vida adulta tardia. Em termos de mecanismos cerebrais para aprender, portanto, há uma continuidade considerável. Este princípio de aprendizagem fornece suporte empírico para a eficácia do acesso à educação ao longo da vida ("aprendizagem ao longo da vida")” (p. 394).

“No entanto, quando a experimentação sistemática permite que uma relação significativa seja identificada entre processos cognitivos hipotéticos e variáveis neurais, as variáveis neurais podem se tornar marcadores fisiológicos ou biomarcadores desses processos cognitivos. Portanto, as variáveis neurais podem ser usadas para identificar aqueles que podem estar em risco educacional” (p. 394).

“Por exemplo, uma criança pode estar em risco porque os aspectos do processamento sensorial são prejudicados, e os biomarcadores podem mostrar a presença desse comprometimento do processamento antes de quaisquer sintomas comportamentais terem aparecido (GOSWAMI, 2008b). A identificação de marcadores neurais permitiria uma intervenção muito precoce, antes que uma potencial dificuldade de aprendizagem tenha tido tempo para se tornar enraizada” (p. 395).

“Nutrição e dieta são importantes para a função efetiva, assim como o sono e o exercício físico” (p. 395).

“Durante o sono, há inatividade comportamental acompanhada de mudanças eletrofisiológicas distintas na atividade cerebral. Essas mudanças parecem afetar a memória, que parece ser consolidada durante o sono de movimento lento e rápido do movimento dos olhos através das ações de certos neurotransmissores. As memórias recém-codificadas são estabilizadas e são integradas com memórias pré-existentes (de longo prazo) através da ação de neurotransmissores como a acetilcolina. A baixa atividade colinérgica está associada ao sono com ondas lentas, e quando a atividade colinérgica está bloqueada no cérebro, há uma consolidação melhorada da memória (ver MARRSHALL; BORN, 2007, para um resumo)” (p. 396).

“No entanto, o sono deve ocorrer dentro de uma determinada janela de tempo após o treinamento para que os benefícios se acumulem (essa janela de tempo é aproximadamente dentro de 16 horas do período de aprendizado). Por outro lado, a insônia grave está associada a decrementos na aprendizagem. A crescente base de evidências em relação ao sono mostra a importância desses aspectos básicos do comportamento humano para a educação” (p. 396).

Considerações Finais

“A neurociência cognitiva é importante para a educação, pois permite uma compreensão fundamentada dos mecanismos de aprendizagem e dos componentes básicos do desempenho humano. Também permite a compreensão componencial das habilidades cognitivas complexas ensinadas pela educação. Muitos dos princípios de aprendizagem descobertos pela neurociência cognitiva podem parecer apoiar o que os professores já conheciam” (p. 396).

“No entanto, a neurociência cognitiva oferece uma base empírica para apoiar certos insights já presentes na pedagogia e disputando os outros” (p. 396).

“As influências biológicas, sensoriais e neurológicas sobre a aprendizagem devem se tornar parceiros iguais com influências sociais, emocionais e culturais, se quisermos ter uma disciplina de educação verdadeiramente eficaz” (p. 397).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 62 - Ficha de leitura do artigo de GEAKE, J. (2008).

| | |
|--|------------|
| Identificador | A49 |
| Palavras-chave | |
| <i>Neuromyths. Brain-based. Cognitive neuroscience. Education.</i> Neuromitos. Baseado no cérebro. Neurociência Cognitiva. Educação. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O objetivo principal deste trabalho é examinar vários dos neuromitos mais populares à luz da evidência neurocientífica e educacional relevante. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Nós usamos a maioria dos nossos cérebros na maioria das vezes, não um uso restrito de 10% de cérebro. Isso ocorre porque nossos cérebros estão densamente interligados e exploramos essa interconectividade para permitir que nossos cérebros de primatas evoluídos primitivamente vivam em nosso complexo mundo humano moderno” (p. 123).</p> <p>“os professores devem buscar uma validação científica independente antes de adotar produtos baseados no cérebro em suas salas de aula” (p. 123).</p> <p>“A interconectividade cerebral é necessária para todo o aprendizado específico de domínio, desde música até matemática até a história para o francês como segunda língua. Os neuromitos geralmente ignoram essa interconectividade em busca da simplicidade” (p. 126).</p> | |
| Considerações Finais | |
| - | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 63 - Ficha de leitura do artigo de PICKERING, S. J.; HOWARD-JONES, P. (2007).

| | |
|--|------------|
| Identificador | A50 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Estudo das opiniões dos educadores (Reino Unido) sobre o papel do cérebro na educação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A maioria dos participantes avaliou o papel do cérebro como importante ou muito importante, incluindo o design e a entrega do ensino, a provisão para necessidades especiais e o papel da nutrição, e isso A classificação era amplamente similar, independentemente de serem educadas crianças ou adultos” (p. 110).</p> <p>“os educadores sentem que o conhecimento do cérebro é importante na tomada de decisões sobre como eles ensinam, mas não necessariamente o que eles ensinam” (p. 110).</p> <p>“embora a pesquisa científica em neurociência e psicologia possa fornecer conhecimento relevante para a educação, muitas das chamadas ferramentas de ensino e aprendizagem baseadas no cérebro, populares nas escolas, não receberam nenhuma forma de validação científica” (p. 110-111).</p> <p>“A relevância para a sala de aula, a comunicação bidireccional entre cientistas e educadores, e informações facilmente acessíveis foram classificadas como os fatores mais importantes no desenvolvimento bem sucedido de iniciativas que ligam o cérebro e a educação” (p. 112).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“No entanto, é claro que os envolvidos em reunir a neurociência e a educação ainda têm algum trabalho a fazer para estabelecer e comunicar idéias e iniciativas que podem se tornar populares entre os professores e atender aos critérios científicos para sua base” (p. 111).</p> <p>“Um desafio para aqueles envolvidos em trazer mente, cérebro e educação juntos é garantir que as perspectivas dos professores contribuam para o campo à medida que ele se desenvolve, de forma a ajudar a manter esse entusiasmo” (p. 111).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 64 - Ficha de leitura do artigo de SZÜCS, D.; GOSWAMI, U. (2007).

| | |
|---|------------|
| Identificador | A51 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>A neurociência educacional é uma "ponte muito longe"?</p> <p>Nós argumentamos que existe uma diferença fundamental entre fazer a neurociência educacional e usar os resultados da pesquisa de neurociência para informar a educação.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O que realmente precisamos é uma nova colônia de pesquisadores interdisciplinares treinados tanto na neurociência cognitiva como na educação e um novo quadro teórico baseado em representação mental que leva em consideração as preocupações dos educadores e dos neurocientistas (FISCHER et al., 2007). O novo quadro teórico deve levar em consideração as variáveis educacionais, cognitivas e de neurociência ao longo do processo de indagação empírica. Essa integração deve ocorrer ao projetar experiências, ao coletar dados e ao interpretar os resultados” (p. 117).</p> <p>“o potencial chave da neurociência educacional é que as tecnologias de imagem cerebral podem ser usadas para medir representações mentais no típico desenvolvimento do cérebro humano” (p. 124).</p> <p>“A plasticidade permite a aprendizagem e a compreensão da aprendizagem é crucial para a educação” (p. 124).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Vemos dois desafios atuais para a integração de métodos de neurociência em áreas importantes da pesquisa educacional. Uma delas é que as metodologias atuais de neurociência são mais adequadas às análises de grupo. No entanto, a aprendizagem efetiva exige a consideração da individualidade de cada aluno. Um grande desafio metodológico para a neurociência educacional é, portanto, o design de paradigmas experimentais mais adequados às expectativas dos pesquisadores educacionais interessados em desempenho individual” (p. 124).</p> <p>“Atualmente, a investigação das interações características do aprendizado bem-sucedido está fora do alcance da neurociência. No entanto, o campo está mudando o tempo todo. (p. 124).</p> | |
| Fonte: A autora (2018). | |

Quadro 65 - Ficha de leitura do artigo de WRIGHT, K. P. et al. (2006).

| | |
|--|------------|
| Identificador | A52 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| <p>Verificar o papel do sono, compreendendo que os processos cerebrais homeostáticos e internos circadianos do tempo de sono interagem para regular a função do cérebro humano, de modo que a vigília alerta é promovida durante o dia e o sono consolidado é promovido durante a noite.</p> | |
| Principais Resultados | |
| <p>“O desempenho cognitivo melhorou (ou seja, aprendendo) no grupo sincronizado, enquanto a aprendizagem foi significativamente prejudicada no grupo não sincronizado. A atenção diminuiu progressivamente em ambos os grupos, sugerindo que 8 horas de sono programado por noite são insuficientes para manter a vigilância cerebral mesmo quando o sono ocorre em um momento biológico apropriado. Nossos resultados estabelecem que o alinhamento adequado entre o sono-vigília eo tempo circadiano interno é crucial para o aprimoramento do desempenho cognitivo” (p. 508).</p> <p>“A aprendizagem foi prejudicada em indivíduos que não mantinham relações normais entre os horários de sono-vigília impostos e tempo biológico interno” (p. 513).</p> | |

“A descoberta de que a atenção piorou, enquanto a aprendizagem persistiu, no grupo sincronizado indica que diferentes quantidades de sono-reposo podem ser necessárias para manter diferentes funções cerebrais e / ou que a aprendizagem não foi otimizada no tempo sincronizado de 8 horas na cama” (p. 513).

“O desempenho prejudicado observado no segundo dia das 40 horas da privação total do sono durante a rotina constante em ambos os grupos é consistente com achados prévios que mostram que a privação total do sono prejudica o aprendizado verbal (DRUMMOND, C. et al., 2000; STICKGOLD, J. et al., 2000)” (p. 513).

“Conforme observado, a memória e / ou a aprendizagem prejudicada foram relatadas após a privação seletiva do sono REM e do sono da onda lenta, e após parcial (<6 horas de noite de sono) e privação total do sono (> 24 horas de vigília)” (p. 515).

“Na prática, é impossível isolar a contribuição individual do sono e dos processos circadianos na consolidação e aprendizado da memória porque tanto o sono como os processos circadianos mudam com o tempo, influenciam o outro e interferem para regular a fisiologia e o comportamento humanos” (p. 516).

Considerações Finais

“Serão necessários estudos adicionais para determinar se o sistema circadiano de cronometragem dos seres humanos de fato exibe após os efeitos do arrastamento semelhantes aos achados em não-humanos” (p. 516).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 66 - Ficha de leitura do artigo de PIOLAT, A., OLIVE, T.; KELLOGG, R. T. (2005).

| | |
|---|------------|
| Identificador | A53 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Analisamos as funções, os procedimentos de abreviatura, as estratégias e as restrições de memória de trabalho da tomada de notas com o objetivo de melhorar a compreensão teórica e prática da atividade. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Assim, tomar notas consome pelo menos tantos recursos como compor um texto. Observar e escrever, ambos envolvem processos de compreensão, porque tanto os escritores quanto os tomadores de notas criam uma representação mental conceitual do que estão compondo - para o primeiro e para o que eles estão ouvindo - para o último. Mas eles também ativam outros processos para formatar suas anotações com os vários procedimentos de formatação física e linguística que eles possuem à sua disposição” (p. 302).</p> <p>“O esforço cognitivo dedicado à tomada de notas é certamente mais confiável do que o esforço dedicado à cópia. Em outras palavras, tomar notas não é uma transcrição gráfica simples da informação que é realizada na palestra ou na leitura. De fato, além de operações de compreensão, ao tomar notas, os tomadores de notas também selecionam informações, reformulam os conteúdos (abreviaturas, estilo telegráfico, formatação linguística das notas), operações que exigem um esforço superior ao exigido para um simples transcrição sequencial. Finalmente, o baixo esforço cognitivo de copiar (ou seja, caligrafia) também sugere que o acesso ao significado, triagem e seleção de informações pode ser gerado simultaneamente com a escrita (mais precisamente, com a tradução e a execução associada do manuscrito)” (p. 302).</p> <p>“Não surpreendentemente, tomar notas da leitura exige menos esforço cognitivo do que uma palestra. Ao ouvir, mais operações estão simultaneamente comprometidas e, assim, tomar notas de uma conferência coloca mais demandas em recursos de memória de trabalho” (p.303).</p> <p>“Tomar notas de um texto curto exige menos esforço do que de um documento longo. Além</p> | |

de ativar os processos de compreensão de texto, ao tomar notas de um documento grande, os tomadores de notas também devem gerar uma grande representação mental do texto (ou seja, um modelo mental mais complexo). Além disso, para desempenhar bem a tarefa, eles desenvolvem estratégias para escanear todo o texto que são muito diferentes das estratégias desenvolvidas para ler textos curtos. Com texto curto, os tomadores de notas geralmente adotam estratégias de varredura linear, enquanto não o fazem com textos longos. Procurar parte de um texto para encontrar informações a serem gravadas é mais empolgante com um hipertexto do que com um documento em papel. Usar a tecnologia do computador para gerenciar informações através do clique de um mouse pode realmente aumentar o esforço cognitivo, julgando a partir desses resultados” (p. 304).

Considerações Finais

“As descobertas analisadas aqui mostram que o paradigma de tarefa dupla (e suas variantes) fornece uma janela relevante sobre o funcionamento mental dos tomadores de notas. Os efeitos de diferentes fatores situacionais sobre o engajamento do executivo central da memória de trabalho podem ser frutificamente estudados. É importante no trabalho futuro usar o método de tarefa tripla para identificar e investigar mais precisamente todas as operações de processamento de informações envolvidas na tomada de notas. Identificar quando e quantas vezes os processos de compreensão, seleção e produção são ativados, bem como a forma como esses processos são orquestrados constitui um desafio importante para a compreensão das características funcionais da tomada de notas” (p. 305).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 67 - Ficha de leitura do artigo de GEAKE, J.; COOPER, P. (2003).

| | |
|--|------------|
| Identificador | A54 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Neste artigo, propomos que alguns achados experimentais recentes nas neurociências cognitivas possam ser interpretados ou generalizados para sugerir possíveis implicações para a aprendizagem, para o desenvolvimento cognitivo e para a pedagogia em contextos educacionais formais. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Portanto, propomos que a educação adote um modelo bio-psicopedagógico interativo, que só pode ocorrer se os educadores envolvem os neurocientistas cognitivos em diálogo para compartilhar o conhecimento profissional uns dos outros” (p. 11).</p> <p>“O ponto aqui é que as simplificações excessivas de alguns achados neurocientíficos não excluem a priori um nexo de educação e neurociência, mas sim obrigam-nos a proceder com cautela, como geralmente exercido nas ciências naturais, se não na mídia popular, especialmente quando eles vem para a educação” (p. 13).</p> <p>“O que a neurociência cognitiva não conhece sobre a plasticidade adaptativa é se existe um limiar de estimulação para aprendizagem permanente (Phillips & Singer, 1997). No entanto, a vasta gama de variáveis que contribuem para diferenças neurológicas individuais sugerem que há limiares de aprendizagem individuais, o que, por sua vez, apoia o conhecimento comum dos professores de que algumas crianças "obtem" muito mais rápido do que outros” (p. 15).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Além disso, como esperamos que tenhamos demonstrado entre outros, os professores não devem ter medo das descobertas da neurociência cognitiva, uma vez que muitos deles podem apoiar práticas de ensino intuitivas e de alta qualidade” (p. 16). | |

Fonte: A autora (2018).

5.3 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO AO BANCO DE TESES DA CAPES

Quadro 68 - Ficha de leitura da dissertação de MARTINS (2012)

| | |
|--|------------|
| Identificador | D01 |
| Palavras-chave | |
| Neurociência e Educação. Ambiente Enriquecido. Ambiente Educacional. Aprendizagem. Neuroplasticidade. Centro de Ciência. Brinquedos. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Compreender o ambiente educacional de oficinas de construção de brinquedos por meio do paradigma de ambiente enriquecido da neurociência, com ênfase nos componentes ambientais que influam no desempenho e na interação dos alunos durante estas atividades. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Considera-se que a concepção do professor sobre a aprendizagem, metodologias e resultados esperados modelam sua interação de forma que aqueles alunos que atendam aos seus critérios preconcebidos vão bem, ao passo que os que não se ajustam entram em processo de progressiva exclusão do ambiente educacional. Na medida que suas “expectativas se confirmam” o professor reforça suas convicções ao invés de as repensar sua prática” (p. 146).</p> <p>“Muitas das mudanças a serem realizadas na relação ensino-aprendizagem partem da necessidade do professor de acreditar na capacidade de pensar (e aprender) de seu aluno, para que dessa forma possa estruturar mais claramente as tarefas a serem realizadas em sala” (p. 147).</p> <p>“Interessante é a constatação, efetuada por meio das observações e entrevistas, de que a fala dos professores não contempla a compreensão de que as crianças (todas as idades, aliás) estão, continuamente, em aprendizagem e desenvolvimento e que as atividades realizadas constituem os meios de promoção do estágio do não saber para o saber, com as consequentes alterações neurais morfofuncionais e comportamentais. Soma-se a esse quadro a ausência de conhecimento de estratégias para modificar, motivar e engajar a criança no processo como por exemplo, as oficinas” (p. 151).</p> <p>“A importância da relação docente, que pode ser estabelecida por professores e, no caso das oficinas, pelos formadores, foi observada com frequência durante as oficinas, pois quando o formador deu autonomia para criança fazer, tentar, investigar, os alunos prosseguiram até o final da atividade sem depender da presença do formador para finalização da atividade.” (p. 157)</p> <p>“Aprendizagem e educação estão intimamente ligadas ao desenvolvimento do cérebro, dado que ele é um adaptável processador das informações que chegam ao organismo pela estimulação ambiental, as quais estimulam novas conexões neurais, que por sua vez possibilitam melhor adaptação desse organismo ao ambiente em que está contido. A aprendizagem resulta dessa interação dos estímulos ambientais, do processamento e adaptação neural, gerando reorganização morfofuncional e mesmo alteração de comportamento. Considera-se que a educação pode ser designada a guiar e inspirar a construção da arquitetura básica neural para processamento de informação no cérebro, pelo preparo e controle dos estímulos (inputs) dados aos aprendizes” (p. 157).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“A partir do conhecimento da capacidade do cérebro de modificar-se de acordo com os estímulos ambientais e considerando a escola como ambiente educacional de extrema importância no processo de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos – onde os estudantes passam entre 4 e 5 horas diariamente, sendo alguns casos período integral – é importante dedicar maior atenção ao tipo de estímulo que está sendo oferecido à criança, uma vez que este pode favorecer a interação, desempenho e aprendizagem dos alunos ou limitá-los de acordo com os dados expostos” (p. 163).</p> <p>“Deve-se ressaltar que a neurociência é multidisciplinar e nesse aspecto deve se relacionar</p> | |

também com a educação, resultando em contribuições com esforços mútuos, tanto de pesquisadores e profissionais da área de educação, quanto da área da neurociência” (p. 164).
 “O que se percebe, até o momento, é que a área de neurociência e educação, encabeçada por neurocientistas, em geral, avança sem diálogo com pesquisadores na área de educação. Quanto à aplicação prática, direta, os pesquisadores na área de educação não estão tão entusiasmados quanto os neurocientistas. Todavia, observa-se interesse crescente dos professores e educadores em saber como o cérebro funciona, objetivando melhorar suas práticas em sala de aula. Eles querem saber o que realmente funciona para aplicarem em seus alunos e obterem maior sucesso no fazer docente” (p. 164-165).
 “Considera-se que a disseminação dos neuromitos fanha espaço pela falta de ensino adequado de neurociência na educação básica, bem como iniciativas escassas da academia em prol da divulgação adequada das descobertas dessa área, e dos potenciais e limites da neurociência” (p. 165).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 69- Ficha de leitura da tese de SILVA (2012)

| Identificador | T01 |
|---|-----|
| Palavras-chave | |
| <i>Vygotsky. Cultural-historical psychology. Neuroscience and education. Brain.</i> Vygotsky. Psicologia histórico-cultural. Neurociências e educação. Cérebro. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Esta tese procura identificar o conceito de cérebro na obra de Vigotsky, analisando como este conceito relaciona-se com os fundamentos da psicologia histórico-cultural. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Para Geeke (2008), está aceitação acrítica mereceria por si só um estudo, refletindo que algumas justificativas possíveis seriam a pressão política para a obtenção de resultados rápidos e um melhor desempenho nas avaliações do sistema a fim de alcançar uma melhor posição no “ranking” de escolas. O autor lamenta que, com essa busca de recursos pedagógicos de “tamanho único”, fique obscurecida aos olhos do professor as diferenças em que sua sala de aula é rica, possibilitando um trabalho muito mais criativo e efetivo” (p. 205).</p> <p>“No entanto, mesmo que alguma hipótese seja desmentida, ela pode deixar traços, principalmente se captura de alguma forma a imaginação do público ao ser divulgada pelos meios de comunicação (OECD, 2007). Assim nasce o neuromito, e a própria ciência encontra dificuldades para refutá-lo, uma vez que sua permanência não se dá por razões científicas, e sim por ter adquirido entusiasta em torno de si (GEAKE, 2008)” (p. 205).</p> <p>“O fato é que o cérebro, hoje em dia, não é mais um assunto restrito às escolas de medicina, e o tema tem uma circulação social garantida pela divulgação da mídia” (p. 206).</p> <p>“Ou seja, a popularização da neurociência pode ser considerada uma parte influente do tecido social em nossos tempos midiáticos – oferecida, obviamente, de forma banalizada, superficial e sem maiores questionamentos, o que obviamente está longe de ser verdadeiro” (p. 206).</p> <p>“Uma vez que foram ensinados, eles aprenderam, e seu cérebro modificou-se em função disso. Portanto, aprender modifica o cérebro, ou seja, aprender produz desenvolvimento” (p. 209).</p> <p>“Vigotsky nega essa presunção, afirmando justamente o contrário: a aprendizagem gera o desenvolvimento, e o bom ensino deve se adiantar em relação ao que o aluno já sabe. Esta é a base de seu conhecido conceito da zona de desenvolvimento proximal (VIGOTSKI, 1933, 1992)” (p. 209).</p> <p>“Mas principalmente, para que tal parceria seja bem sucedida, é preciso desmistificar junto aos educadores a ideia de que a neurociência trará soluções rápidas e prescritivas para a educação, por mais atraente que tal ideia pareça. Portanto, a expectativa de que o professor possa utilizar métodos pedagógicos embasados em dados neurocientíficos não será suprida pela neurociência, mas pode advir de um trabalho comum entre os dois campos (BLAKEMORE; FRITH, 2000; RATO; CALDAS, 2010)” (p. 211).</p> | |

“A construção de um campo de pesquisa conjunto pode ser a forma de integrar conhecimentos práticos escolares e pesquisa científica. Ler um livro na escola é muito diferente de ler pseudo-palavras em um aparelho de ressonância magnética durante um estudo sobre tempo de reação: o conhecimento não pode ser transferido de forma descontextualizada de uma instância à outra, mas pode ser mediado por uma articulação entre pesquisa e prática (FISCHER et al., 2007)” (p. 211).

“Para Carew e Magsamen (2010), quanto mais os educadores tiverem acesso aos cientistas e pesquisas de qualidade, mais informados serão, tornando-se consumidores mais críticos de ciência e portanto evitando modismos não baseados em supostas evidências científicas.” (p. 218).

“Uma alternativa utilizada na busca de evidências científicas para subsidiar práticas educacionais é a revisão de pesquisas, que tem a vantagem de apresentar um conjunto delas e não um estudo individualmente, mas esse tipo de revisão não é algo simples de ser feito, principalmente se o que se busca são prescrições práticas, onde se tende a excluir trabalhos de caráter qualitativo mais aprofundados. Obviamente, tal procedimento não garante por si uma utilização correta dessas informações, como já se pode discutir no que se refere a neuromitos, uma vez que é difícil avaliar pesquisas que produzem evidências contraditórias a partir de diferentes metodologias” (p. 220).

“Estabelecido na MBE por Tokuhama-Espinosa (2011):

1. Os cérebros humanos são únicos como faces: ainda que haja padrões básicos de desenvolvimento cerebral compartilhados pelos humanos, a especificidade de cada cérebro pode ajudar a explicar as diferenças no processo de aprendizagem, mas a autora alerta que isso pode ser usado como uma desculpa para a inabilidade dos professores em ensinar a todos os alunos, e que a espécie humana compartilha estágios de desenvolvimento que servem de parâmetros para a aprendizagem ainda que cada indivíduo tenha um cérebro único.

2. Os cérebros humanos não são iguais porque o contexto e as habilidades influenciam a aprendizagem: para a autora, as pessoas nasceriam com diferentes habilidades, que podem ser ampliadas ou perdidas, dependendo dos estímulos recebidos ou falta deles.

3. O cérebro é modificado pela experiência: o cérebro, enquanto um sistema complexo e dinâmico, é constantemente alterado pela experiência. Segundo Tokuhama-Espinosa (2011), “você vai para cama hoje à noite com um cérebro diferente do que você tinha quando acordou (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2011, p. 33), ainda que tais mudanças sejam visíveis apenas num nível microscópico, e algumas delas podem tornar-se permanentes, evidenciando a influência da experiência na estrutura cerebral.

4. O cérebro é altamente plástico: o cérebro humano apresenta alto grau de desenvolvimento e plasticidade ao longo da vida, ainda que haja limites a ela, principalmente na medida em que se envelhece. A aprendizagem por toda a vida é sublinhada, e a possibilidade de recuperação de lesões neurológicas adquiridas ou inatas também indica a potencial plasticidade do cérebro.

5. O cérebro conecta nova informação com as antigas. Conectar novas informações às anteriormente adquiridas facilita a aprendizagem, o que reafirma a importância da educação básica” (p. 225- 226).

Considerações Finais

“A escola, permeável e permeando a sociedade, tem sede de saber sobre o cérebro, muitas vezes para continuar justificando seus fracassos através da culpabilização dos alunos, mas outras vezes por querer saber mais desse mundo misterioso que envolve o ensino e a aprendizagem. Quero acreditar que a segunda hipótese ganha forças, e continuará crescendo na medida em que possamos contribuir para o conhecimento crítico dos profissionais da educação, de forma que possam refletir sobre esses fenômenos de uma perspectiva mais ampla, evitando cair nas armadilhas ideológicas que usam a neurociência para justificar o fracasso escolar e culpabilizar quem quer que seja. A neurociência em si, como toda ciência, depende do uso que fazemos dela” (p. 254 – 255).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 70 - Ficha de leitura da tese de BROCKINGTON, J. G. de O (2011)

| Identificador | T02 |
|--|------------|
| Palavras-chave | |
| Física- Ensino. Neurociências. Emoções. Aquisição do conhecimento. Ensino médio. (da ficha catalográfica). | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Investigar se diferentes padrões de respostas psicofisiológicas associadas a reações emocionais estariam vinculados a diferentes formas de representação de situações e fenômenos do mundo físico. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Os resultados revelam que os grupos tiveram padrões de respostas emocionais diferentes ao contemplarem as alternativas de respostas para as questões. Para as questões de Física, os Experts apresentaram RCP maiores quando viram as alternativas cientificamente corretas em comparação àquelas geradas quando viram as concepções intuitivas. Além disso, as reações emocionais dos Experts para as alternativas de respostas (independente da Validade) para questões de Física tiveram maior intensidade em relação àquelas geradas por Novatos” (p. 116).</p> <p>“Tal resultado sugere que há uma correlação entre a reação emocional e o conteúdo apresentado, bem como entre os tipos de alternativas de respostas para as questões. Este resultado está de acordo com nossa hipótese da existência de um vínculo emocional com o conhecimento científico” (p. 118).</p> <p>“Nesse sentido, nossos resultados sugerem que os Experts têm uma relação emocional maior com o conteúdo das questões de Física do que com as questões de Controle. E, mais que isso, respostas emocionais mais intensas foram geradas quando esses contemplaram as alternativas cientificamente corretas, quando comparadas com as concepções intuitivas. Isso pode indicar que representações científicas são mais emocionalmente ligadas a eles do que as concepções intuitivas” (p. 118).</p> <p>“Estes resultados revelam que Experts reagem emocionalmente de maneira mais intensa ao contemplarem as alternativas científicas que usarão para responder as questões de Física. Para os Novatos, as reações emocionais mais intensas são geradas justamente ao verem as alternativas que contém concepções alternativas e que eles usarão para responder o teste. Isso ocorre apenas para as questões de Física, de modo que o padrão emocional é semelhante entre os dois grupos para as questões controle, sendo que a diferença ocorre apenas na intensidade da resposta emocional quando os sujeitos contemplam as alternativas que usarão para responder corretamente as perguntas do teste” (p. 126).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Nossos resultados sugerem que a emoção parece desempenhar um papel mais importante, servindo como Qualificador, valorando o conhecimento e participando de sua aquisição e uso na construção de representações de mundo. Em outras palavras, talvez seja importante buscar estratégias que façam com que um estudante mude sua relação emocional com as representações possíveis do mundo” (p. 148).</p> <p>“Os resultados que obtivemos indicam que um cientista, ao invés de alguém frio, de alguma forma, desenvolveu um vínculo emocional com as representações científicas do mundo. Isso porque um processo de decisão, como o que está relacionado com o experimento que elaboramos, tradicionalmente é tido como completamente racional” (p. 149).</p> <p>“Desta forma, um conteúdo científico deve ser mais do que cognitivamente entendido. É preciso uma parcela de emoção para que ele seja validado e, então, integrado aos modos de pensamento dos estudantes, levando-os a considerar que representações científicas do mundo como algo que faça sentido e, portanto, sejam apreciadas e entendidas” (p. 154).</p> <p>“Além disso, podem-se obter evidências fisiológicas e neuronais que, combinadas com resultados de pesquisas em psicologia cognitiva, possibilitará a construção de modelos de aprendizagem mais complexos, integrando comportamento e o funcionamento do cérebro nos</p> | |

processos de uso e aquisição do conhecimento científico” (p. 156).
 “Estariam os vínculos emocionais sempre relacionados a domínios específicos? E a pergunta principal: como educadores, como podemos desenvolver estes vínculos em seus alunos?” (p. 155).
 “Somente por meio de um trabalho colaborativo e interdisciplinar, os resultados provenientes de pesquisas em Neurociência poderão ser usados de forma efetiva para informar educadores e contribuir para suas práticas” (p. 156).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 71 - Ficha de leitura da tese de CORSO, H. V. (2012)

| | |
|--|------------|
| Identificador | T03 |
| Palavras-chave | |
| Leitura; compreensão. Funções executivas. Memória de trabalho. Nível socioeconômico. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Discutir os modelos teóricos e experimentais da compreensão leitora; elaborar um instrumento de avaliação de compreensão de texto; investigar o desenvolvimento da habilidade entre a quarta e a sexta séries do Ensino Fundamental, analisando também o impacto de variáveis externas (nível socioeconômico e tipo de escola) sobre aquele desenvolvimento; investigar na amostra as associações e dissociações entre o desempenho em leitura de palavras e em compreensão de textos; verificar que funções neuropsicológicas relacionam-se à compreensão leitora e, finalmente, investigar a forma como aquelas funções neuropsicológicas se relacionam com o nível socioeconômico e a inteligência, em seus efeitos sobre a compreensão leitora. | |
| Principais Resultados | |
| <p>"O questionário de compreensão textual foi a única tarefa de leitura em que não ficou evidenciada uma diferença entre os grupos em função do tipo de escola. Algumas características da tarefa talvez tenham um impacto sobre sua sensibilidade a variações. Respostas abertas no lugar da múltipla escolha talvez captassem melhor as diferenças na compreensão. Envolvendo principalmente o reconhecimento da resposta correta, diminuem as demandas de memória. Ainda, há 25% de possibilidade de resposta correta ao acaso. Outro aspecto diz respeito à forma de aplicação. Enquanto que o reconto é feito a partir da leitura do próprio participante, o questionário é respondido após a leitura que o examinador faz das questões e das opções de resposta, o que pode favorecer um desempenho alto, ao, novamente, diminuir as demandas da tarefa" (p. 79).</p> <p>"Quanto às correlações entre as tarefas, ainda é interessante observar o quanto a tarefa de leitura de palavras isoladas se correlaciona de forma predominantemente fraca com as diferentes tarefas de compreensão, ou não apresenta correlação significativa (como no caso dos totais de inferência, interferência e reconstrução). Este achado corrobora a literatura que afirma ter a identificação de palavras um peso explicativo da compreensão leitora progressivamente menor ao longo do desenvolvimento/escolarização (BOWEY, 2000)" (p. 79).</p> <p>"Quanto à verificação das associações e dissociações entre os desempenhos nas tarefas de leitura de palavras e de texto, a análise dos dados ainda permitiu identificar um grupo de maus compreendedores (desempenho alto em leitura de palavras e baixo em compreensão leitora; n= 19), correspondendo à 17% da amostra total. Ao contrário, o grupo de maus decifreadores (desempenho baixo em leitura de palavras e alto em compreensão leitora; n= 1) foi muito reduzido, representando em torno de 4,5% da amostra total. Os 17 % da amostra que lêem corretamente as palavras, sem compreender o texto, apontam na direção da insuficiência da leitura-decifração para garantir a compreensão. Se a leitura de palavras eficiente não garante a compreensão, os estudos em sua maioria mostram que sem a primeira, a segunda fica inviabilizada (EHRI, 2010). Daí que, em nossa hipótese, não encontraríamos a dissociação inversa, isto é, baixo desempenho em LPI e alto desempenho em compreensão leitora" (p. 80).</p> <p>"Ainda, complementando as análises que mostram o impacto do tipo de escola sobre a leitura, a identificação de grupos de leitores conforme as associações e dissociações nas tarefas de leitura</p> | |

de palavras isoladas e compreensão leitora, verifica-se que dentro do grupo de maus leitores e de maus compreendedores a concentração de crianças nas escolas públicas é maior. Ao mesmo tempo, o número de leitores proficientes nas escolas privadas é quase o dobro do número de bons leitores em escolas públicas." (p. 80).

Considerações Finais

"O presente estudo apresenta pontos fortes e também limitações. Entre as forças do trabalho está o uso de uma bateria neuropsicolinguística construída para crianças brasileiras. Os rígidos critérios de exclusão da amostra também devem ser destacados. Ao mesmo tempo, a avaliação da leitura foi bastante completa, permitindo a identificação de participantes com uma dificuldade específica na compreensão leitora. Como uma limitação desse estudo, deve-se considerar que a bateria utilizada não avalia com a mesma profundidade todos os oito construtos – orientação, percepção, atenção, memória, linguagem, habilidades visuoespaciais, habilidades aritméticas e funções executivas – e pode não ter sido sensível para detectar diferenças entre os grupos de bons leitores e maus compreendedores em algumas funções neuropsicológicas. De qualquer modo, em toda a avaliação neuropsicológica uma bateria deve ser complementada com instrumentos específicos. Ainda deve ser apontado como uma limitação o fato de não ter sido usada qualquer medida de vocabulário e, principalmente, de fluência leitora" (p. 103).

"Levando em conta os diferentes aspectos cognitivos e linguísticos presentes na habilidade de compreender um texto, não é difícil entender que por variadas razões uma dificuldade na compreensão leitora possa existir. A investigação conjunta de diferentes funções neuropsicológicas juntamente com a leitura de palavras e de texto permite a verificação das funções que, ao se apresentarem deficitárias, merecem especial atenção no diagnóstico e intervenção junto a essas dificuldades específicas de aprendizagem" (p.103-104).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 72 - Ficha de leitura da dissertação de COSTA (2011)

| | |
|--|------------|
| Identificador | D02 |
| Palavras-chave | |
| Dificuldades de leitura. Memória de trabalho. Ensino Fundamental. PROLEC. TSC. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Verificar e compreender a associação entre as dificuldades de leitura e o processamento da memória de trabalho em crianças de 10 a 12 anos de idade. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Crianças com dificuldades de leitura, não conseguem utilizar estratégias eficientes de memória, por isso não demonstram um bom desempenho em testes de memória” (p. 41).</p> <p>“As crianças demonstraram melhor desempenho mnemônico ao utilizarem estratégias visuais (VV), principalmente quando estas foram atreladas às estratégias verbais (VB)” (p. 41).</p> <p>“Quanto maior e melhor o desempenho nos testes de leitura, maior também o desempenho nos testes de memória” (p. 41).</p> <p>“A memória de trabalho é processo cognitivo fundamental para a aprendizagem da leitura por exercer, por exemplo, papel decisivo em uma série de operações linguísticas como a aprendizagem de novas palavras, produção e compreensão da linguagem” (p. 42).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Pesquisas futuras deverão concentrar esforços para o aprimoramento dessa metodologia, no sentido de melhor adaptar os instrumentos utilizados, observando-se novas propostas de investigação ainda mais eficientes, como materiais capazes de melhor prever a associação entre linguagem e memória. Desta maneira, através do método científico, será possível avançar na compreensão da associação entre a área cognitiva, a prática pedagógica na escola, a educação básica e o ensino fundamental” (p. 42).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 73 - Ficha de leitura da dissertação de ZAMO (2011)

| | |
|---|------------|
| Identificador | D03 |
| Palavras-chave | |
| Dificuldades de leitura. Neuropsicologia. Avaliação neuropsicológica. Cognição. Leitura. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Verificar se há diferenças de desempenho neuropsicológico entre crianças dos grupos com dificuldades de leitura e sem dificuldades de leitura nas funções avaliadas pelo Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Infantil NEUPSILIN-INF. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Constatou-se desempenho significativamente inferior do grupo com dificuldades de leitura em relação ao grupo competente em leitura em orientação, memória, linguagem, habilidades aritméticas, habilidades viso-construtivas e funções executivas” (p. 44-45).</p> <p>“O pior desempenho no componente fonológico da memória de trabalho (tarefas de repetição de números e de span de pseudopalavras) obtido pelo grupo com dificuldades de leitura evidencia dificuldades na execução de tarefas que exigem armazenamento e manipulação de informação fonológica” (p. 46).</p> <p>“Em relação à linguagem escrita, os déficits do grupo com dificuldades em leitura vão além da leitura, e acometem a escrita” (p. 48).</p> <p>“As diferenças encontradas entre os grupos nas habilidades aritméticas eram esperadas, pois existe co-ocorrência de dificuldades de aritmética e dificuldade de leitura (GEARY, 2004)” (p. 49).</p> <p>“Os resultados do estudo sugerem que na intervenção destas crianças com dificuldades de leitura, os processos de memória de trabalho, orientação, aritmética, praxia construtiva e funções executivas também sejam trabalhados” (p. 52).</p> <p>“As aplicações deste estudo para o meio escolar pode ser feita na formação de professores através de esclarecimentos sobre os processos subjacentes à leitura. Estes dados podem auxiliar na prevenção dos tipos leves de dificuldades de leitura e na identificação de precoce das crianças com maiores dificuldades. Portanto os próprios professores poderiam identificar as crianças com suspeita de dificuldades nestas habilidades e as encaminhar para avaliação” (p. 52).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Para futuros estudos pode-se usar análises de clusters ou estudos de casos múltiplos, a fim de verificar se esta heterogeneidade acarretaria perfis diferentes no instrumento estudado. Sugere-se, também, separar os grupos com e sem comorbidade, através do critério de seleção de amostra incluindo tarefas de habilidades matemáticas” (p. 52). | |

Fonte: A autora (2018).

5.4 TRABALHOS OBTIDOS JUNTO À BIBLIOTECA DIGITAL BRASILEIRA DE TESES E DISSERTAÇÕES

Quadro 74 - Ficha de leitura da dissertação de SOUZA, V. M. de. (2015)

| Identificador | D04 |
|--|-----|
| Palavras-chave | |
| Museu de ciências. Recuperação de memórias. Modelo Contextual de Aprendizagem. Neurociências. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Investigar como a recuperação das memórias de visitantes ao museu de ciências pode contribuir para a compreensão de uma experiência museal. Esta pesquisa foi desenvolvida sob forma de um estudo de caso, com participantes de uma experiência ocorrida no espaço de um museu de ciências no ano de 2009. | |
| Principais Resultados | |
| <p>"De fato, os conhecimentos prévios dos visitantes tendem a influenciar na aprendizagem, pois incluem além da bagagem conceitual, dúvidas, curiosidades e experiências anteriores de cada indivíduo (COLINVAUX, 2005)" (p. 84).</p> <p>"Como consequência, a associação dos novos conhecimentos apreendidos no museu com registros já existentes no sujeito, contribuiu para fortalecer o traço da memória deste momento da visita livre e o tornar mais permanente (COSENZA; GUERRA, 2011)" (p. 85).</p> <p>"A visita livre possibilitou aos sujeitos, além da familiarização com o ambiente, o envolvimento com temas que correspondiam às suas expectativas e seus interesses, despertando a vontade de partir para novas descobertas que fossem concernentes às suas necessidades" (p. 86).</p> <p>"Desse modo, quando o visitante é incentivado a participar efetivamente das atividades propostas em espaços museais e construir sua própria aprendizagem, fazendo a visita de forma autônoma, ele se sente sujeito na construção do seu conhecimento" (p. 86).</p> <p>"O ambiente em que ocorre a aprendizagem determina como a informação é percebida, armazenada e como será recordada. É o conjunto dos seus elementos que ficará gravado na memória dos indivíduos, compondo as lembranças da experiência. Por essa razão, o fator design também está presente nas memórias dos sujeitos de estudo. O museu foi percebido sob a perspectiva de algo "novo", "grande" e "diferente" do seu cotidiano. As cores do ambiente, tamanho e espaço arquitetônico do museu, podem potencializar a aprendizagem dos visitantes, estimulando-os a interagirem com experimentos e exposições" (p. 87).</p> <p>"Em uma visita museal, é necessário que o visitante sinta-se confortável e orientado com as informações fornecidas pelo ambiente para que seja possível concentrar-se e dar sentido a elas" (p. 87).</p> <p>"É possível perceber a existência de dois fatores do contexto sociocultural do MCA nas memórias dos sujeitos: mediação dentro do contexto sociocultural e mediação facilitada por outros, visto que houve momentos em que os estudantes recorreram tanto aos professores que os acompanhavam quanto aos monitores do museu para solicitar explicações acerca dos experimentos e exposições" (p. 88).</p> <p>"À luz da teoria de Vygotsky, a interação social é fundamental para o desenvolvimento do ser humano, no qual a linguagem, dentre as funções superiores, desempenha um papel essencial no processo de construção do conhecimento. Segundo Vygotsky (2008), as relações sociais são responsáveis pela formação de conceitos cotidianos e científicos" (p. 89).</p> <p>"Desse modo, toda a natureza de relações que existiram entre os sujeitos envolvidos na visita, sejam as interações nas quais o sujeito participou isoladamente, sejam aquelas com outros membros do grupo ou com funcionários do museu, foram vitais para que partissem de seus conhecimentos cotidianos e, a partir de comparações e relações lógicas, construíssem conceitos científicos" (p. 89).</p> | |

"Pode-se afirmar que a forma como ocorreu o reforço das experiências pode ter influenciado na capacidade de recuperação da memória. A memória não se constitui no interior do indivíduo de modo isolado, está associada ao meio social e a capacidades como raciocínio, percepção, atenção, dentre outras funções, e é formada a partir da interação dos indivíduos entre si e com o meio. Ao compartilhar as recordações da experiência, os sujeitos do município M2 contribuíram para fortalecer o traço da memória de maneira mais consistente, pois nas conversas em grupo conseguiam recordar maior número de elementos. A memória é, ao mesmo tempo, uma função social e individual. Por ser individual, não se apresenta com a mesma plasticidade, profundidade e características para todos os indivíduos. Tais fatores são determinados conforme as condições socioculturais de cada um" (p. 100).

"Do mesmo modo, por ser social, a memória desenvolve-se como propriedade dos homens de um determinado tempo e cultura. Resgatar um evento nunca é uma relação exclusiva entre o sujeito e um objeto do passado. Requer uma leitura que está impregnada de significados derivados das práticas sociais de comunicação (BAKHURST, 2002). A reconstrução de uma memória estará intimamente relacionada ao significado atribuído ao evento no grupo na qual foi originada, constituindo uma narrativa. Para Vygotsky (2008), a palavra apresenta dois componentes: o primeiro é o seu significado propriamente dito, capaz de fornecer conceitos de domínio coletivo e formas de organização básica. O segundo está relacionado ao sentido que a palavra representa para cada indivíduo e corresponde às experiências pessoais. A memória estará, portanto, vinculada ao sentido atribuído pelo próprio indivíduo e ao significado da experiência compartilhado por todos os sujeitos do grupo. Desse modo, destaca-se a importância do grupo sociocultural ser preservado após a visita ao museu" (p. 100).

"O Modelo Contextual de Aprendizagem retrata o diálogo contextual das interações do indivíduo "pessoal" e os contextos físico e sociocultural (FALK; STORKSDIECK, 2005). De fato, a articulação entre os três contextos esteve presente em todos os momentos dos relatos dos sujeitos. Nas memórias da experiência foi possível perceber que os sujeitos perpassaram entre os contextos pessoal, sociocultural e físico, observando e interagindo com os elementos do museu, tornando a vivência cada vez mais complexa. A dimensão temporal também é considerada, visto que as memórias da experiência se mantiveram ativas durante muitas semanas, meses e anos após a visita, ocorrendo em diferentes momentos e intensidades para cada sujeito" (p. 101).

Considerações Finais

"Em síntese, percebe-se que o trabalho desenvolvido possibilitou a compreensão da experiência museal do grupo de sujeitos envolvidos na pesquisa. Contudo, as considerações apresentadas assumem o papel de um conhecimento provisório, pois serviram para descortinar outros questionamentos, de tais naturezas: Como as atividades realizadas em sala de aula pelo professor, após uma visita museal, podem contribuir para o reforço das experiências vividas no museu e para a aprendizagem dos alunos? Quais as concepções dos professores acerca da aprendizagem em museus e seu entendimento sobre como as experiências de uma visita podem ser reforçadas em sala de aula? Quais elementos na atuação do professor indicam que a experiência no museu está sendo reforçada, seja de maneira voluntária ou involuntária? As respostas para todas essas perguntas dependerão de pesquisas futuras" (p. 141).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 75 - Ficha de leitura da dissertação de OBANA, J. E. G. (2015)

| | |
|--|------------|
| Identificador | D05 |
| Palavras-chave | |
| Epistemologia e Psicologia Genéticas. Neurociências. Educação. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Investigar, na literatura científica, quais são e como estão sendo desenvolvidos os estudos científicos que buscam relacionar a Epistemologia e Psicologia Genéticas de Jean Piaget com as Neurociências e, quais possíveis contribuições desses estudos para a Educação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Observou-se e concluiu-se que os estudos demonstraram que a forma como os estágios piagetianos estão descritos em suas publicações, podem ser aferidos pela análise de neuroimagens produzidas em experimentos controlados, tanto longitudinais quanto transversais” (p. 113-114).</p> <p>“Observou-se limitações nas análises quando os estudos não foram produzidos por neurocientistas e piagetianos de modo conjunto” (p. 114).</p> <p>“Após a análise dos textos, ficou claro que as teorias piagetianas são bem aceitas por neurocientistas cognitivos como teoria explicativa para uma relação entre desenvolvimento cerebral (estrutura biológica) e desenvolvimento cognitivo (estrutura psicológica, inteligência, mente)” (p. 114).</p> <p>“Em outras palavras, e de modo bem genérico, não haveria novos aprendizados sem Plasticidade neural, nem Plasticidade neural sem novas experiências vivenciais (processos histórico-sociais)” (p. 115).</p> <p>Pode-se pensar uma série de reflexões a partir das conclusões indicadas por todos de modo a se apontar para práticas pedagógicas mais efetivas e otimizadas em relação ao processo ensino/aprendizagem, a saber: a utilização de ambiente enriquecedores: ambientais específicos, vitais para a formação de novos esquemas de cognitivos, visto que as crianças aprendem mais e melhor em ambientes estimulantes e desafiadores. Estes ambientes estimulariam o cérebro do educando, inclusive os estudos com neuroimagem demonstraram as estimulações neurais em tarefas desafiadoras” (p. 116).</p> <p>“Acompreensão da relação de continuidade entre a organização da Inteligência (OI) e a organização biológica (OB), entendendo-se que esta continuidade está intimamente ligada à interação entre o sujeito e o meio, deve levar os educadores a repensarem, por exemplo, o modo de trabalhar os conteúdos em sala de aula” (p. 116).</p> <p>“Burnett (2010) sugere que os cursos de formação de professores incluam em seus programas a compreensão de como os ambientes de aprendizagem são importantes para o desenvolvimento do cérebro, de modo a adequarem seus currículos” (p.116).</p> <p>“Pode-se abstrair dessas reflexões que mesmo sem adesão ampla por parte de Piaget à Pedagogia, Piaget propõe direcionamentos para reflexões práticas e experimentais por parte dos educadores” (p. 117).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>“Quanto ao ano de publicação, verifica-se uma ampliação na quantidade de publicações a cada ano, principalmente, após a virada do milênio” (p. 118).</p> <p>Após a década de 1990, em função principalmente no avanço dos estudos com equipamentos de neuroimagens, ocorreu uma aproximação de profissionais de diversas áreas com os neurocientistas, visando uma melhor compreensão teórica do funcionamento do cérebro” (p. 188-119).</p> <p>“Nesse sentido, esta Revisão Sistemática sugere que ao se realizar pesquisas sobre o desenvolvimento cognitivo humano, independente da idade cronológica ou mental, e que se pretenda integrar Piaget e as Neurociências, que não se faça isoladamente, que se formem grupos de pesquisadores especialistas das duas teorias de modo que haja produção consistente de novos conhecimentos ou a confirmação dos já apresentados.” (p. 120).</p> <p>“Com relação à Educação, a análise dos textos indicou que 53% não fazem referência à</p> | |

Educação e os 47% restantes, apesar de fazerem referência à Educação, não abordam teorias ou práticas pedagógicas específicas. Entretanto, os que tratam sobre aprendizagem, apresentam-na como resultado da adaptação do sujeito ao meio. Sendo possível, assim, aos professores refletirem sobre sua prática no cotidiano de sala de aula, com base nas conclusões que são apresentadas e possíveis implicações” (p. 120).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 76 - Ficha de leitura da dissertação de LISBOA, F. S. L.

| | |
|---|------------|
| Identificador | D06 |
| Palavras-chave | |
| Neurociências. Educação. Neuroeducação. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Compreender especificamente como ocorre esta aproximação entre os campos neurocientífico e educacional no Brasil. Para tanto realizamos uma análise de diversos materiais (artigos, livros, revistas, vídeos) produzidos sobre o tema por neurocientistas, educadores e também por neuroeducadores, nova categoria profissional proposta pelo Instituto de Pesquisas em Neuroeducação. | |
| Principais Resultados | |
| <p>"Encontramos inúmeras referências à ideia de que é o cérebro que vai para a sala de aula e é para ele que é destinado o processo de ensino-aprendizagem. O cérebro seria, enfim, aquele que aprende" (p. 160).</p> <p>"Bakhurst (2008) aponta para uma predominância da visão cerebrista, o que pode ser observado tanto pela recorrência de expressões que humanizam o cérebro, como “o cérebro aprende”, quanto pela disseminação do entendimento de que os problemas de aprendizagem se deveriam a falhas ou erros no funcionamento cerebral. O autor defende, no entanto, que mesmo que o personalismo seja verdadeiro e que os atributos psicológicos não estejam contidos no cérebro, as neurociências ainda sim poderiam ser relevantes para o campo educacional na medida em que estão aptas a explicar os processos cerebrais envolvidos ou correlacionados com a aprendizagem" (p. 163).</p> <p>"O que não se poderia perder de vista, aponta, é que a educação é um esforço comunicativo e não um problema de engenharia. Isto significa que educar não é implantar informações ou habilidades nas cabeças das crianças, como sugere a ilustração de Jean-Marc Côté e Villemard, mas uma atividade essencialmente comunicativa, um “encontro de mentes”" (p. 163).</p> <p>"Assim como Bakhurst (2008), não negamos que as neurociências possam trazer valiosas informações para os educadores e para a educação. Entender o funcionamento do cérebro pode contribuir, juntamente com outras abordagens e visões, para uma compreensão ampliada e complexa dos processos relacionados com a aprendizagem – como, aliás, defende a importante publicação Como as pessoas aprendem, produzida pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (BRANSFORD; BROWN; COCKING, 2007). Da mesma forma não negamos o papel do cérebro para a educação. Sem o cérebro, obviamente, não há aprendizado possível. Isto não significa, contudo, que este seja o único elemento ou ator em cena ou que a aprendizagem seja um processo realizado por um cérebro. Pelo contrário, concebemos o cérebro como mais um ator em jogo, um ator necessário certamente, mas não suficiente. Além disso, seguindo Ylenkov e Noe, concebemos o aprendizado como algo realizado pela pessoa e não por seu cérebro. As dificuldades de aprendizagem, da mesma forma, devem ser entendidas levando-se em consideração a pessoa como um todo em sua relação com o ambiente físico e social e não simplesmente como uma falha na maquinaria cerebral" (p. 163-164).</p> | |
| Considerações Finais | |
| "Enfim, como Protevi (2009) e Choudhury e Slaby (2012), defendemos uma visão do cérebro como um órgão embodied, embedded, enacted, extended affective, ou seja, como algo encarnado (em um corpo), inserido (em um meio), que ganha sentido pela ação no mundo, e | |

que é afetivo. Por tudo isso, consideramos prudente permanecer entre os extremos do neuroceticismo e do neuroentusiasmo compreendendo que o campo neurocientífico, ainda que possa gerar conhecimentos relevantes para a Educação, não é capaz, sozinho, de explicar a aprendizagem e suas dificuldades e muito menos de resolver os inúmeros problemas e desafios do campo educacional" (p. 164).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 77 - Ficha de leitura da dissertação de OLIVEIRA, C. P. do R. (2013)

| | |
|--|------------|
| Identificador | D07 |
| Palavras-chave | |
| Treinamento de professores. Comportamento alvo. Análise do comportamento. Intervenção. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Avaliar os efeitos de um programa de treinamento de professores para ser desenvolvido em grupo e intervir no comportamento das crianças com problemas comportamentais em sala de aula | |
| Principais Resultados | |
| <p>“A professora deve apresentar reforço para comportamentos específicos que se quer ensinar, em detrimento de outros inadequados” (p. 58).</p> <p>“O aumento na frequência de comportamentos adequados, a redução dos comportamentos inadequados apresentados pelos alunos e o reforço dispensado pelas professoras a esses comportamentos, mostram que o Programa de Treinamento de Professores adotou uma visão construcional” (p. 58).</p> <p>“Cabe ao corpo docente e administrativo da escola planejar condições favoráveis para que comportamentos adequados e pró-sociais sejam adquiridos pelos alunos” (p. 58-59).</p> | |
| Considerações Finais | |
| “Novas intervenções poderão ser feitas com intuito de reforçar cada vez mais a utilização do Programa de Treinamento de Professores (PTP), como auxílio eficaz ao manejo do comportamento inadequado do aluno em sala de aula” (p. 62). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 78 - Ficha de leitura da tese de CARVALHO, F. A. H. de (2008)

| | |
|---|------------|
| Identificador | T04 |
| Palavras-chave | |
| Complexidade do conhecer. Autopoiese. Metacognição. Pesquisa. Mediação docente. Formação de professores. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| A tese investiga a pesquisa como alternativa metodológica para lidar com as diferenças individuais dos aprendizes, sendo ela caracterizada como atividade metacognitiva. | |
| Principais Resultados | |
| <p>“Aprender a aprender fundamentado na individualidade do aluno” (p. 94).</p> <p>“Evidencia-se nas respostas das acadêmicas o entendimento da aprendizagem vinculada às diferenças individuais, as aprendizagens são personalizadas” (p. 94).</p> <p>“Aprender como aprender está ligado a reconstrução do conhecimento ao longo da vida” (p. 95).</p> <p>“Essa segunda categoria aponta a percepção de que o conhecimento é provisório e de que há necessidade do indivíduo de estar apto a aprender ao longo da vida” (p. 95).</p> <p>“Apesar de uma diversidade de respostas, o essencial nessa análise é perceber que entender o que fazer não necessariamente implica em saber como fazer, o que pode afetar o planejamento</p> | |

da ação em busca do objetivo” (p. 97).

“a maioria (das acadêmicas) já tem uma percepção mais acurada da pesquisa, atribuindo a importância ao fato de estimular a motivação e o interesse por parte do aluno, contribuindo para a autonomia na construção do conhecimento” (p. 98).

“Avaliando os resultados obtidos nesse instrumento, presume-se que as habilidades metacognitivas devem ser estimuladas desde o início da formação docente, para que durante o curso práticas sucessivas se tornem um potencial de aprimoramento, proporcionando que as alunas se tornem aprendizes estratégicos e se constituam em professores estratégicos” (p. 103).

“O dispositivo metacognitivo incentivou a percepção de que são responsáveis pela aprendizagem” (p. 104).

“Ao exporem como agiam em busca da realização da tarefa, as acadêmicas perceberam a diversidade estimuladora das regulações metacognitivas” (p. 105).

“Através dos dizeres das acadêmicas, pode-se afirmar que dispositivo parece ter atingido sua meta essencial, pois segundo Grangeat (1999) esses procedimentos metacognitivos se tornam eficazes, à medida que oportunizam ao aluno antecipar o desenrolar de suas tarefas pedagógicas e, ao mesmo tempo, retomar atividades passadas. Trata-se de um procedimento pedagógico que reorganiza os retornos necessários para a construção do conhecimento” (p. 106).

“Esse reconhecimento de si como auto-reorganizadoras no processo de reconstrução do conhecimento ocorre conjuntamente com o exercício consciente da reflexão. No encaminhamento dos registros na planilha, as alunas desenvolveram a percepção de que o retorno, a revisão, a recorrência é condição fundamental para a realização da tarefa” (p. 107).

“O professor deve reconsiderar as práticas de avaliação e criar espaços de diferenciação pedagógica, sendo alternativa para isso integrar a sua atividade pedagógica a reflexão sobre as aprendizagens, isto é, a metacognição” (p. 107-108).

“Os registros reforçam suas percepções acerca da importância de levar em conta as diferenças cognitivas dos alunos, sendo assim possível vislumbrar uma provável interlocução com os conhecimentos neurocientíficos” (p. 108).

“Cabe às instituições formadoras de professores propiciarem uma formação baseada na intenção de promover a reflexão sobre seus próprios processos de aprendizagem, favorecendo sua capacidade de decisão e autonomia” (p. 108-109).

“Além de sinalizarem a percepção da auto-referência e da complexificação do entendimento de aprender a aprender, ainda que inconscientemente, já passaram a estabelecer um vínculo com a metacognição” (p. 109).

“Analisando as respostas das acadêmicas, percebe-se que o exercício da atividade metacognitiva, ao desencadear a reflexão de como o cérebro funciona durante a realização de uma dada tarefa em função do aprender, também é um incremento para otimizar suas futuras ações pedagógicas. Seus conhecimentos prévios se modificaram, houve uma reestruturação de suas teorias implícitas” (p. 110).

Considerações Finais

“Entretanto, apesar de um esforço já existente em busca de uma articulação transdisciplinar para melhor compreender como o cérebro funciona, em especial na área da neurociência cognitiva, são essenciais avanços na percepção sistêmica do sujeito humano, entendendo que mente e cérebro, assim como corpo e mente, fazem parte de um todo complexo e não podem ser compreendidos e explicados isoladamente” (p. 117).

“Sob essa ótica, a fusão dos estudos da neurociência com os estudos da aprendizagem, em especial da metacognição, oportunizaria considerar a subjetividade do sujeito, visto que propiciaria ao mesmo a interpretação da ativação de seus processos cognitivos realizados no substrato objetivo: o cérebro” (p. 117).

“É justamente na ausência de um diálogo maior entre ambas (neurociência e aprendizagem) que se pode visualizar uma provável causa para as deficiências na compreensão do aprender a aprender bem como no conhecimento e uso da atividade metacognitiva apresentado pelos acadêmicos participantes do estudo” (p. 118).

“Há necessidade de se intensificar a exploração do tema aprendizagem e mente/cérebro através

de uma interlocução entre diversos campos da ciência, caracterizando uma visão transdisciplinar da educação” (p. 118).

“A atividade de pesquisa pode constituir alternativa metodológica para oportunizar o desenvolvimento da competência metacognitiva no aluno, colaborando para a sua auto-reorganização na reconstrução do conhecimento” (p. 119).

“É possível defender essa tese porque os registros obtidos via aplicação dos instrumentos utilizados na investigação demonstraram que a atividade de pesquisa desenvolvida pelas acadêmicas evocou não só a complexidade na sua própria estrutura e desenvolvimento, como também a complexidade da auto-reorganização do cérebro e a complexidade do indivíduo que se auto-reorganiza nesse processo de reaprender a aprender” (p. 119).

“Sem dúvida que estudos no campo da metacognição, uma vez incorporados à neurociência, aproveitando assim o suporte tecnológico dessa área, podem contribuir para a evolução no entendimento de como se dá o processo de aprender” (p. 134).

“Centrando-se nessa possibilidade, seria então possível no futuro, responder a seguinte questão: Será que um indivíduo que descreve o que seu cérebro fez durante uma atividade corresponde ao que seu cérebro realmente fez, sendo comparado o que diz aos registros obtidos em um exame PET durante a realização da tarefa?” (p. 134).

“Para concluir, o tripé neurociência cognitiva, metacognição e pedagogia se revela um estímulo promissor para desvendar o intrigante e fascinante mistério que é compreender a natureza complexa do desenvolvimento cognitivo humano. Certamente o incentivo ao interesse científico nessa aliança poderá ajudar a ciência, num futuro talvez não muito distante, a ultrapassar obstáculos e disparar rumo ao progresso na educação” (p. 134).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 79 – Ficha de leitura da dissertação de TABACOW, L. S. (2006)

| | |
|---|------------|
| Identificador | D08 |
| Palavras-chave | |
| Formação de professores. Neurociência cognitiva. Processo de ensino/aprendizagem. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Investigar a necessidade da incorporação de estudos relacionados à Neurociência Cognitiva na área educacional, em cursos de formação de professores e de pedagogos, como contribuição para a melhoria do processo de aprendizagem na educação básica. | |
| Principais Resultados | |
| "Em decorrência das reflexões sobre as posições dos respondentes e do vasto referencial hoje disponível, cabe-nos posicionarmos favoráveis à presença de discussões sobre Neurociência Cognitiva nos cursos de formação de professores e, principalmente, em espaços de debate entre os formadores de professores. Isto implica uma revisão dos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura e de pedagogia, e de linhas de pesquisa na área da educação para a incorporação de elementos novos que contribuem para a formação de mentes à busca de solução de grandes e complexos problemas que afetam a humanidade – objetivo da ciência" (p. 218). | |
| Considerações Finais | |
| "Ela deve ser vista como mais um subsídio para análise de tais teorias, como um atributo provocador de uma reflexão sobre ensino/aprendizagem à luz dos processos cerebrais que originam a cognição e o comportamento. Por outro lado, como uma ciência que está em seu nascedouro, ainda faz mais perguntas do que oferece respostas. Em muitos casos, descreve as fases da cognição em níveis neurais e mentais, mas ainda não explica seus mecanismos intrínsecos. Devemos, pois, ter cautela, ao pensar que ela se inclina a resolver todos os problemas educacionais. Cabe-nos alertar, também, para o fato de que o uso dessa ciência só será eficaz, se for aplicado com o devido conhecimento do funcionamento do cérebro; pois, caso contrário, corremos o risco de que pesquisas futuras concluam que a Neurociência Cognitiva também não conseguiu resolver os problemas escolares e sociais, como aconteceu | |

com algumas teorias que foram mal interpretadas e conseqüentemente mal aplicadas. Não devemos, no entanto, deixar de reconhecer a contribuição que cada estudo vem oferecendo, de forma cumulativa, para os avanços das teorias da aprendizagem vivenciadas em nossas escolas, assim como não podemos cair na tentação de querer adaptar simplesmente a Neurociência Cognitiva às teorias já existentes, pois certos conceitos devem ser revistos" (p. 221).

"Também entendemos que as informações memorizadas têm que ser entrelaçadas, enredadas para levar-nos ao conhecimento e que esse processo de pensamento ativo é o raciocínio. O conhecimento passa a ser constituído por uma nova rede neural no processo de aprofundamento de um assunto ou para a obtenção de novos conhecimentos. Portanto, temos razões para considerar que informações não selecionadas e enredadas devidamente, fenômeno que entendemos por raciocínio, não nos levarão à constituição de um sistema que denominamos conhecimento. Assim, não podemos raciocinar sem um devido conjunto de informações; a relação de poucas ou indevidas informações remete-nos fácil e levemente ao estabelecimento de pré-conceito ou ao que costumeiramente é denominado "conhecimento em nível do senso comum". Passa a ser, então, de grande importância, o estudo da aquisição e retenção das informações como parte importante e integrante da aprendizagem escolar para a constituição do conhecimento" (p. 222).

"Acreditamos não ser demais reafirmarmos nossa intenção ao realizar este trabalho, que é a de trazer aos meios educacionais informações que, apesar de estarem sendo divulgadas em jornais e revistas científicas, devem ser vistas, também, do ponto de vista acadêmico pelos formadores de professores e pedagogos. Não estamos propondo que se deixem de lado as teorias até então utilizadas, mas que venham somar a essas. É também uma proposta de mudança nas matrizes curriculares dos referidos cursos de formação. Temos plena convicção de que esses novos educadores terão uma outra percepção do que seja ensino/aprendizagem num contexto de educação de massa. Países como a Coreia, por exemplo, nos dão provas de que vale a pena investir na educação de um povo, principalmente de crianças e jovens. Há muitos anos ouvimos dizer que o Brasil é um país do futuro. Mas o futuro é uma utopia no sentido de atingir plenamente os anseios de uma geração ou de um momento histórico. Mas cada conquista é um legado para futuras gerações" (p. 228).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 80 - Ficha de leitura da dissertação de FERREIRA, C. P. (2015)

| | |
|---|------------|
| Identificador | D09 |
| Palavras-chave | |
| Ferramentas de Pensamento. Neurociência. Aprendizagem. Criatividade. Ensino Técnico e Tecnológico. Mapas Mentais. Seis Chapéus do Pensamento. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Embasado na articulação entre Neurociências e Educação, este trabalho traz as ferramentas de Mapas Mentais e Seis Chapéus do Pensamento como possíveis colaboradores no ensino em sala de aula para a potencialização do comportamento criativo. | |
| Principais Resultados | |
| "Complementando a análise dos comportamentos relacionados à motivação, expressão do conhecimento, perseverança, autoconfiança e capacidade de análise e síntese, é importante destacar a contribuição da atividade realizada em grupo para o desenvolvimento de competências individuais. Robinson (2011), ao tratar deste assunto, afirma que a criatividade ama colaboração. Segundo o autor, a Colaboração envolve pessoas trabalhando juntas em um processo compartilhado no qual suas interações afetam a natureza do trabalho proporcionando resultado. Os Seis Chapéus do Pensamento trouxeram exatamente este princípio para o grupo, fazendo com que os participantes trabalhassem unidos de forma muito focada e contributiva, valorizando os aspectos comportamentais analisados" (p. 75). | |
| "Melhoras expressivas em todos os aspectos avaliados nos registros dos participantes, independentemente do gênero, idade, escola, curso, expectativas e autopercepção do nível de | |

criatividade. Considerando os ganhos relacionados à Expressão Gráfica e de Texto, Ideia Central, Integração do Conhecimento, Visão Geral, Síntese e Estruturação, é possível concluir que os MMs e 6CP contribuíram para o desenvolvimento criativo dos participantes, no âmbito da representação escrita, independente de características, pensamentos e expectativas pessoais" (p. 101-102).

Considerações Finais

"O mundo globalizado está demandando capacidades que até muito pouco tempo eram meras opções. Desenvolver estas capacidades, entre elas a criatividade, aqui estudada, é uma oportunidade de experimentar novas ideias, interpretar a realidade de maneira distinta e fazer atividades que muitas vezes julgamos impossíveis de realizar. E a partir do momento que passarmos a enxergar aspectos extraordinários do mundo de uma forma mais simples, poderá nos desenvolver, sem medos e de forma integral, como indivíduos e como integrantes de uma cultura e de uma sociedade. Os caminhos aqui trilhados começaram pelo referencial teórico, procurando mostrar que a criatividade leva a um processo de mudança e desenvolvimento pessoal e social, e deveria fazer parte da vida de cada um, bem como ser sempre incentivada em todos os ambientes onde a pessoa vive. A pessoa que quer se tornar criativa deve buscar novos caminhos, ser inovadora, ousada, curiosa, apaixonada pelo que faz e correr atrás de sonhos. Nessa caminhada são muitos os fatores influentes, entre eles, a família, a escola, o ambiente de trabalho, o contexto emocional e sociocultural, todos com importância no desenvolvimento do potencial criativo. Como escopo de trabalho, foi estabelecida a possível contribuição do uso de Mapas Mentais e Seis Chapéus do Pensamento em sala de aula para o estímulo da criatividade, como competência profissional do século XXI, reconhecida atualmente por muitas nações e suas organizações. A pesquisa se desenvolveu com o curso elaborado para explorar as referidas ferramentas com os alunos do ensino técnico e tecnológico, procurando manter uma constante relação com a sua aplicação no mundo trabalho, tendo em vista a importância desta trama para o desenvolvimento do futuro profissional, relacionando aspectos na dimensão dicente e docente" (p. 101).

"Outro aspecto muito importante de ser ressaltado nessas considerações finais da pesquisa é que a eficiência de um trabalho criativo não está relacionada exclusivamente a uma redução de tempo, mas sim ao tempo empregado da melhor forma para otimização do resultado. Ao utilizar as ferramentas do pensamento, em diversos momentos os participantes do curso não hesitaram em extrapolar o tempo inicial previsto para obter uma solução mais criativa, movidos por sentimentos como motivação e perseverança" (p. 102).

"O reconhecimento pelos participantes de que as Ferramentas do Pensamento, utilizadas de forma separada ou complementar, auxiliam na organização de ideias e pensamentos, estimulando a criatividade em diversas situações pessoais e profissionais, mostraram, em conjunto com os demais resultados já apresentados, que há um expressivo potencial do uso dos Mapas Mentais e Seis Chapéus do Pensamento, na forma de estratégias de aprendizagem em sala de aula, para o estímulo e desenvolvimento da criatividade dos alunos do ensino técnico de nível médio e tecnológico de nível superior, promovendo esta importante competência do século XXI aos profissionais que ingressam no mercado de trabalho, atingindo-se o objetivo proposto" (p. 102-103).

"A utilização de técnicas alicerçadas na Neurociência, como os Mapas Mentais e Seis Chapéus do Pensamento, por seus benefícios aqui apresentados e comprovados, deveriam compor a epistemologia da prática profissional, definida por Tardif (2012, p. 255) como “[...] o conjunto de saberes utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as suas tarefas[.]” pois sabemos que o trabalho em sala de aula, na presença de alunos, exige uma variedade de habilidades e competências" (p. 104).

Fonte: A autora (2018).

Quadro 81 - Ficha de leitura da dissertação de TAKEUCHI, M. Y. (2009)

| Identificador | D10 |
|--|------------|
| Palavras-chave | |
| Memória. Aprendizagem. Neurociência. Teoria da Aprendizagem Significativa. Mapa Conceitual. Sistema Límbico. | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O trabalho abordará principalmente como se dá a aquisição, o armazenamento, processamento e a recuperação do conhecimento do ponto de vista da neurociência e de que forma o mapa conceitual (MC) pode mapear o conhecimento do indivíduo. | |
| Principais Resultados | |
| <p>"Em termos biológicos o cérebro funciona como um sistema modular e plástico composto por inúmeros subsistemas neuronais especializados que colaboram entre si. A memória, por exemplo, não é uma função unitária, sendo composta de sistemas independentes que se combinam e interagem entre si. A elaboração de MC provavelmente recruta o envolvimento dos módulos neurais relacionados com tais faculdades e componentes, como, por exemplo, a memória de procedimentos (associado com a execução dos movimentos relacionados aos comandos do programa CmapTools) e a memória declarativa (impressões sobre a interação com os integrantes do grupo). Ao estimular a memória, há mudanças tanto na estrutura como na função dos neurônios, além da formação de novas sinapses para a comunicação entre as novas redes neurais resultantes do processo de aprendizagem" (p. 38).</p> <p>"Como o MC requer muito mais do que a lembrança mecânica de uma informação específica sobre o tema abordado e permite determinar qual o conhecimento e habilidades o indivíduo desenvolve em função do programa instrucional utilizado, é considerado uma técnica de avaliação somativa ao mensurar o sucesso do indivíduo. Além disso, possibilita controlar os pontos fortes e fracos durante o programa instrucional, funcionando como uma técnica de avaliação formativa (NOVAK, 1981)" (p. 38).</p> <p>"O MC também estimula a metacognição, atividade mental por meio da qual outros processos mentais se tornam alvo de reflexão (DAVIS et al, 2005). A manutenção do conhecimento verificado na 2o etapa da pesquisa consolidou o MC como ferramenta capaz de contribuir para a construção do conhecimento do aprendiz, fato bastante relevante, pois segundo Paulo et al (2008, p. 489), "ensinar os estudantes a elaborarem os seus próprios MCs é uma poderosa estratégia metacognitiva, fazendo com que os alunos pensem sobre o que aprenderam e sobre como aprenderam"" (p. 39).</p> <p>"Todas essas constatações apontam que o MC é uma ferramenta metacognitiva que favorece a compreensão, armazenamento e resgate das informações, fato evidenciado pela estabilidade temporal e a transferência de contexto observados na aprendizagem significativa. Além disso, a TAS possibilita uma melhor compreensão da natureza da aprendizagem e fornece subsídios para a reformulação das ferramentas e abordagens pedagógicas empregadas e pode auxiliar os profissionais da área de educação a compreender e estimular a aprendizagem dos seus alunos" (p. 40).</p> | |
| Considerações Finais | |
| <p>"O MC revelou ser ferramenta pedagógica que permite avaliar e promover tanto a aprendizagem significativa como a sua sistematização e retenção. Além disso, as faculdades cognitivas exigidas quando da sua elaboração propiciam o desenvolvimento das competências preconizadas pelos PCN para a aprendizagem, como atenção, percepção, simbolização, seleção, memória, transferência, avaliação" (p. 41).</p> | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 82 - Ficha de leitura da dissertação de PEREZ, C. A. (2008)

| | |
|---|------------|
| Identificador | D11 |
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| Analisar os efeitos da aplicação de atividade de ensino que estabeleça abordagem investigativa interdisciplinar, de um mesmo tema, na concentração da atenção, no interesse do aprendiz para o fato estudado, bem como sua eficácia na retenção e consequente aprendizagem do conteúdo abordado. | |
| Principais Resultados | |
| "Com este estudo foi possível verificar que há ainda resistência nas escolas públicas em relação ao ensino investigativo interdisciplinar e os motivos para tanto são os mais diversos. Abrangem professores que reproduzem práticas vivenciadas durante a sua formação e que veiculam processos de ensino caracterizados por transmissão mecânica e recepção passiva de conteúdos; os professores não foram preparados nas Universidades para trabalhar interdisciplinarmente (FAZENDA, 1996); a falta de tempo e de apoio da instituição são outros desses fatores, com professores que apresentam atitudes de desesperança e resistência a mudanças, levando os docentes a atitudes pouco críticas em relação à importância de seu papel político social (ABIB, 1996). A interdisciplinaridade só se efetiva na ação. Contudo para que a ação comece é necessário que haja uma reorganização por parte dos professores interessados que devem começar a se reunir, a princípio só para discutir idéias, posturas, metodologias que aprenderam e que vem utilizando com prós e contras" (p. 71-72). | |
| Considerações Finais | |
| "Esse trabalho conclui por tudo que foi exposto que a abordagem investigativa interdisciplinar é uma opção de ensino com possibilidade de aprendizagem bastante significativa, uma vez que além de motivar o aprendiz o estimula a participar ativamente através do diálogo, da discussão com outras pessoas, da pesquisa, da experimentação e da troca de informações entre profissionais de várias áreas. Outra conclusão diz respeito à necessidade de espaços de Formação Continuada para a necessária reflexão dos docentes a respeito de sua própria postura como educadores" (p. 76). | |

Fonte: A autora (2018).

Quadro 83 - Ficha de leitura da dissertação de PEREIRA, C. D. (2015)

| Identificador | D12 |
|---|-----|
| Palavras-chave | |
| - | |
| Objetivo/Questão de Pesquisa | |
| O presente estudo aborda o papel da gesticulação espontânea no ensino-aprendizagem de língua estrangeira | |
| Principais Resultados | |
| <p>"A gesticulação espontânea do narrador aumentou em aproximadamente 10% a compreensão das narrativas pelos participantes: dos 32 voluntários, 23 se beneficiaram da gesticulação, 2 tiveram desempenho igual em ambas as condições e 7 tiveram desempenho prejudicado com a presença de gestos. Observou-se uma tendência de aumento da compreensão da narrativa pela adição da gesticulação à fala do narrador em voluntários cujo nível de desempenho na tarefa foi menor; na medida em que o nível de desempenho dos voluntários aumenta, o efeito de melhora da compreensão pela presença da gesticulação do narrador diminui. Tal diminuição poderia ser explicada porque os gestos não apenas auxiliam a fala no sistema integrado de significação (McNEILL, 2005), mas também podem funcionar como distratores em tarefas de baixo nível de dificuldade – o que poderia ser testado controlando-se a dificuldade da tarefa. Ademais, assim como as pessoas apresentam graus diferentes de gesticulação para graus diferentes de desenvolvimento da linguagem, por exemplo, língua materna e língua estrangeira, ou ainda um mesmo aprendiz de duas ou mais línguas ao mesmo tempo (NICOLADES et al., 1999), os sujeitos poderiam apresentar diferentes graus de sensibilidade à gesticulação de seu interlocutor em função do seu nível de proficiência em língua estrangeira" (p. 32).</p> <p>"Dentro de uma abordagem incorporada da cognição, nossa pesquisa investigou como padrões sensório-motores de movimentos espontâneos das mãos participam da cognição e da comunicação humana. Em concordância com os apontamentos de McNeill (2005), nossos resultados mostraram como componentes verbais e não- verbais da linguagem, enquanto modalidades semióticas distintas, colaboram entre si em um mesmo sistema econômico de significação. Da mesma forma como gestos podem enriquecer a codificação de palavras tornando sua representação neural multimodal pelo acréscimo de traços motores (ENGELKAMP; ZIMMER, 1985; NILSSON, 2000; MASUMOTO et al., 2006; TELLIER, 2008), a presença do fator gestual em nosso trabalho também impactou positivamente a compreensão das narrativas pelos voluntários" (p. 56).</p> | |
| Considerações Finais | |
| "Embora melhorem a compreensão, os gestos aparentemente não requerem alocação explícita de recursos atencionais, indicando via de processamento neural possivelmente distinta da fala" (p. 61-62). | |

Fonte: A autora (2018).

Após a elaboração dos quadros, procedeu-se à constituição do *corpus* a partir da reunião do encontrado no item *principais resultados*. Esses resultados foram tratados por meio de Análise Textual Discursiva, perpassando três etapas: (a) *unitarização*, (b) *categorização* e (c) *a captação do emergente*, cujo produto final foram metatextos. Um metatexto é o meio pelo qual o pesquisador demonstra sua aprendizagem sobre o fenômeno pesquisado, a partir da reconstrução das concepções dos fragmentos iniciais.

Apresenta-se apenas um fragmento da categorização, referente à categoria *A Neurociência na Formação de Profissionais* (Apêndice A), devido ao volume de dados

gerados, sendo que o restante está armazenado com a pesquisadora. Logo, segue o *Capítulo 6. Apresentação dos Resultados* em que se inicia a apresentação dos resultados da metanálise qualitativa.

6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, é apresentado o início dos resultados do processo de análise do conjunto de dados coletados durante essa investigação.

Como mencionado no *Capítulo 4*, os dados para composição dessa tese foram coletados em quatro bases eletrônicas, sendo a procedência dos artigos o Portal de Periódicos Capes e Google Acadêmico, as teses e dissertações do Banco de Teses Capes e Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações.

Após a escolha dos trabalhos, produziram-se quadros, apresentados no *Capítulo 5*, considerando as seguintes variáveis em cada um dos textos: identificador, palavras-chave, objetivo/questão de pesquisa, principais resultados e considerações finais. As informações constantes na linha de *Resultados* nesse quadro serviram de *corpus* para o tratamento por meio de Análise Textual Discursiva. É importante destacar que os resultados para constituição do *corpus* foram selecionados com o intuito de responder ao problema de pesquisa: *Quais indicadores disponíveis nos estudos que relacionam neurociências e educação os docentes podem utilizar a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes?*

Também convém destacar que os demais itens constituintes do quadro de metanálise (palavras-chave, objeto/questão de pesquisa e considerações finais) servirão para expansão da compreensão dos resultados das produções acadêmicas como dependentes e produto desses constituintes, servindo para uma caracterização qualitativa das pesquisas.

Para melhor apresentação dos resultados, este capítulo está organizado em duas seções:

A primeira seção, **Caracterização das Pesquisas**, corresponde à descrição das produções acadêmicas escolhidas, apresentando as palavras-chave, objeto/questão de pesquisa e considerações finais. Procura-se expor as características das produções acadêmicas, o que os estudos indicam e sugerem como possíveis temas a serem investigados, bem como quais as fragilidades existentes nas pesquisas já realizadas e as recomendações pertinentes.

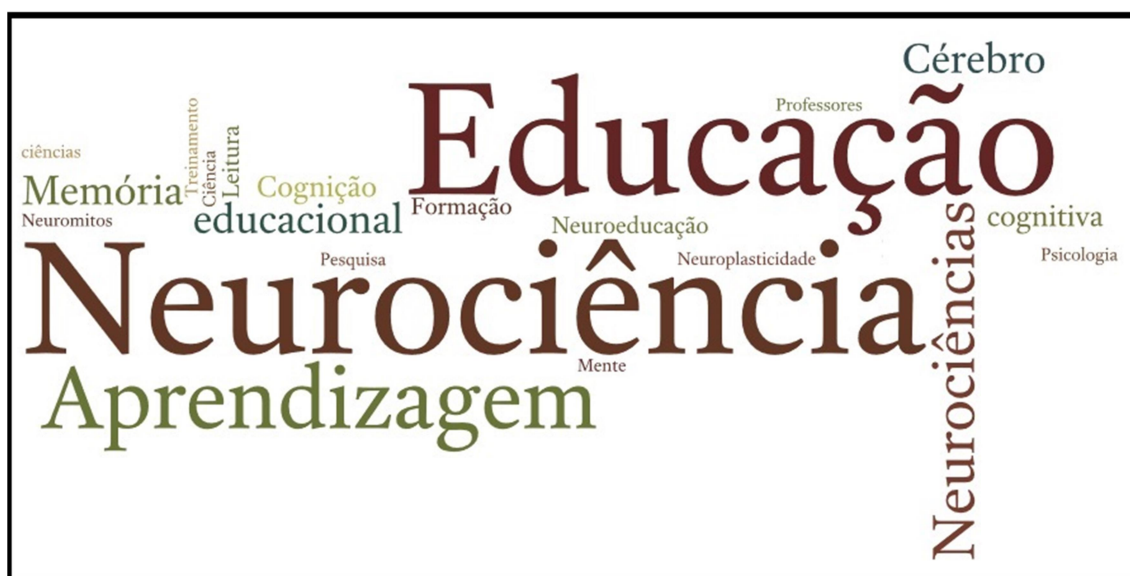
A segunda seção, **Resultados Introdutórios da Análise Textual Discursiva**, apresenta as três categorias emergentes do processo de ATD, a saber: (i) *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica*; (ii) *A Neurociência na Formação de Profissionais*; e (iii) *As Deliberações do Campo da Neurociência para os*

Contextos Educacional e de Pesquisa, com respectivo número de unidades de sentido e suas subcategorias, que serão apresentadas em detalhes nos capítulos seguintes.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DAS PESQUISAS

A análise das palavras-chave utilizadas pelos autores dos trabalhos tem como propósito identificar a abrangência das investigações, bem como perceber quais os indexadores são utilizados em pesquisas da interface neurociência e educação, de forma a facilitar a recuperação dessas informações pelos interessados. Essa análise foi realizada basicamente observando-se a frequência. A **Figura 6** apresenta uma nuvem de palavras-chave produzida no *wordle*.

Figura 6 - Nuvem de Palavras-chave.



Fonte: A autora (2018).

Os resultados obtidos permitem afirmar que entre as palavras-chave de maior frequência estão Educação, Neurociência e Aprendizagem. O indexador Educação (n=38) aparece associado à Educação científica (n=2); à Educação Física (n=2), à Educação Matemática (n=1); à Educação Integrada (n=1), à Sociologia da educação (1); às Ciências da mente e Educação (n=1), à Educação Superior (1,) e à Neurociência (n=7). Já o termo Neurociência (n=37), sendo sete, como já mencionado, está associado à Educação como Neurociências (n= 10). O terceiro termo de maior frequência foi Aprendizagem (n=16). Alguns outros termos específicos da área da neurociência

também foram encontrados, como por exemplo, memória (n=8), neuroeducação (n=4), neuroplasticidade (n=3) e neuromitos (n=3). Pode-se inferir que a combinação do indexador Educação com algum outro termo associado, restringe e demonstra o foco do trabalho, na área de neurociência ou o termo aparece isoladamente, ou como palavras específicas da área de estudo.

Os objetivos das pesquisas compreendem: investigar, avaliar, correlacionar, aprender, relatar, propor, entender, introduzir, refletir, interpretar, revisar, compreender, integrar, explorar, conectar, sugerir, superar, criar, examinar, discutir, analisar, esclarecer, avançar, argumentar, verificar e abordar. Percebe-se que tais objetivos têm o propósito de descrever, explorar e explicar determinadas questões, objetos e situações.

De maneira geral, as questões de pesquisa envolvem as temáticas: reações emocionais; metacognição; Epistemologia e Psicologia Genéticas relacionadas às neurociências; intervenção no comportamento; memória, emoção, plasticidade, motivação, aprendizagem, indissociabilidade corpo-mente para aprendizagem; a neurociência como disciplina; a relação do professor com os saberes necessários para prática docente; revisões curriculares; a necessidade do diálogo neurociência e educação; estratégias e metodologias de ensino; adaptação dos indivíduos ao meio e relações com plasticidade; diferenças epistemológicas entre as áreas neurociências e educação e a necessidade de compartilhamento de saberes entre as áreas e também para o contexto de pesquisa.

Nas considerações finais de alguns dos estudos selecionados, são sugeridos temas para futuras investigações, que podem ser agrupados de acordo com o enfoque, relativos: aos estudantes; ao ensino superior e formação de professores; à prática educacional e ao papel dos pesquisadores.

Em relação aos estudantes, alguns artigos sugerem temas mais pontuais de investigação, como por exemplo, o **A03** sobre investigações que contribuam para reflexões sobre precoces, gênios, prodígios e altas habilidades, também o artigo **16** propõe a investigação da importância do esquema para retenção de conhecimento em longo prazo e a implicação disso para formação ou ajuste de acordo com informações recém-aprendidas. Além disso, o estudo **23** ressalta a importância de investigações sobre o papel da linguagem, especificamente no desenvolvimento de autorregulação e metacognição.

Em relação a estudos sobre metacognição, a **T04** afirma que “estudos no campo da metacognição, uma vez incorporados à neurociência, aproveitando assim o suporte

tecnológico dessa área, podem contribuir para a evolução no entendimento de como se dá o processo de aprender”.

O artigo **21** propõe que se avance no sentido de compreender a base neural da metacognição, de modo que se possa contribuir com a motivação dos alunos, estimulando-os a aprender sobre o seu processo de aprendizagem. Também em relação à motivação, o artigo **22** traça como perspectiva, estudos neuroeducacionais para procurar entender os aspectos dinâmicos e implícitos envolvidos nos processos motivacionais, principalmente os que se referem à motivação para aprender.

Já o estudo **53** afirma que as pesquisas sobre memória de trabalho podem ser frutíferas e propõe que o método de pesquisa utilizado no presente estudo (tarefa tripla) seja ampliado, de modo a tentar investigar e identificar as operações envolvidas no processo de tomada de notas. O **Quadro 84** sintetiza as sugestões de investigação relativas aos estudantes.

Quadro 84 - Sugestões: Temas relativos aos estudantes.

| Sugestões de Temas para Investigações (Relativos aos estudantes) |
|---|
| A03 - Investigações que contribuam para reflexões sobre precoces, gênios, prodígios e altas habilidades. A16 - Importância do esquema para retenção de conhecimento em longo prazo. A23 - Papel da linguagem no desenvolvimento de autorregulação e metacognição. T04 e A21 - Estudos no campo da metacognição. A22 - Motivação para aprender. A53 - Memória de trabalho e relação com tarefa tripla. |

Fonte: A autora (2018).

No que se refere à investigação em nível superior, o artigo **04** elenca perguntas de pesquisa de modo a buscar sanar a necessidade de aproximação entre educação e neurociência, sendo essas:

Conhecimentos científicos da neurociência são abordados em alguma disciplina nos cursos de formação de professores? Se o são, estão relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem? Qual a relevância atribuída pelos alunos desses cursos à existência ou não desses saberes disciplinares durante a formação acadêmica?

Especificamente sobre a formação de professores, o estudo **04** aborda que as instituições formadoras de professores precisam avaliar os componentes curriculares das

licenciaturas, de modo a possibilitar aos futuros profissionais da educação que otimizem sua atuação pedagógica, sendo destacado pelo artigo 45 que as pesquisas futuras devem examinar de onde provêm as ideias equivocadas dos professores sobre neurociências, com a finalidade de aumentar a competência dos professores sobre o cérebro. O **Quadro 85** sintetiza o exposto.

Quadro 85 - Sugestões: Temas relativos ao ensino superior e formação de professores.

| Sugestões de Temas para Investigações (Relativos ao ensino superior e formação de professores) |
|--|
| A04- Perguntas de pesquisa: Conhecimentos científicos da neurociência são abordados em alguma disciplina nos cursos de formação de professores? Se o são, estão relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem? Qual a relevância atribuída pelos alunos desses cursos à existência ou não desses saberes disciplinares durante a formação acadêmica? |
| A04- Instituições formadoras de professores precisam avaliar os componentes curriculares das licenciaturas, de modo a possibilitar aos futuros profissionais da educação que otimizem sua atuação pedagógica. |
| A45- Examinar de onde provêm as ideias equivocadas dos professores sobre neurociências. |

Fonte: A autora (2018).

No que concerne às práticas educacionais, no artigo 25 recomenda-se que a combinação de estudos relativos à mente e cérebro, ao passar por tratamentos educacionais próprios, teria potencial para avaliar a eficácia de práticas educacionais de maneira diferente.

Já no estudo 27 expõe-se a importância de inter-relacionar aspectos relativos à investigação na interface entre educação e neurociência de modo a realizar “um reexame criativo, positivo, crítico e educacional de como as diversas perspectivas de aprendizagem oferecidas pelas ciências naturais e sociais podem ser inter-relacionadas de forma útil”.

Outro aspecto sugerido, pelo artigo 14, para o desenvolvimento de pesquisas futuras, no que compete à prática educacional, refere-se à tentativa de elucidar a relação entre os jogos de aprendizagem e a retenção de conhecimento, de modo a avaliar aspectos neurocientíficos para fornecer base de evidências para a educação. O **Quadro 86** expõe as sugestões relativas à prática educacional.

Quadro 86 – Sugestões: Temas relativos à prática educacional.

| Sugestões de Temas para Investigações (Relativos à Prática Educacional) |
|--|
| A25 - Tratamentos educacionais próprios aos estudos relativos à mente e cérebro. A27 - Inter-relacionar aspectos relativos à investigação na interface entre educação e neurociência. A14 - Elucidar a relação entre os jogos de aprendizagem e a retenção de conhecimento. |

Fonte: A autora (2018).

Quanto ao papel dos pesquisadores, o artigo **08** evidencia o desafio dos pesquisadores em integrar o conhecimento sobre o cérebro em prol do bem comum, o que está de acordo com o artigo **27**, que sugere o desafio de explorar pesquisas na interface entre neurociência e educação.

Além disso, conforme **D01** “deve-se ressaltar que a neurociência é multidisciplinar e nesse aspecto deve se relacionar também com a educação, resultando em contribuições com esforços mútuos, tanto de pesquisadores e profissionais da área de educação, quanto da área da neurociência”.

Por fim, em relação a futuras pesquisas no **A15** incute-se a ideia de a pesquisa sair do contexto de laboratório e ir para sala de aula, de modo que as questões pertinentes às áreas de políticas individuais possam ser discutidas, podendo resultar em impactos tanto em aspectos econômicos quanto para qualidade de vida. O **Quadro 87** expõe as sugestões relativas ao papel dos pesquisadores.

Quadro 87- Sugestões: Temas relativos ao papel dos pesquisadores.

| Sugestões de Temas para Investigações (Relativos ao Papel dos Pesquisadores) |
|--|
| A08 - Integrar o conhecimento sobre o cérebro em prol do bem comum. A27 - Explorar pesquisas na interface entre neurociência e educação. A15 - Levar a pesquisa do contexto de laboratório para sala de aula. |

Fonte: A autora (2018).

Dentre as fragilidades relatadas nas considerações finais das pesquisas, encontram-se dificuldades de aproximar as áreas neurociências e educação, limitações e necessidades de interlocuções entre as áreas.

De acordo com os pesquisadores do estudo **A01**, “a educação atual em todo o mundo não consegue integrar os conhecimentos neurocientíficos às suas práticas.

Ronda-lhe apenas o discurso”. Isso, conforme relatado no artigo **04**, traz à tona “a necessidade de aproximar os achados da área da neurociência da educação”, o que, infelizmente, como relatado no artigo **01**, a escola não tem conseguido incorporar em suas pedagogias.

Essa desarticulação é percebida inclusive em cursos de formação inicial. Um exemplo é o artigo **02**, que evidencia a neurociência ainda negligenciada ou apresentada de maneira desarticulada na formação de educadores físicos “por razões como a falta de disciplinas adequadas, fragmentação do ensino, dificuldade de aplicação dos conhecimentos a situações da prática profissional e escolhas didáticas inadequadas”. Também, constata-se conforme o artigo **20**, que poucas pesquisas realizadas consideraram as “opiniões dos professores sobre os caminhos em que a neurociência pode contribuir para a prática educacional”.

Segundo os pesquisadores do artigo **06**, boa parte da insatisfação da humanidade em relação à neurociência deve-se ao fato de os modelos cognitivos que estão disponíveis não darem conta de propiciar respostas satisfatória às necessidades.

Em contraponto, no artigo **45**, revela-se o entusiasmo dos professores com a possibilidade de aplicar as descobertas da neurociência em sala de aula, porém alerta-se para a questão da difícil distinção entre pseudociência dos fatos científicos, pois mesmo relatando que os professores possuíam conhecimentos gerais sobre o cérebro, esses conhecimentos não os protegeram dos neuromitos. Embora tenha ocorrido desenvolvimento considerável na comunicação entre neurociência e educação, como afirma-se em **A34**, muitos preceitos e condições desencadeadoras de neuromitos permanecem e podem dificultar a introdução de ideias relativas ao cérebro no pensamento educacional.

Ainda em relação a mitos, no artigo **28**, encontra-se exposta a preocupação em gastar-se muita energia “para reduzir o surgimento crescente de programas e publicações "baseadas em cérebro" que proliferam mitos em toda a comunidade educacional”.

De acordo com os pesquisadores do artigo **50**, existe o desafio de, ao aproximar mente, cérebro e educação, assegurem-se as contribuições dos professores enquanto o campo desenvolve-se, de maneira a manter o entusiasmo desses profissionais, como exposto no artigo **50**.

Além do desafio supramencionado, tem-se no artigo **51** dois outros desafios relativos à integração de métodos neurocientíficos à área educacional. O primeiro

consiste em que as metodologias da neurociência são mais compatíveis para análises de grupo. Já o segundo desafio envolve a questão de que a aprendizagem efetiva refere-se à individualidade. Nesse sentido, o trabalho defende que existe um desafio metodológico para a neurociência educacional, que é “o design de paradigmas experimentais mais adequados às expectativas dos pesquisadores educacionais interessados em desempenho individual”.

Em 2007, no estudo **51** exteriorizou-se que “a investigação das interações características do aprendizado bem-sucedido estão fora do alcance da neurociência”, fazendo ressalvas para as mudanças que ocorrem o tempo todo no campo. Isso posto, em 2014, no artigo **33**, tem-se a afirmação de que “é falso supor que a aprendizagem assistida pela neurociência é impraticável devido à dificuldade de implementação no ambiente escolar normal”. Entretanto, ainda é necessário reconhecer que existe um percurso a ser seguido para que a ciência neural seja introduzida como ferramenta para o ensino e aprendizagem.

Considerando a alta probabilidade de implicações da neurociência terem impacto positivo para educação, de acordo com o artigo **11**, o futuro da educação cerebral parece ser brilhante. Uma síntese das fragilidades é encontrada no **Quadro 88**.

Quadro 88 - Fragilidades Apontadas nas Investigações.

| Fragilidades Apontadas |
|--|
| <p>A01 - Integrar os conhecimentos neurocientíficos às suas práticas educativas. A04 - Incorporar neurociência às pedagogias escolares. A02 - Neurociência ainda negligenciada ou apresentada de maneira desarticulada na formação de educadores físicos. A20 - Poucas pesquisas consideram opiniões dos professores. A06 - Modelos cognitivos ainda não dão conta de propiciar respostas satisfatórias às necessidades. A45 - Distinguir pseudociência de fatos científicos. A34 - Introduzir ideias relativas ao cérebro no pensamento educacional. A50 - Aproximar mente, cérebro e educação. A51 - Diferenças metodológicas entre as áreas e a aprendizagem efetivarem-se na individualidade. A51- Interações características do aprendizado bem-sucedido estão fora do alcance da neurociência. A33 - Ainda existe um percurso até a ciência neural ser ferramenta para ensino e aprendizagem.</p> |

Fonte: A autora (2018).

Já em relação às recomendações apontadas nos estudos, tem-se: possibilidades de contribuições, sugestões e proposições onde há necessidades de avanços.

O artigo **01** em relação às possibilidades de contribuições assevera que milagres, quando as pesquisas da neurociência são aplicadas à educação, não devem ser esperados. A ideia é utilizar os conceitos que forem inovadores para um ensino centrado no aprendizado, buscando compreender como esse ocorre nas crianças e também considerar a integralidade de mente e cérebro dos escolares.

A vinculação direta de dados cerebrais a intervenções pedagógicas, como relatado no artigo **33**, promete ser um campo promissor de pesquisa na neurociência. Portanto, é de grande valia para a sociedade, se os pesquisadores promoverem e apoiarem “uma rede de comunicadores de nossa pesquisa - indivíduos que podem colmatar o fosso atual entre neurociência e educação, fornecendo conhecimento de alta qualidade de forma digerível” (A41).

As concepções advindas da neurociência e educação, como exposto no artigo **09**, precisam se complementar, somando esforços para responder questões relativas tanto ao ensino quanto à aprendizagem. Isso enriqueceria a educação, pela inserção de discussões da neurociência, mesmo que a criação de uma disciplina específica ainda não esteja bem definida.

No mesmo artigo, embora apareça a incerteza quanto ao estabelecimento de uma disciplina específica, levanta-se a necessidade de esses assuntos serem discutidos na formação de professores, tanto em caráter inicial quanto continuado, posto a importância dos estudos neurocientíficos.

Também, no caso de perceberem-se lacunas curriculares, o artigo **04** trata da possibilidade de inserir “uma nova disciplina que aborde, de maneira mais profunda e intensa, a visão integrada da biologia do cérebro com aspectos mais pedagógicos do ensinar e do aprender”.

Como alternativa, o artigo **04** propõe que componentes curriculares de áreas como psicologia e didática, integrantes dos cursos de formação de professores, poderiam tratar de conhecimentos neurocientíficos, pois, de modo geral, envolvem aspectos como emoção, memória, desenvolvimento do sistema nervoso e tópicos relativos às dificuldades de aprendizagem e comportamento.

A incorporação de aspectos neurocientíficos na educação ressalta a importância de tratá-los ao longo do exercício docente, como defendido no artigo **09**, em que se propõe inserir novas discussões com as quais podem ser descartados possíveis saberes superados. Um exemplo prático de como realizar essa inserção no exercício docente é proposto no estudo **31**, em que se sugere aos professores e corpo diretivo da escola que

realizem pesquisa-ação sobre aplicações e avanços da neurociência relativos aos processos de ensino e aprendizagem.

Conforme o artigo **04**, um painel detalhado sobre neurociências que vincule esses dados às teorias pedagógicas, além de ser fornecido para os alunos durante a formação inicial, deve também ser oferecido aos profissionais em atuação, de modo a contribuir para a formulação de diretrizes que busquem a otimização do ensino e da aprendizagem.

Ademais, em **A28** defende-se que a interação entre neurociência e educação pode modificar o modo pelo qual consideramos as prioridades educacionais. Do mesmo modo, o artigo **34** traz que a neurociência não apenas informará as abordagens educacionais, mas poderá proporcionar uma visão científica sobre os processos neurais e comportamentos complexos que estão presentes na sala de aula.

Nesse sentido, o artigo **48** trata da neurociência cognitiva como importante para a educação, por permitir principalmente a compreensão dos mecanismos de aprendizagem, bem como dos componentes das habilidades cognitivas ensinadas pela educação, sendo que muito do que já foi descoberto pela neurociência, em relação aos princípios de aprendizagem parece apoiar o que os professores já conhecem.

De acordo com o artigo **30**, “a pesquisa em neurociência educacional abre a porta com a esperança de que os educadores experimentem a alegria de ver mais estudantes atingir todo seu potencial”. Tem-se, portanto, também conforme o artigo **36**, um deslocamento do foco da educação em ativar determinadas regiões cerebrais para melhorar atitudes, para o foco de pensar como ela pode cumprir o que a plasticidade cerebral disponibiliza, instrumentalizando os indivíduos para que possam tanto compreender quanto realizar sua própria transformação.

Algumas pesquisas chamam a aproximação das áreas de neurociência e educação de diálogo. Dentre essas, a pesquisa **20** afirma que o diálogo, as assumindo como disciplinas, enriquecerá tanto a pesquisa quanto a prática no campo neuroeducacional, contribuindo para uma ciência da aprendizagem e do cérebro. Já a pesquisa **05**, sustenta que um diálogo com as ciências da mente pode favorecer o entendimento dos educadores do labirinto cognitivista, bem como permitir “uma educação através da redescoberta da mente nos processos do aprendizado complexo, frente à conquista, também, do conhecimento complexo e, mais especificamente, do conhecimento do conhecimento”. Ainda, a pesquisa **27**, traz a ideia de que “o

surgimento de um campo de investigação na interface entre neurociência e educação está gerando um novo diálogo em torno de questões muito fundamentais”.

Já no artigo **20** destaca-se o valor de aprender sobre a pesquisa neurocientífica para que os professores não fiquem reféns de práticas e marketing equivocados baseados no cérebro, pois a compreensão do significado da neurociência para educação pode contribuir para fortalecer a relação entre os educadores e neurocientistas.

Além disso, a colaboração entre pesquisadores e profissionais da área educacional pode levar a melhorias educacionais, como exposto no estudo **47**. Nesse mesmo estudo, reforça-se a ideia de que uma base sólida na pesquisa guiará melhores escolhas de maneiras de ensinar, facilitando a aprendizagem e evitando os enganos que podem advir da educação baseada no cérebro, com já destacado no artigo **20**.

Segundo o artigo **44**, a neurociência tem potencial para contribuir com a pesquisa educacional, mas isso, conforme artigo **47**, exige que os educadores trabalhem em conjunto com os pesquisadores para formular tanto os métodos quanto as questões a serem investigadas. Essa colaboração interdisciplinar, como referida no estudo **34**, pode ajudar na identificação e abordagem de mal-entendidos, bem como no desenvolvimento de mensagens e conceitos “cientificamente válidos e educacionalmente informativos”.

Nesse sentido, o artigo **34** aconselha que a neurociência integre o conhecimento dos professores, para que possam avançar em projetos mais ecológicos que também auxiliem os cientistas a compreenderem a prática pedagógica e a sala de aula como possível ambiente experimental. Percebe-se, portanto, como destacado no estudo **24**, a importância da liderança de ambos profissionais para a investigação e desenvolvimento de estudos neuroeducacionais.

Para tanto, o artigo **40** reforça a importância de neurocientistas e educadores em conhecer ambas áreas, de modo a poder tomar decisões fundamentadas no contexto de pesquisa, como questões, implicações, aplicações e políticas pertinentes, defendendo a vertente de treinamento para que o campo Mente, Cérebro e Educação possa desenvolver-se.

As pontes que ligam neurociência e educação, como mencionado no artigo **43**, “levam a uma ciência multidisciplinar, integrada e colaborativa da mente, do cérebro, da educação e da aprendizagem que levará a benefícios imensuráveis para estudantes, professores e pesquisadores”.

Para tal, somente os trabalhos colaborativo e interdisciplinar, como destacado em **T02**, “poderão ser usados de forma efetiva para informar educadores e contribuir para suas práticas”.

Além disso, como exposto em **D02**, “através do método científico, será possível avançar na compreensão da associação entre a área cognitiva, a prática pedagógica na escola, a educação básica e o ensino fundamental”. As principais recomendações encontradas nas considerações finais dos estudos encontram-se no **Quadro 89**.

Quadro 89 - Recomendações Apontadas nos Estudos.

| Principais Recomendações Apontadas nos Estudos |
|---|
| <p>A09 – concepções neurocientíficas e educacionais precisam se complementar.</p> <p>A09 – discutir dados neurocientíficos na formação de professores.</p> <p>A04 – suprir lacunas curriculares com a biologia do cérebro integrada aos aspectos pedagógicos.</p> <p>A04 – psicologia e didática dos cursos de formação poderiam tratar conhecimentos neurocientíficos.</p> <p>A09 – ao longo do exercício docente, inserir novas discussões com as quais podem ser descartados possíveis saberes superados.</p> <p>A04 – fornecer painel detalhado sobre neurociências vinculada as teorias pedagógicas, aos estudantes em formação inicial e aos profissionais em atuação.</p> <p>A48 – importância da neurociência cognitiva para educação por auxiliar a compreensão de mecanismos de aprendizagem e habilidades cognitivas.</p> <p>A20 – aprendizagem por professores da pesquisa neurocientífica.</p> <p>A47- colaboração entre pesquisadores e profissionais da área educacional.</p> <p>A47 – trabalho conjunto de professores e pesquisadores para formular tanto os métodos quanto as questões a serem investigadas.</p> <p>A34 – neurociência deve integrar conhecimentos dos professores.</p> <p>A40 - importância de neurocientistas e educadores em conhecer ambas areas.</p> |

Fonte: A autora (2018).

6.2 RESULTADOS INTRODUTÓRIOS DA ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

A Análise Textual Discursiva foi realizada seguindo os passos ilustrados na **Figura 4**, constante e também descrita no item 3.2.2 do *Capítulo 3*.

De forma sintética, após a produção de cada um dos quadros meta-analíticos, foram agrupadas em um documento as informações constantes da linha de *Resultados* com potencial e o intuito de responder ao problema de pesquisa, constituindo-se o *corpus* para o tratamento por meio de Análise Textual Discursiva.

Em seguida, esse material foi lido e procedeu-se o processo de unitarização com a desconstrução dos Resultados constituintes do *corpus*. O próximo passo foi

transformar o texto fragmentado em um quadro e codificar as unidades de sentido. O quadro produzido para a ATD é composto por quatro colunas, sendo: Unidade de Sentido, Reescrita, Palavras-chave e Categoria Final / (Subcategoria).

Depois da unitarização, já com a tabela estruturada, as unidades de sentido foram reescritas, sendo identificadas as palavras-chave que contribuíram para os nomes das categorias no processo de categorização.

As três categorias emergentes do processo de análise são: (i) *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica*; (ii) *A Neurociência na Formação de Profissionais*; e (iii) *As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa*.

De modo a visualizar a quantidade de Unidades de Sentido constituintes de cada uma das três categorias foi elaborada a **Tabela 2**, com a integralidade dos dados. Nessa tabela, percebe-se que a categoria mais expressiva é a *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica*, agrupando 71,70% da quantidade de unidades de sentido.

Tabela 2- Unidades de Sentido por Categoria

| Categoria | Quantidade de Unidades de Sentido |
|---|--|
| <i>Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica</i> | 299 |
| <i>A Neurociência na Formação de Profissionais</i> | 33 |
| <i>As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa</i> | 85 |
| Total de Unidades: | 417 |

Fonte: A autora (2018).

É importante destacar que determinados trabalhos contribuíram para a constituição de mais de uma categoria de análise, mesmo possuindo questões de pesquisas específicas voltadas para determinados aspectos. Portanto, as categorias são representativas pela combinação dos resultados dos estudos.

Ademais, as categorias deram conta de agrupar os resultados das pesquisas. Entretanto, houve necessidade da criação de subcategorias de modo a poder agrupar os dados de forma a particularizar determinadas características, facilitar e aprofundar a análise.

O **Quadro 90** sintetiza as categorias e suas respectivas subcategorias de modo a facilitar a compreensão e visualização da distribuição dos dados analisados.

Quadro 90 - Categorias e Subcategorias emergentes da ATD.

| | |
|--|--|
| CATEGORIA: Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica | |
| Subcategorias | Fatores Estruturantes do Processo de Aprendizagem e suas Implicações para a Prática Pedagógica |
| | Aspectos Relativos ao Meio e aos Sujeitos e suas Relações com a Prática Pedagógica |
| | Estratégias e Metodologias para o Ensino Provenientes de Achados Neurocientíficos |
| CATEGORIA: A Neurociência na Formação de Profissionais | |
| Subcategorias | A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais |
| | O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação |
| CATEGORIA: As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa | |
| Subcategorias | Achados da Neurociência para o Contexto Educacional e a Relação dos Educadores com esses Conhecimentos |
| | As Interações entre Neurocientistas e Educadores no Contexto de Pesquisa |

Fonte: A autora (2018).

Já em relação à quantidade de unidades de sentido integrantes de cada subcategoria, essas podem ser observadas na **Tabela 3**.

Tabela 3 - Unidades de sentido nas subcategorias.

| Subcategoria | Quantidade de Unidades de Sentido |
|---|--|
| <i>Fatores Estruturantes do Processo de Aprendizagem e suas Implicações para a Prática Pedagógica</i> | 150 |
| <i>Aspectos Relativos ao Meio e aos Sujeitos e suas Relações com a Prática Pedagógica</i> | 68 |
| <i>Estratégias e Metodologias para o Ensino Provenientes de Achados Neurocientíficos</i> | 81 |
| <i>A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais</i> | 7 |
| <i>O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação</i> | 26 |
| <i>Achados da Neurociência para o Contexto Educacional e a Relação dos Educadores com esses Conhecimentos</i> | 40 |
| <i>As Interações entre Neurocientistas e Educadores no Contexto de Pesquisa</i> | 45 |
| Total de Unidades: | 417 |

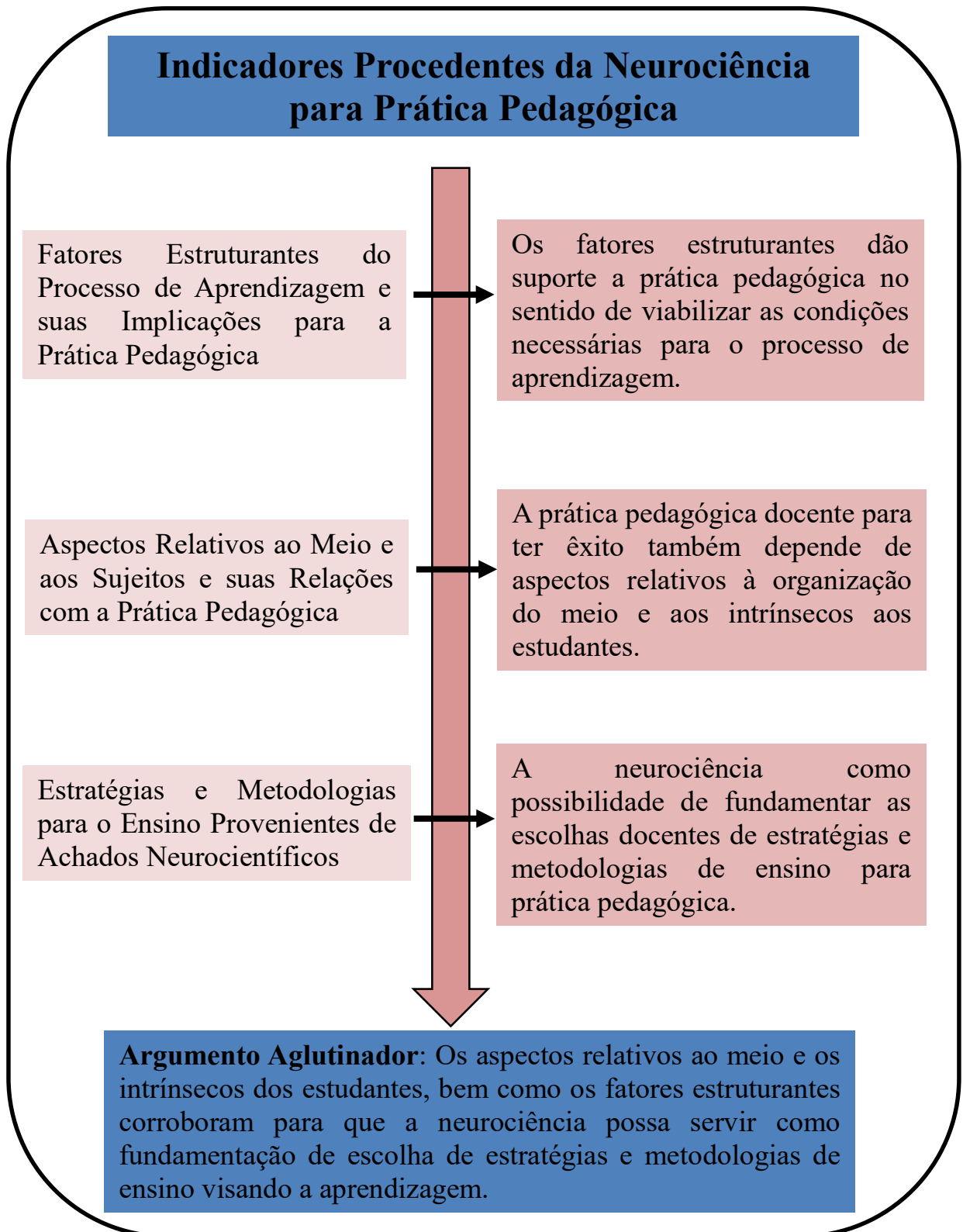
Fonte: A autora (2018).

Para diferenciar e facilitar a localização nos metatextos das unidades de sentido, as mesmas serão identificadas com seu código (**negrito**). Caso haja necessidade de explicação de algum termo constante em alguma unidade de sentido, a mesma encontrar-se-á em nota de rodapé.

A seguir, são apresentadas as categorias e respectivas subcategorias por meio de metatextos. De forma a facilitar a leitura e exposição da ATD, cada categoria será tratada em capítulo próprio.

7 INDICADORES PROCEDENTES DA NEUROCIÊNCIA PARA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Figura 7 - Esquema síntese da categoria indicadores.



A categoria *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica* trata dos fatores estruturantes do processo de aprendizagem (plasticidade, emoção, atenção, motivação e memória), bem como de aspectos que dizem respeito ao meio e à individualidade dos estudantes, de modo a abordar os indicadores procedentes das pesquisas neurocientíficas que podem ser utilizados em ações pedagógicas.

Nessa categoria, os aspectos relativos ao meio e os intrínsecos dos estudantes, bem como os fatores estruturantes corroboram para que a neurociência possa servir como fundamentação de escolha de estratégias e metodologias de ensino visando à aprendizagem.

Decorrente do processo de análise, emergiram três subcategorias: *Fatores Estruturantes do Processo de Aprendizagem e Suas Implicações para a Prática Pedagógica*; *Aspectos Relativos ao Meio e aos Sujeitos e Suas Relações com a Prática Pedagógica*; e *Estratégias e Metodologias para o Ensino Provenientes de Achados Neurocientíficos*.

7.1 FATORES ESTRUTURANTES DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA

Nesta subcategoria, coligam-se unidades de sentido que tratam dos fatores estruturantes plasticidade, emoção, atenção, motivação e memória. A ideia central é que os fatores estruturantes dão suporte à prática pedagógica no sentido de viabilizar as condições necessárias para o processo de aprendizagem.

Os resultados de pesquisas nessa subcategoria indicam que **a plasticidade sináptica é a base do aprendizado e da memória**⁵ e que **não haveria novos aprendizados** sem ela. Em relação à emoção, essa **e a cognição são estreitamente ligadas** e os estudantes têm melhor desempenho **nas escolas e nas salas de aula com um clima emocional positivo**, pois as emoções parecem **afetar os sistemas atencionais**. Quanto ao processo de atenção, **o cérebro deve priorizar os insumos sensoriais e agir sobre o que é mais importante no momento e prestar atenção às informações relevantes para a tarefa**. Algo importante para a motivação é que **para motivar o desmotivado, o processo de aprendizagem deve ser gratificante e**

⁵ Nas subcategorias, encontram-se trechos em negrito, retirados das produções para sintetizar e exemplificar os resultados encontrados.

interessante. Finalmente, no que diz respeito à memória, ela **é o processo pelo qual aquilo que é aprendido persiste ao longo do tempo.**

A plasticidade é a capacidade do sistema nervoso responder às experiências a que é submetido, modificando-se. Essa capacidade relaciona-se à aprendizagem, à memória e ao esquecimento, como evidenciado em quatro unidades de sentido: **A51.3-1** “a plasticidade permite a aprendizagem”; **A19.1-1** “a plasticidade sináptica é a base do aprendizado e da memória - é inerentemente proativa e esperançosa”; **A17.1-2** “esta é a capacidade que nos permite adaptar, aprender, memorizar e esquecer”; **A35.1** “também é importante notar que a neuroplasticidade é um processo funcional que atua como uma espada de dois gumes, potencializando a aprendizagem ou permitindo o esquecimento”.

De acordo com Rotta (2016, p. 469):

Está claro, portanto, que as mudanças ambientais interferem na plasticidade cerebral e, conseqüentemente, na aprendizagem. A aprendizagem é definida como modificações do SNC, mais ou menos permanentes, quando o indivíduo é submetido a estímulos e/ou experiências de vida, que serão traduzidas em modificações cerebrais. Dessa forma, fica bem claro que as alterações plásticas são as formas pelas quais se aprende.

A quase permanente plasticidade, que permite ao cérebro reorganizar seus padrões e suas conexões sinápticas, permite adequações necessárias ao crescimento do organismo, às necessidades de adaptações comportamentais e às intelectuais (OLIVEIRA, 2014). Entretanto, conforme o autor, “a neuroplasticidade pode ter efeitos negativos ao reforçar circuitos neuronais que provoquem disfunções envolvendo a memória ou a atenção e mesmo doenças como a epilepsia” (OLIVEIRA, 2014, p. 17).

A inter-relação entre a aprendizagem e plasticidade é evidenciada na unidade de sentido **D05.1.1** “de modo bem genérico, não haveria novos aprendizados sem plasticidade neural, nem plasticidade neural sem novas experiências vivenciais (processos histórico-sociais)”.

Logo, a plasticidade é um processo biológico de suma importância para a vida dos indivíduos, pois permite a responsividade do sistema nervoso aos estímulos ambientais, possibilitando que as experiências culminem em aprendizagem e sejam armazenadas nas memórias, bem como otimizam a utilização das memórias ao permitir o esquecimento, pois “é necessário esquecer, ou pelo menos manter longe da evocação muitas memórias” (IZQUIERDO; BEVILAQUA; CAMMAROTA, 2006, p. 290).

Além disso, de acordo com Cypel (2016, p. 398) a plasticidade do sistema nervoso deve ser respeitada:

Enfatizando uma vez mais, as vivências significativas proporcionadas pelo ambiente, seja nas relações interpessoais, nas atividades escolares ou nos aprendizados de diversas ordens, produzem repercussões na circuitação cerebral, que poderá, como consequência, modelar-se ou remodelar-se dentro de certos limites, respeitando a plasticidade do sistema nervoso.

Relvas (2009, p. 49) conceitua a plasticidade neural como “a propriedade do sistema nervoso que permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência e como adaptações a condições mutantes e a estímulos repetidos”.

Desse modo, a propriedade de moldar-se de acordo com os estímulos e, portanto, a capacidade de adaptar-se ao meio, atribui relevância tanto aos estímulos aos quais o indivíduo é submetido quanto ao meio no qual está inserido.

Portanto, como se afirma na unidade de sentido **A30.1-2** “as experiências que o cérebro jovem tem em casa e na escola ajudam a moldar os circuitos neurais que determinarão como e o que o cérebro aprende na escola e mais tarde na vida”. Isso acaba por reforçar a dimensão do papel dos estímulos e das experiências para as aprendizagens que ocorrerão ao longo da vida.

No sentido de proporcionar aprendizagem por meio da escolarização, conforme a unidade de sentido **A36.3-2** “a reflexão pedagógica centrada no conceito de "plasticidade" será necessariamente uma pedagogia do encontro em que a plasticidade orgânica e a educabilidade convergem para conseguir determinados fins”.

Dessa forma, como defendem Simões, Nogaro e Ecco (2015), a compreensão da plasticidade é fundamental para o professor, visto que permite o entendimento de que ocorre a reorganização cerebral a partir de cada novo aprendizado, possibilitando a flexibilização para aprender. Conforme os autores, “o conceito de plasticidade cerebral oportuniza o entendimento de que o cérebro continua a se desenvolver, a mudar e a renovar-se durante toda a vida do ser humano” (SIMÕES; NOGARO; ECCO, 2015, p. 38791).

Consequentemente, como exposto na unidade **A36.2-2**, “a educação deve levar em conta as características e possibilidades plásticas do cérebro, de cada cérebro em um determinado momento e de acordo com determinadas condições”.

Essa unidade de sentido acaba por evidenciar que mesmo o sistema nervoso central sendo dotado de plasticidade, essa pode variar de acordo com o momento em

que o indivíduo está, por exemplo, na infância ou idade adulta ou em função de determinadas condições, como, por exemplo, ao tipo de estímulo a que está sendo submetido. Os estudos neurocientistas afirmam que a facilidade plástica do cérebro vai diminuindo com o avanço da idade e que a riqueza de estímulos de um ambiente contribui para a aprendizagem.

Especificamente em relação às estratégias de ensino, Cosenza e Guerra (2010, p. 141 – 142) afirmam que:

As estratégias pedagógicas promovidas pelo processo de ensino-aprendizagem, aliadas às experiências de vida às quais o indivíduo é exposto, desencadeiam processos como a neuroplasticidade, modificando a estrutura cerebral de quem aprende. Tais modificações possibilitam o aprendizado dos novos comportamentos, adquiridos pelo processo de aprendizagem.

Dessa forma, o somatório da escolha apropriada das estratégias pedagógicas pelo professor com a experiência que os estudantes já possuem, fornecerão a base para que a aprendizagem possa ocorrer por meio da plasticidade.

Entretanto, como defendido por Nicida (2008), a plasticidade é influenciada pela riqueza de estímulos sensoriais do ambiente e experiências sociais, o que irá contribuir para o sucesso dos indivíduos nos aspectos emocional e intelectual. A autora adverte para o excesso de estímulos simultâneos, que podem dificultar a integração das informações, além de influenciar na manutenção da atenção e poder causar estresse. Também propõe que os estímulos proporcionados em sala de aula devem ser constantes e variados, alegando que aulas exclusivamente expositivas deveriam dar lugar às com uso de recursos audiovisuais e vivências práticas, por proporcionarem dinamismo e produtividade.

Um aspecto particular em relação à plasticidade diz respeito a como essa se manifesta ao longo da vida. Conforme os autores da unidade de sentido **A17.1-3**, “à medida que os seres humanos se tornam mais velhos, algumas das sinapses são excluídas, enquanto outras ficam mais fortes. Assim, o cérebro adulto pode se tornar mais especializado”.

Embora o cérebro adulto torne-se mais especializado, Oliveira (2014) expõe que esse cérebro tem menor plasticidade, principalmente devido à redução do número de neurônios, embora a interpretação do impacto educacional para esses eventos ainda não possa ser totalmente interpretada. O surgimento de novos neurônios, neurogênese, mantém-se por boa parte da vida adulta, sendo que “esta permanente plasticidade do

cérebro sugere que ele foi concebido para a aprendizagem e adaptações, que podem provocar modificações em sua estrutura diante de novos desafios” (OLIVEIRA, 2014, p. 17).

Portanto, tanto os desafios quanto os estímulos que o meio proporciona têm impacto no processo de aprendizagem, sendo que, conforme a unidade de sentido **A30.1-1**, “o cérebro humano se reorganiza continuamente com base em estímulos. Este processo, chamado de neuroplasticidade, continua ao longo da nossa vida, mas é excepcionalmente rápido nos primeiros anos”.

A maior neuroplasticidade nos primeiros anos deve-se às células em desenvolvimento possuírem capacidade de adaptação mais elevada do que as maduras, o que acaba por diminuir a plasticidade com o avanço da idade, exigindo maior esforço do indivíduo para aprender (PINHEIRO, 2007). Logo, conforme a autora, as pessoas perdem parte da vantagem natural para aprender quando amadurecem.

Dessa forma, como defendido na unidade de sentido **A36.1-1**, “a capacidade de aprender sob a influência de terceiros é baseada na plasticidade das estruturas cerebrais, mas, além delas, representa a possibilidade de incorporação cultural dos indivíduos através da comunicação e de processos intersubjetivos”.

Portanto, aprender envolve o aparato biológico, a prontidão neurocognitiva e os estímulos do meio (SIMÕES; NOGARO; ECCO, 2015). Consoante a isso, os autores defendem que o professor deve valer-se dos conhecimentos advindos da neurociência para proporcionar condições para que haja plasticidade, de modo a que os estudantes possam enfrentar o mundo complexo, diversificado, que demanda iniciativa, inovação e criatividade.

Existe forte ligação entre emoção e cognição, o que resulta em melhor desempenho discente se essa relação for considerada no contexto educativo, como evidenciado em **A12.1-2**, “como a emoção e a cognição são tão estreitamente ligadas, as salas de aula que integram os aspectos sociais e emocionais da aprendizagem aumentam o desempenho acadêmico”.

Nesse sentido, emoções negativas resultam em dificuldades cognitivas e emoções positivas se vinculam ao bom desempenho acadêmico. No que compete às emoções negativas, para Cosenza e Guerra (2011), o estresse no ambiente educacional deve ser evitado, e ele pode ser desencadeado quando o estudante se avalia desamparado, ou em momentos de dificuldades, que julga incontornáveis. Os autores também destacam como fonte de estresse as ameaças, tanto por parte dos colegas quanto

do professor, excessos em relação à avaliação e à disciplina em sala de aula e má administração das dificuldades acadêmicas.

Em relação à afirmação da ligação entre emoção e cognição, na unidade de sentido **A12.1-2**, Fonseca (2016) afirma que ambas estão conectadas em nível neurofuncional e são tão interdependentes, que se uma falhar, a outra é afetada consideravelmente.

Já em relação às condições emocionais às quais os estudantes são submetidos, tem-se que: a ansiedade não é aliada da memória e um clima positivo favorece o desempenho acadêmico e as recordações. Isso está exposto nas unidades de sentido:

A10.11-2 Izquierdo (2002, p.63) afirma que “um aluno que é submetido a um nível alto de ansiedade, depois de uma aula, pode esquecer aquilo que aprendeu”. O alerta do autor deve ser considerado pela escola, pois sugere a fragilidade dos resultados de avaliações permeadas de ameaças e ansiedade.

A30.6 os alunos aprendem melhor nas escolas e nas salas de aula com um clima emocional positivo, onde são respeitados e onde eles sentem que os professores realmente querem que eles tenham sucesso. Eles também se lembrarão mais do conteúdo do currículo quando estiverem ligados a atividades que evocam emoções

Portanto, as condições emocionais a que os estudantes são expostos em sala de aula influenciam tanto o desempenho acadêmico, quanto o processamento e consolidação de memórias. Assim, como afirma Guerra (2011, p. 8):

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

Então, se pode dizer que os sistemas neurais envolvem uma representação emocional associada aos estímulos, e essa associação produz um estado característico da emoção evocada, modificando o processamento cognitivo, de forma a condizer com esse estado emocional (CARVALHO; KATO; DAROZ, 2015).

Considerando o aspecto emocional para a aprendizagem, se apresenta como desafio ao docente, assegurar que na relação docente-discente, as emoções envolvidas sejam positivas, proporcionado prazer, tranquilidade, alegria e segurança em oposição ao desprazer, ansiedade, tristeza e medo (DORNELES, 2014).

Também há relação entre a ansiedade e o processo de atenção, como exposto em **A41.2**, “como nos adultos, a ansiedade nas crianças parece afetar os sistemas

atencionais, levando as crianças a mudar seletivamente a atenção para os estímulos ameaçadores”.

O estresse, como já mencionado, e o medo também têm impacto negativo na aprendizagem, como destacado nas unidades **A44.7**, “é cada vez mais reconhecido que a aprendizagem eficiente não ocorre quando o aluno está passando por medo ou estresse”; **A12.4-3**, “quando os estudantes se sentem ameaçadas, seu foco muda dos esforços acadêmicos, como a realização de cálculos matemáticos, para buscar segurança imediata, muitas vezes através de uma resposta de luta ou fuga” e **A25.1-1**:

Por exemplo, quando confrontados com um evento estressante, alguns indivíduos reagem com uma resposta emocional apropriada ao contexto e depois retornam rapidamente à linha de base, enquanto outros mostram uma resposta inadaptada mais duradoura e se recuperam lentamente. Tais diferenças de reatividade e recuperação podem afetar os recursos cognitivos disponíveis.

Essas unidades acabam por reforçar que as emoções negativas, como ansiedade, medo, estresse, influenciam a aprendizagem por alterarem aspectos como atenção e foco dos esforços acadêmicos para situações que lhes proporcionem mais segurança.

A emoção também tem papel crucial atrelado à memória. Como exposto na unidade de sentido **A06.4-1**, “as emoções influenciam neste processo da mesma forma que os demais tipos de percepção, entretanto, em muitos casos, a emotividade é crucial na retenção de informações”.

Dessa forma, como defende Dorneles (2014), o bem estar emocional favorece a atenção e a memória, a tomada de decisão e a persistência em relação a um objetivo. Portanto, é importante que os professores considerem as vias emocionais positivas próprias e dos estudantes, de modo a melhorar tanto aspectos de relacionamento em sala de aula quanto à aprendizagem e capacidades dos discentes (DORNELES, 2014). Já Gazzaniga e Heatherton (2007) destacam que a memória parece ser melhor recordada quando está vinculada a eventos ou estímulos emocionais. Segundo os autores algumas pesquisas indicam que as memórias mais claras e importantes geralmente estão associadas à emoção.

Além disso, no que concerne à memória, tem-se: a ausência da aprendizagem molecular quando não há envolvimento de emoções; a correlação entre intensidade de significação emocional com evocação e memória de longo prazo e, também a relação entre experiências emocionais e as recordações. Isso é exposto nas seguintes unidades:

A05.1-1 “no âmbito macrocomportamental da aprendizagem, efetivamente, não existe aprendizagem molecular de memória sem envolvimento de emoção”; **A05.1-2** “quanto maior a intensidade da significação emocional, maior será o poder de evocação e da expansão do conhecimento natural e da conquista do conhecimento de longo prazo” e **A30.6-1** “as experiências que envolvem emoções são muito mais prováveis de serem lembradas”.

Nesse sentido, de acordo com Relvas (2012, p. 1):

É preciso reconhecer que a emoção é a centelha da vida, ou melhor, é o estímulo desencadeador e fixador da informação na memória. Em outras palavras: é através da emoção que o cérebro seleciona o que é importante ou não, transformando em uma aprendizagem significativa o tempo todo. Um professor ‘emocionado’ demanda do aluno novas emoções e isto gera dúvidas, experimentações e aprendizagens. É o cérebro em plasticidade para aprender, criar competências.

Dessa forma, as emoções, como estados mentais, têm impacto relevante nas funções cognitivas e executivas envolvidas na aprendizagem, podendo “transformar experiências, situações e desafios difíceis e complexos, em algo de agradável e de interessante, ou pelo contrário, em algo aborrrível, fastioso, enfadonho ou detestável” (FONSECA, 2016, p. 369).

A atenção é o processo que permite selecionar e focar em determinados aspectos do meio, em detrimento de outros, pois a quantidade de estímulos ambientais é riquíssima. Em concordância ao exposto, conforme a unidade **A12.3-4**, “o ambiente possui muito mais informações do que os humanos podem processar”. Dessa forma, a estratégia mais adequada para o processamento de informações, é a de que, conforme **A12.4-1**, “o cérebro deve priorizar os insumos sensoriais e agir sobre o que é mais importante no momento”.

De acordo com Lima (2005), a atenção permite que o indivíduo interaja com o ambiente, organizando os processos mentais de forma a escolher o estímulo que será examinado em detalhes e que guiará seu comportamento.

Esse mecanismo de seleção de estímulos, viabilizado pelo processo de atenção determina a reação apenas aos que são escolhidos dentre os inúmeros estímulos presentes no ambiente, o que acaba por possibilitar o olhar detalhado de alguns aspectos.

O meio é a fonte das informações que os indivíduos podem processar e quanto mais importante e interessante for essa informação, mais facilmente será retida e

resgatada quando necessário (SIQUEIRA; GURGEL-GIANNETTI, 2011). Isso indica ao professor que as informações que ele disponibiliza e proporciona aos estudantes por meio do planejamento dos conteúdos e do ambiente de ensino, se conseguirem despertar o interesse dos estudantes ou forem percebidas como importantes, maior é a chance dessas serem processadas, armazenadas na memória e recuperadas quando necessário.

Dessa forma, com o objetivo de possibilitar a aprendizagem dos estudantes, conforme a unidade de sentido **A01.2-3**, “para a neurociência do aprendizado, a atenção é fundamental ao ato de aprender, concluindo que não ocorre aprendizagem significativa quando a mesma não está focada”. Também de acordo com **A29.2-2**, “se a capacidade de prestar atenção é deficiente, a aprendizagem é comprometida”.

Siqueira e Gurgel-Giannetti (2011) expõem que a atenção que filtra os estímulos relevantes, chama-se seletiva, enquanto a que permite manter o foco sob a informação desejada, nomeia-se atenção sustentada ou focalizada. Em relação à seletividade e a manutenção do foco, conforme KASTRUP (2004, p. 7):

É possível observar que a atenção desliza incessantemente entre fatos e situações, transparecendo uma certa dificuldade de concentração. Numa busca acelerada de novidade a atenção é passageira, muda constantemente de foco e é sujeita ao esgotamento em frações de segundos. Quando se procura descrever como a atenção funciona nos dias atuais, o primeiro aspecto que sobressai é uma acentuada dispersão, que resulta da mudança constante do foco da atenção. Não é difícil perceber que alguns fatores participam da produção desse tipo de subjetividade. As imagens e textos constantemente veiculados pela mídia, bem como a explosão recente das tecnologias da informação, como é o caso Internet, torna disponível uma avalanche de informações, atravessando grandes distâncias em alguns segundos. Por sua vez, os celulares são também fatores importantes, atravessando sem cessar o fluxo da vida cotidiana. Observa-se que há neste quadro de coisas algo que é da ordem da quantidade. Há na sociedade contemporânea um excesso de informação e uma velocidade acelerada que convoca uma mudança constante do foco da atenção, em função dos apelos que se multiplicam sem cessar.

Portanto, de acordo com o exposto pela autora, contextualizando com a atuação docente, é um desafio para os professores elaborarem atividades e propostas que propiciem a concentração dos estudantes, devido a grande disponibilidade de estímulos das mais diversas fontes e, além disso, estimular a curiosidade desses indivíduos para particularidades que o professor considera importantes para a aprendizagem.

Como exposto por Zorzi (2003), a atenção depende da curiosidade, dos interesses, da capacidade de compreensão do ambiente e de detectar e selecionar estímulos simultâneos aos que interessam. Assim, prestar atenção consiste em focalizar

a consciência, dedicando os processos mentais a uma única tarefa principal, deixando as demais em segundo plano (LENT, 2010).

Em relação às tarefas realizadas com o propósito educativo, é importante que os estudantes tenham conhecimento de que **A42.3-2** “durante o raciocínio, é preciso prestar atenção às informações relevantes para a tarefa e inibir a informação irrelevante da tarefa”.

Nesse caso, também se deve levar em consideração que a atenção dedicada pelo estudante para a realização de determinada tarefa depende do quanto é interessante para ele desenvolvê-la, pois conforme Leal (2006, p. 54):

Um ambiente rico em variedade, capaz de despertar todo dia a curiosidade pelo novo, conduz quase automaticamente ao aprendizado. Todavia, por quais estímulos nos decidimos é algo que depende também de fatores internos, e principalmente do significado que atribuímos a um evento.

Em relação ao desempenho acadêmico, dificuldades de atenção influenciam a compreensão de textos, a resolução de problemas, o planejamento do estudo e também impactam na interação do indivíduo com os demais (SIMÕES, 2014).

Outro aspecto, pertinente às tarefas, relaciona a questão do indivíduo multitarefa com o resultado obtido pelo mesmo, ao pensar realizar as mesmas concomitantemente. Segundo a unidade de sentido **A30.3-1**:

O cérebro pode se concentrar em apenas uma tarefa de cada vez. O que é erroneamente chamado de "multitarefa" é realmente uma tarefa alternativa, isto é, o cérebro deslocando sua atenção de uma tarefa para uma segunda tarefa, e depois de volta para a primeira. Implicação: cada mudança de atenção do cérebro requer um maior esforço mental e incorre em perda de informação na memória de trabalho da primeira tarefa. Com efeito, o indivíduo acaba fazendo duas tarefas mal em vez de uma tarefa bem.

Portanto, essa divisão de atenção compreende uma alternância, pois os estímulos das tarefas concorrem pelas capacidades limitadas de processamento. Nesse sentido, é importante que o professor planeje as tarefas da aula com intuito de não prejudicar o desempenho dos estudantes, pois uma multiplicidade de tarefas concomitantes, além de dificultar o foco, resulta em um menor desempenho por exigir muito esforço mental.

Além disso, de modo a criar condições que viabilizem a aprendizagem dos estudantes, é ideal que o ambiente de aprendizagem não ofereça ameaças emocionais e sociais, bem como o professor desenvolva estratégias que direcionem a atenção dos

estudantes para pontos específicos do conteúdo que pretende desenvolver. Isso é exemplificado em duas unidades de sentido: **A12.4-4** “as ameaças sociais podem gerar respostas semelhantes e preocupar a atenção do aluno. Portanto, os esforços para enfrentar as ameaças sociais e emocionais percebidas podem ser essenciais para envolver um aluno na aprendizagem” e **A08.4-1**:

Diversas descobertas científicas recentes alimentam os debates sobre a relação entre neurociências e educação, tais como as evidências de que o direcionamento da atenção do aluno para pontos específicos do material estudado favorece a retenção de memórias.

Nesse sentido, um ambiente adequado ao ensino exige condições de tranquilidade, em que o estudante, livre de ameaças e pressões, possa utilizar sua atenção e esforços mentais para fins de aprendizagem. Além disso, a utilização dos saberes didático-pedagógicos dos docentes, bem como a experiência em sala de aula, possibilitará que depois de mapeados os pontos chave de determinados conteúdos, os professores utilizem estratégias para que os estudantes dediquem sua atenção a esses pontos específicos, favorecendo a aprendizagem, pois, em muitas atividades, os estudantes acabam por focar em aspectos que não são relevantes, como afirma Pozo (2002).

De acordo com Leal (2006), diversas variáveis intervêm na aprendizagem, dentre elas o papel do aluno nesse processo, os recursos que o professor utiliza e a interação do estudante com o ambiente.

Outro fator estruturante do processo de aprendizagem é a motivação. A motivação dos estudantes é um desafio constante para os professores. Conforme unidade de sentido **A22.1-1**, “o modelo neurocientífico de processos motivacionais sugere várias implicações educacionais que podem ser utilizadas para melhorar a motivação para aprender”. Dentre essas implicações sugeridas para promoção da motivação, encontram-se: o papel da recompensa, uma lista de estímulos, recompensas inesperadas, a maneira de manter a motivação e a forma de motivar o desmotivado.

É importante destacar que a motivação origina-se de um desequilíbrio, no interior do organismo, em que a solução para tal, demanda a ação do indivíduo em busca do objetivo (BZUNECK, 2009). Dessa forma, a motivação faz com que o indivíduo mobilize-se para atingir determinado objetivo visando a sanar esse desequilíbrio interno.

Em relação à recompensa e o papel desempenhado frente à motivação, de acordo com **A22.1-2** “a recompensa é uma força motriz essencial no ambiente de aprendizagem, porque o comportamento não ocorreria sem recompensa”. Além disso, a reação dos indivíduos a recompensa, bem como o quanto essa é incrementada tem relação com a motivação, como enfatizado em **A08.3**:

Outro dado neurocientífico relevante para a melhoria da educação diz respeito ao modo como reagimos a recompensas. A relação entre incentivo e motivação obedece a uma função sigmoide, de forma que incentivos muito pequenos ou muito grandes, quando aumentados, pouco afetam a motivação.

Segundo Palmieri (2010, p. 18):

o termo ‘recompensa’ deriva da pesquisa básica em neurociências, na medida em que a ativação deste sistema cerebral por um determinado estímulo (elétrico, químico ou ambiental de qualquer ordem) provoca [...] um comportamento na busca repetida pelo mesmo estímulo que o ativou, sugerindo que o estímulo é percebido como ‘recompensador’.

Conforme Turcatto e Stein (2014), a motivação é habitualmente atrelada à recompensa, em que a nota é ofertada pelo docente ao estudante para recompensar a aprendizagem, o que parece vincular a nota como único estímulo motivador do estudante. Para esses autores, pouco se pensa durante o percurso curricular na motivação dos estudantes para aprender, mas muito se deseja avaliar em relação à construção do conhecimento e, se essa for positiva, recompensá-lo, o que deve ser questionado e refletido.

A nota do estudante ao completar determinado conjunto de saberes, deve ser percebida não como um número ou conceito fechado em si, que indica recompensa quando se está acima da média ou punição em situação oposta, nem significa tudo que o estudante aprendeu. A nota é um dos indicadores do desempenho e aprendizagem, pois fatores como o quanto o estudante se dedicou, quais os saberes que já possuía, o quanto ressignificou esses saberes, muitas vezes passam despercebidos quando a avaliação se expressa apenas em termos numéricos ou conceituais.

Conforme Tapia e Fita (2004), a avaliação dos resultados influencia a motivação para seguir adiante, portanto deve haver equilíbrio entre os fatores motivacionais intrínsecos e extrínsecos, conforme as estratégias do **Quadro 91**:

Quadro 91 - Estratégias que podem favorecer o equilíbrio entre as motivações

| <i>Prêmios</i> | <i>Contexto</i> | <i>Feedback</i> |
|---|---|---|
| - São utilizados reforços da tarefa. - Os prêmios extrínsecos são dados de forma inesperada e não contingente. | - O professor cria ambientes positivos. - Não muito controlados. - Os alunos mantêm um alto nível de atividade. | - Os elogios depois da atuação do aluno. - As correções antes da atuação seguinte. |

Fonte: TAPIA; FITA (2004, p.117).

Esse quadro permite compreender que fatores extrínsecos como os prêmios, o contexto ao qual o estudante é exposto, bem como a resposta da avaliação feita pelo professor do desempenho desse estudante, portanto relacionada à motivação intrínseca (no sentido de como o estudante acolhe essa), compõem o equilíbrio necessário para que o estudante possa manter-se motivado para avançar para os próximos aprendizados.

No que diz respeito aos estímulos, especificamente à criação de uma lista desses, como sugerido em **A22**, conforme a unidade de sentido **A22.1-5**:

É importante descobrir e fazer uma lista de estímulos apetitosos, incluindo uma variedade de elogios, atividades divertidas, materiais interessantes, feedback positivo e contexto de aprendizagem diverso e inovador que pode ativar o circuito de recompensas de crianças e adolescentes.

Também é necessário atentar-se ao aspecto da repetição de determinado elogio, pois em conformidade com a unidade de sentido **A22.1-6**, “é desejável introduzir várias contingências de recompensa de forma inesperada para sustentar a motivação”.

Em relação ao elogio, Guimarães (2001) destaca a importância da maneira apropriada de realizá-lo, sendo:

O elogio deve ser apresentado ao aluno individualmente, de forma justa, simples, parcimoniosa, criativa, coerente com o desempenho, buscando salientar suas peculiaridades e promovendo informações que favorecerão a percepção de competência. Além disso, deve-se enfatizar o esforço empreendido, o capricho e a persistência nos trabalhos ou o êxito obtido em tarefas difíceis (GUIMARÃES, 2001, p. 53).

Portanto, o docente deve manifestar pelo elogio o que de fato ocorreu e de maneira proporcional, de forma que o estudante possa perceber as competências desenvolvidas, além de valorar seu empenho e dedicação ao desenvolver determinada tarefa.

De acordo com os pesquisadores Jesús Tapia e Ignacio Monteiro (2004, p. 177):

quando os alunos percebem o significado ou a utilidade intrínseca do que devem aprender, seu interesse aumenta em praticamente todos os casos, embora mais naqueles que tendem a atuar buscando o desenvolvimento da competência pessoal e o desfrute da tarefa, motivação que contribui não apenas para maior aprendizagem e desenvolvimento, mas também para um maior bem-estar pessoal.

Além das preocupações de como sustentar e manter a motivação dos estudantes, é um desafio aos docentes motivar o desmotivado. Turcatto e Stein (2014) afirmam que em comparação com os ambientes externos em que se têm disponíveis atrativos midiáticos, o ambiente educacional apresenta-se menos atrativo e menos motivado. Para esses autores, a presença de tecnologias que fascinam e encantam os estudantes, contrapõem-se ao ambiente educacional que “não oferece os mesmos padrões de atratividade, gerando falta de motivação frente ao ato de estudar” (TURCATTO; STEIN, 2014, p. 2).

O processo motivacional dura de acordo com a necessidade interior ainda não satisfeita de alcançar o objetivo desejado, mas, quando esse consegue ser realizado, isso produz o sentimento de realização e de recompensa (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2007).

Nesse sentido, para tentar superar o problema da desmotivação em ambiente educacional, **A22.1-3** sugere que “para motivar o desmotivado, o processo de aprendizagem deve ser gratificante e interessante”.

Dessa forma, Hunter (2006, p. 109) afirma que “a verdadeira motivação consiste em manter a pessoa entusiasmada, querendo agir e dar o melhor de si à equipe. Motivar é influenciar e inspirar à ação”.

Para motivar os estudantes, Bzuneck e Guimarães (2004) recomendam aos professores que utilizem estratégias para a motivação, como, por exemplo, tarefas desafiadoras e dosadas às capacidades dos alunos, pois afirmam que todo o desafio desequilibra e incentiva o trabalho mental e afugenta pensamentos de comparação com os outros.

A proposição de tarefas de acordo com as capacidades dos estudantes está de acordo ao proposto por Turcatto e Stein (2014), que afirmam a importância da motivação para aprender e que para motivar, cabe ao professor à proposição de

atividades que os estudantes tenham possibilidade de realizar, que concomitantemente despertem curiosidade de modo a avançar no processo de aprendizagem. O planejamento e a escolha das atividades adequadas às capacidades possibilitam que elas, além de serem possíveis de serem realizadas, não frustrem os estudantes, que mesmo dedicando tempo, atenção e tendo seus motivos para aprender, possam vir a enfrentar barreiras em termos de conhecimentos necessários para avançar em determinadas áreas.

De acordo com Carvalho, Kato e Daroz (2015), o modelo pedagógico atual tem suas metodologias voltadas para o desenvolvimento motivacional do grupo, de forma que seja possível ampliar o potencial cognitivo individual.

Portanto, é importante que os docentes escolham metodologias de ensino adequadas ao propósito de manter a motivação do grupo, de modo que essa culmine na aprendizagem individual. Dessa forma, a qualificação docente por meio da aquisição de saberes para o exercício de sua profissão oportuniza a esses, em relação aos conhecimentos neurocientíficos, avaliar o potencial pedagógico de tais saberes.

Com o estímulo motivacional do professor, de acordo com Turcatto e Stein (2014) os educandos receberão estímulo para aplicar seus esquemas cognitivos e refletir suas percepções nos processos educacionais, possibilitando que esses avancem em relação aos conhecimentos que possuem e à forma de perceber a realidade. De acordo com esses autores, à medida que os educandos aderem às propostas feitas pelo educador, há, certamente, uma mudança de comportamento, o que pressupõe a aprendizagem.

Memória e aprendizado estão intimamente relacionados, como exposto na unidade de sentido **A10.14-1**, “a memória é o processo pelo qual aquilo que é aprendido persiste ao longo do tempo. Tanto o aprendizado quanto a memória são resultado do aumento de ramificações das células nervosas que, assim, podem formar novas conexões ou fortalecer as já existentes (SQUIRE et al, 2003)”.

De acordo com Pinto (2001), memória e aprendizagem são interdependentes, porque o significado e a estrutura do que será aprendido dependem de informações que o indivíduo já possui armazenadas em sua memória, ou seja, do que já sabe e é capaz de recordar. Segundo o autor, o conhecimento que uma pessoa possui, além de influenciar a aprendizagem de novos conhecimentos, também se relaciona à forma como o material será organizado para retenção e recuperação no futuro.

A dependência entre aprendizagem e memória também é reforçada por Oliveira (2014) ao afirmar que “se não houvesse, na mente, um modo de armazenamento das

representações vividas e um complexo mecanismo de recuperação de experiências, não haveria aprendizagem”.

No que compete à aprendizagem escolar, considerando uma abordagem construtivista, Pozo (2002, p.126) afirma que:

o que aprendemos é o produto da informação interpretada à luz de, ou através do que, já sabemos. Não se trata de reproduzir informação, mas de assimilá-la ou integrá-la em conhecimentos anteriores. Somente assim compreendemos e somente assim adquirimos novos significados ou conceitos. De alguma forma, compreender é traduzir algo para as próprias ideias ou palavras. Aprender significados é mudar minhas ideias como consequência de sua interação com a nova informação.

Portanto, a aprendizagem ancorada nos conhecimentos que os indivíduos possuem, resgatados da memória, possibilita que as novas informações sejam agregadas as que já se conhecem. Também evidencia a importância de que as estratégias escolhidas pelo docente em sala de aula valorizem a relação memória e aprendizagem, bem como a função dos conhecimentos prévios para o avanço cognitivo dos estudantes.

Particularmente, em relação à aprendizagem em sala de aula, destaca-se o papel da memória de trabalho, que de acordo com Ueharal e Landeira-Fernandeza (2010) é crucial a cognição. A memória de trabalho se relaciona com o processamento de informações, sendo que: **A42.3-3** “durante o processo de raciocínio, a memória de trabalho seleciona ativamente informações relevantes para os objetivos de alguém e inibe ativamente a informação irrelevante” Corroborando, como se afirma na unidade **A21.2**, “o sistema da memória de trabalho é capaz de processar apenas um subconjunto limitado de itens em qualquer momento, mas permanece ativo até que novas informações sejam selecionadas”.

Conforme Baddeley (2000), o resgate de informações da memória de modo a viabilizar associações com informações novas é o que nomeia a memória de curta duração como memória de trabalho. De acordo com Fernandez e Ueara (2010), a memória de trabalho é um sistema de capacidade limitada, que armazena temporariamente e gerencia as informações que estão sendo processadas por curto período de tempo, o que corrobora com o exposto nas unidades de sentido.

Ainda, em relação à memória de trabalho, particularmente ao que se refere a sua importância para o processo de aprendizagem, conforme a unidade de sentido **A21.1** “a memória de trabalho desempenha um papel crítico no processo de aprendizagem, pois demonstrou facilitar a formação, o fortalecimento e a expansão da memória de

longo prazo”, pois como justificado na unidade **A42.3-1** “a memória de trabalho pode ser pensada como uma rede temporária para sustentar a informação enquanto ela é processada”.

No que compete às estratégias que podem ser adotadas no contexto educativo considerando a memória, tem-se o papel da repetição para memória de longa duração. Conforme unidade de sentido **A01.4-2**, “repetições fazem com que conteúdos guardados momentaneamente na memória de trabalho passem a fazer parte da memória de longa duração (HERCULANO-HOUZEL, 2009)”.

Dessa forma, como defende Pinto (2001), a repetição possivelmente reforça “as vias de acesso” à informação existente ou da criação de novas “vias de acesso” que em conjunto com as vias existentes aumentam as possibilidades de acesso global à representação da informação retida” (PINTO, 2001, p. 14).

Em síntese, nessa subcategoria trata-se dos fatores estruturantes do processo de aprendizagem como forma de dar suporte à prática pedagógica objetivando viabilizar as condições necessárias para o processo de aprendizagem.

O sistema nervoso, por meio da plasticidade, é capaz de responder às experiências a que é submetido, modificando-se. Essa capacidade permite que a aprendizagem possa ser efetivada, garantindo a formação de memórias e também possibilitando o esquecimento. Além disso, a capacidade de adaptar-se ao meio atribui relevância tanto aos estímulos aos quais o indivíduo é submetido, quanto ao meio no qual está inserido. Dessa forma, a escolha apropriada de estratégias pedagógicas pelo professor somada a experiência que os estudantes já possuem, fornece a base para que a aprendizagem possa ocorrer por meio da plasticidade.

Quanto à emoção existe forte ligação entre essa e a cognição, portanto. quando essa característica é considerada, os discentes tendem a ter melhor desempenho acadêmico em sala de aula. O desempenho discente também é favorecido por ambientes com climas positivos, colaborando, também, para formação de memórias. O que se pode afirmar é que as emoções orientam a aprendizagem, havendo correlação entre a significação emocional atribuída com a evocação e a memória de longo prazo.

Já em relação à atenção, essa assegura a escolha e seleção de determinados estímulos, permitindo a organização dos processos mentais, o que acaba por possibilitar o olhar detalhado para aspectos de maior interesse. Sendo assim, o planejamento de estratégias e do ambiente de ensino pelo professor deve viabilizar que os estímulos sejam percebidos pelos estudantes como atrativos e relevantes, dessa forma

contribuindo para formação de memórias. Torna-se desafiador ao professor elaborar e propor atividades que consigam manter a concentração dos estudantes, sendo uma estratégia importante à adoção de ambientes educacionais que não ofereçam ameaças emocionais e sociais, bem como estimular a curiosidade e atenção para pontos específicos do conteúdo.

A motivação faz com que o indivíduo mobilize-se para atingir determinado objetivo visando a sanar um desequilíbrio interno. No ambiente educativo a recompensa final costuma ser a nota, entretanto, é necessário equilibrar os fatores motivacionais intrínsecos e extrínsecos, compreendendo a avaliação como importante para o estudante seguir adiante. Assim, o docente deve manifestar pelo elogio o que de fato ocorreu e de maneira proporcional, de forma que o estudante possa perceber as competências desenvolvidas, além de valorar seu empenho e dedicação ao desenvolver determinada tarefa.

Ainda em relação à motivação, cabe ao professor elaborar e propor atividades desafiadoras e viáveis de serem realizadas pelos estudantes, de modo a evitar frustrações e possibilitar o avanço no processo de aprendizagem. Portanto, é importante que os docentes escolham metodologias de ensino adequadas ao propósito de manter a motivação do grupo, de modo que essa culmine na aprendizagem individual.

No que concerne à memória, essa e o aprendizado estão intimamente relacionados, principalmente, por ambos envolverem a atividade de células nervosas para o estabelecimento de novas conexões ou fortalecimento das já existentes. Além disso, a aprendizagem utiliza-se de conhecimentos prévios armazenados na memória, que ao serem evocados acabam culminando tanto em novas aprendizagens, como em novas memórias. Dentre os tipos de memória em relação ao tempo de duração, destaca-se a memória de trabalho, por permitir o resgate de memórias e disponibilizá-las para novas associações, tendo papel na formação, fortalecimento e expansão de memórias mais duradouras, sendo crucial para aprendizagem. Em relação às estratégias que podem ser utilizadas pelos docentes em contexto educativo percebe-se a importância da repetição, que pode estar relacionada à facilitação das vias de acesso as informações já armazenadas.

7.2 ASPECTOS RELATIVOS AO MEIO E AOS SUJEITOS E SUAS RELAÇÕES COM A PRÁTICA PEDAGÓGICA

Nesta subcategoria, reúnem-se unidades de sentido que tratam a aprendizagem como dependente de aspectos relativos ao meio e aos sujeitos em que **aprender é fundamentado na individualidade do aluno**. A ideia central é que a prática pedagógica docente, para ter êxito, também depende de aspectos relativos à organização do meio e aos intrínsecos aos estudantes.

Os resultados de pesquisas nessa subcategoria em relação ao meio indicam que os **estímulos ambientais e a estimulação induzida pelo ambiente** influenciam a aprendizagem. Além disso, o ambiente deve proporcionar **a autorreorganização dos indivíduos** e ser enriquecedor, estimulante e desafiador.

Já no que diz respeito aos aspectos mais particulares dos sujeitos, a subcategoria trata do sono e nutrição. Em relação ao sono, afirma-se que **começar uma boa noite de sono vai consolidar o aprendizado**, além de esse ter que **ocorrer dentro de uma determinada janela de tempo**. No que concerne à nutrição, assegura-se que **independentemente do método pedagógico empregado, a má nutrição afeta negativamente o aprendizado**, portanto, sendo importante **o cuidado com a alimentação escolar**.

É inegável a influência que o meio ambiente desempenha nos indivíduos, seja de forma a potencializar ou inibir dadas características, bem como na aquisição de comportamentos por intermédio da interatividade e responsividade do sujeito aos estímulos.

Como afirma Galvão (2017, p. 22), já é comprovado que “entre o nascimento e a adolescência, novos circuitos neuronais serão construídos em consequência da interação com o ambiente e da estimulação adequada”.

Nesse sentido, como exposto no **A36**, ao trazer a citação de Asensio (1997), **A36.3-3** “tanto as qualidades biológicas do sistema cognitivo do ser humano, como as relativas ao meio ambiente que interage com o sujeito, são essenciais para o desenvolvimento de sua educabilidade”.

Portanto, cabe à educação, por meio de práticas pedagógicas com o intuito de potencializar a aprendizagem, planejar ambientes e contextos de forma que a interação dos indivíduos nesses permitam o desenvolvimento de saberes, aquisição de comportamentos enfim, aprendizagem.

Conforme Guerra (2011, p. 3), pode-se compreender como aprendizagem quando o indivíduo:

adquire atitudes, habilidades, conhecimentos, competências para se adaptar a novas situações, para resolver problemas, para realizar tarefas diárias importantes para a sobrevivência e para implementar estratégias em busca de saúde, de realização pessoal e em sociedade, de melhor qualidade de vida, enfim, em busca de viver bem e em paz. A educação visa ao desenvolvimento de novos comportamentos num indivíduo, proporcionando-lhe recursos que lhe permitam transformar sua prática e o mundo em que vive.

Complementando, de acordo com Galvão (2017), a aprendizagem é que possibilita a adaptação ao ambiente. Portanto, é papel da educação possibilitar através da aprendizagem que o indivíduo possa, além de captar aspectos do mundo em que vive, transformá-lo e se adaptar da melhor maneira possível.

Em relação ao papel do meio para a educação, percebe-se que os estímulos ambientais podem facilitar ou dificultar a aprendizagem, segundo exposto em **A36.3-1** “Na educabilidade convergem (ou, por vezes, divergem) as interações entre o substrato psico-biológico que permite a aprendizagem e os estímulos ambientais que a facilitam ou dificultam”. Também há a questão de o ambiente incremental possuir efeitos cumulativos, como destacado na unidade de sentido **A48.1-1** “Importância da participação ambiental incremental demonstra que os ambientes de aprendizagem criados nas escolas pelos professores e outros profissionais terão importantes efeitos cumulativos”.

Por meio dessas unidades deduz-se a função, a influência do ambiente no processo de aprendizagem e a importância da escolha de estratégias adequadas para que a aprendizagem possa ocorrer, além da influência em longo prazo de tais escolhas.

O ambiente, conforme Gouveia e Parra (2016), influencia as conexões entre as células neuronais, sendo que quanto mais adequado e maior o estímulo, mais sinapses serão realizadas, o que culmina, por meio de alterações cerebrais, em aprendizagem.

Nesse contexto, de alterações cerebrais, ou seja, plasticidade cerebral que resulta em aprendizagem, tem-se a unidade de sentido **A35.2**:

em termos neurobiológicos para a educação, estamos dizendo que a estimulação contínua induzida pelo ambiente, provoca o fortalecimento dos circuitos sinápticos com os quais, provavelmente, a realidade construída está sendo analisada; e que o controle do processo não está necessariamente do lado de fora, mas adequadamente sobre quem deve aprender a resolver a solicitação.

Nessa unidade, destaca-se o papel fundamental da rede de sinapses para analisar a própria realidade e de certa forma compartilha a ideia de controle desse processo entre o sujeito aprendente e o seu mediador.

Além disso, o papel do indivíduo em relação ao conhecimento e a responsabilidade do professor em organizar o meio são tratados na unidade **A04.5-1**:

Dentro de uma perspectiva de aprendizagem sustentada nas relações entre os elementos constituintes da percepção – sentidos e memória – e no pensamento sistêmico, no qual essas relações acontecem inseridas na complexidade da reestruturação permanente do conhecimento no cérebro/mente, é imprescindível que o professor se reconheça como responsável pela configuração de um ambiente que propicie a autorreorganização dos indivíduos.

Nessa unidade, evidencia-se a questão da percepção, que integra aspectos relativos ao estudante, como seus sentidos para captar estímulos meio, a memória para armazenar o que foi apreendido e a particularidade de reestruturação permanente do conhecimento.

Essa ideia de reestruturação do conhecimento e de organização da maneira de aprender, está de acordo com o exposto na unidade de sentido **T04.1-1**, “aprender a aprender fundamentado na individualidade do aluno”, em que a aprendizagem se ancora também nas diferenças individuais. Nesse contexto, o papel desse indivíduo é reestruturar constantemente seu próprio conhecimento por meio de um ambiente que foi pensado pelo professor, de forma a facilitar e ajudar o estudante nessa organização, sendo o estudante também responsável por sua aprendizagem.

Cabe ao professor, conforme Galvão (2017), ao abordar e discorrer sobre determinado assunto compreender que isso poderá ou não favorecer as conexões neuronais. Sob essa perspectiva, esse profissional, estando ciente dos processos

neurofisiológicos durante a elaboração de atividades, poderá escolher estratégias que contribuam para a aprendizagem efetiva (GALVÃO, 2017).

Entretanto, como as metodologias escolhidas pelo professor não conseguem alcançar todos os estudantes ao mesmo tempo, a diversificação das estratégias pedagógicas é aconselhável, pois dessa forma os estudantes em algum momento serão contemplados (GROSSI et al, 2014).

Nesse sentido, é importante a diversificação das estratégias, mas há necessidade de gerenciá-las de modo que possam ser proveitosas gerando aprendizagem, não as alternando de maneira que virem uma sequência de tarefas sem que possam ser realizadas. Isso é destacado na unidade **A30.3-2**, “embora o uso de uma variedade de estratégias na sala de aula mantenha os alunos envolvidos, a mudança de uma atividade para outra não deve ser feita antes que a primeira tarefa seja adequadamente aprendida”.

Além disso, como salientado na unidade de sentido **D05.2.1**:

pode-se pensar uma série de reflexões a partir das conclusões indicadas por todos de modo a se apontar para práticas pedagógicas mais efetivas e otimizadas em relação ao processo ensino/aprendizagem, a saber: a utilização de ambientes enriquecedores: ambientes específicos, vitais para a formação de novos esquemas de cognitivos.

Portanto, ambientes de ensino bem planejados colaboram com o desenvolvimento de novos esquemas cognitivos e para tal a diversificação de estratégias nos ambientes escolares possibilitariam maior acessibilidade aos conhecimentos considerando aspectos particulares dos indivíduos.

Bartoszeck (2006) afirma que o ambiente possui estímulos que culminam na formação de sinapses pelos neurônios, sendo a aprendizagem o processo no qual a reação aos estímulos ambientais, ativa essas sinapses, deixando-as mais intensas. A afirmação desse autor agrega ao que foi explanado pela unidade de sentido **D05.2.1** ao referir-se a formação de novos esquemas cognitivos, que são resultado da ativação de sinapses por meio de estímulos ambientais.

Também é importante o cuidado com o ambiente, no sentido de torná-lo agradável aos estudantes de maneira a facilitar as conexões sinápticas, como destacado na unidade de sentido **A48.1-2**, “claramente, é importante evitar a criação de ambientes

de aprendizagem que apoiem a aquisição de conexões inadaptadas, por exemplo, ambientes que sejam inseguros ou estressantes”.

De acordo com Tokuhama-Espinosa (2008), ao tratar de alguns princípios citados na literatura que dizem respeito ao ensino e aprendizagem, citam-se: (a) estudantes aprendem melhor quando tem motivação; (b) o stress influencia o aprendizado; (c) a ansiedade pode bloquear aprendizagem; (d) o tom de voz é automaticamente julgado pelo cérebro como ameaçador ou não e (e) as emoções tem papel no aprendizado.

Portanto, ao analisar a unidade de sentido **A48.1-2** com o que afirma Tokuhama-Espinosa (2008), percebe-se que aspectos como motivação, serenidade, suavidade no tom de voz e emoções bem conduzidas, tendem a facilitar o processo de aprendizagem e dessa forma, a aquisição de conexões sinápticas. Isso confirma que a manutenção de condições adequadas do ambiente e o bem-estar do indivíduo condiz com bons resultados dos estudantes.

Também, de acordo com duas unidades de sentido provenientes do mesmo estudo **D05**, que tratam da aprendizagem e da relação com o ambiente, há maior aprendizagem em ambientes estimulantes e desafiadores, o que inclusive pode ser constatado pelo estímulo neural, quando estudantes executam tarefas desafiadoras. O que pode ser observado na unidade **D05.2.2**, “as crianças aprendem mais e melhor em ambientes estimulantes e desafiadores” e na **D05.2.3**, “estes ambientes estimulariam o cérebro do educando, inclusive os estudos com neuroimagem demonstraram as estimulações neurais em tarefas desafiadoras”.

Logo, empenho, cuidado e dedicação, por parte dos docentes, são fundamentais para o planejamento de um ambiente adequado de aprendizagem.

Em relação a esse tipo de ambiente, conforme Rosado e Ferreira (2019, p. 87):

a criação de um ambiente adequado de aprendizagem envolve a capacidade de ajustar o nível das tarefas à experiência anterior e ao nível de prática dos praticantes, de tal modo que as tarefas não sejam muito difíceis (o que promove desde modificações às tarefas propostas, por parte dos praticantes, até ao seu completo abandono) ou muito fáceis (promovendo quer o desinteresse e a socialização, quer alterações às tarefas no sentido de as tornar mais desafiantes).

Desta maneira, a escolha das tarefas apropriadas ajuda no resultado esperado pelo professor, possibilitando sua resolução além de estimular os estudantes que vislumbram possibilidade de resolver o que foi solicitado.

Isso está de acordo com o defendido por Relvas (2010), ao afirmar que quando é possibilitado ao estudante seu envolvimento ativo com o conteúdo, bem como a utilização de conhecimentos que já possui e a recursividade em um ambiente motivador, possibilita-se a formação de espículas dendríticas no sistema nervoso.

Essa alteração no sistema nervoso é destacada e relacionada com a aprendizagem na unidade de sentido **A42.1-1**, em que “aprender é entendido como um aumento no número de conexões sinápticas "operativas" entre os neurônios”.

Já quanto aos aspectos relativos aos sujeitos que aparecem mais frequentemente nas investigações selecionadas para a presente tese, estão o sono e a nutrição.

No que concerne ao sono, conforme a unidade **A48.14-3**, “a crescente base de evidências em relação ao sono mostra a importância desse aspecto básico do comportamento humano para a educação”.

De acordo com Valle, Valle e Reimão (2009), o sono interfere na vida diária em aspectos como humor, memória, atenção, registros sensoriais e no raciocínio, em suma, em aspectos cognitivos que conectam o indivíduo ao seu ambiente.

Dessa forma, o sono é significativo para a educação, pois tem influência na resposta cognitiva dos estudantes às propostas planejadas para o contexto educativo, bem como no próprio desenvolvimento cognitivo em relação à aquisição de novos saberes.

Particularmente, o sono tem importante papel na consolidação da aprendizagem. Isso é destacado na unidade **A15.7**, “começar uma boa noite de sono vai consolidar o aprendizado em adultos”. Entretanto, o contrário também é válido, como exposto no estudo **A48.14-2**, “por outro lado, a insônia grave está associada a decrementos na aprendizagem”.

Portanto, conforme os resultados dos estudos evidenciados nas unidades de sentido, percebe-se o papel do sono e sua relação com a aprendizagem. Além disso, considerando os distúrbios do sono, como a insônia ou exigências de vigílias forçadas, pode-se afirmar que:

O ciclo vigília-sono envolveria circuitos neurológicos moduladores capazes de agir difusamente sobre uma série de funções, assim aumentando ou diminuindo o estado alerta do organismo, propiciando o controle do nível de consciência, de uma série de atividades e do comportamento (JANSEN, JM., et al, 2007, p. 25).

Percebe-se o impacto que a alteração vigília-sono, ciclo circadiano, tem no próprio comportamento do indivíduo, além de refletir no processamento de informações, sendo vital uma boa noite de sono para que possam ser obtidas respostas apropriadas aos estímulos planejados.

Portanto, conforme Kolb e Whishaw (2002):

embora essa privação não pareça ter consequências fisiológicas adversas, ela está associada a pobre desempenho cognitivo. O déficit da privação do sono não se manifesta como uma inabilidade para executar uma tarefa, pois o indivíduo privado do sono pode executar até tarefas muito complexas; no entanto, o déficit é revelado ao se exigir atenção constante e quando a tarefa é repetida ou monótona. Mesmo pequenos períodos de privação, totalizando perda de algumas horas de sono podem aumentar erros em tarefas que exijam atenção constante (KOLB; WHISHAW, 2002, p. 473).

Embora o sono favoreça a aprendizagem, há particularidades sobre isso, como exposto em **A48.14-1**: “o sono deve ocorrer dentro de uma determinada janela de tempo após o treinamento para que os benefícios se acumulem (essa janela de tempo é de aproximadamente 16 horas dentro do período de aprendizado)”.

É durante o sono que são sintetizadas proteínas de modo a manter ou ampliar as redes neurais, consequentemente tendo papel na memória e aprendizado (VALLE, VALLE e REIMÃO, 2009). Portanto, o sono, dormir bem, também colabora com um bom desempenho discente.

Em relação a aspectos particulares do sono, em 2011, Bourke et al. avaliaram o impacto de problemas respiratórios durante o sono em crianças sobre a cognição, comparando-os com crianças sem histórico de alterações respiratórias durante o sono. Os pesquisadores constataram menor capacidade intelectual em todas as crianças com problemas respiratórios durante o sono e comprometimento do desempenho acadêmico dessas crianças, devido à fragmentação ocorrida no sono. Essa pesquisa evidencia a importância de um sono de qualidade para que a aprendizagem possa ser efetivada da maneira adequada.

Ming et al (2011) investigaram o horário sono, a saúde do sono, o desempenho escolar e horário de início da escola em um grupo de 1.941 adolescentes. Nessa investigação, os pesquisadores constataram em relação ao desempenho escolar que a redução na quantidade ou qualidade de sono estão associadas ao desempenho escolar fraco. Além disso, concluiu-se que a curta duração do sono durante a semana não comprometeu o desempenho dos adolescentes, enquanto a privação crônica foi prejudicial. O estudo acaba sugerindo que o sono adequado tem papel importante para maximizar o desempenho escolar (MING et al, 2011).

Perez-Chada et al., (2007) mostraram, por exemplo, que dormir oito ou menos horas nos dias com aula é um fator independente para piores desempenhos nas disciplinas de linguagem e matemática em estudantes adolescentes.

Já Pagel e Kwiatkowski (2010), em um estudo que avaliou estudantes da educação básica e do ensino superior em relação às queixas do sono e desempenho escolar, constataram que alterações no sono afetam negativamente o desempenho educacional. Nesse estudo, percebeu-se que em estudantes de nível médio, a movimentação das pernas (pernas inquietas) está associada a menor média de desempenho. A sonolência diurna teve impacto negativo nos estudantes de ensino médio e o início do sono e a insônia estão correlacionadas a baixo desempenho em estudantes universitários. Conforme os autores, a concentração prejudicada no estado de vigília é o correlato ao distúrbio do sono que provavelmente afeta negativamente o desempenho escolar.

Além disso, alguns estudos tratam da questão do ciclo circadiano e sua relação com os estados de vigília-sono, sendo que o horário para dormir pode estar deslocado algumas horas em relação ao horário aceitável para as atividades cotidianas, principalmente em adolescentes. Isso faz com que os mesmos durmam bem mais tarde e, portanto acordem mais tarde também. Quando esse deslocamento coincide com o período escolar, pode provocar problemas, como sonolência, cochilos e até mesmo insônia.

A investigação **33** sugere para adequação aos horários de vigília e sono, o atraso no início das aulas matutinas como exposto na unidade **A33.3** “uma mudança aparentemente trivial que poderia capitalizar esses achados, sugerindo que a importância do sono seria atrasar o momento do início da escola. Os alunos normalmente chegam com sono para as aulas matutinas”.

Entretanto, como o próprio estudo expõe, uma alternativa à grande mudança que seria a alteração de horários, que acarretaria a própria configuração e distribuição do horário escolar, seria conforme **A33.4-1** “ao invés de pedir aos alunos que se abstenham de dormir na escola ou chegar mais tarde, as sestas podem ser explicitamente empregadas como ferramentas educacionais”. Além disso, o mesmo acrescenta que: **A33.4-2** “as sestas restauram a fadiga cognitiva e, para determinadas tarefas, proporcionam ganhos de desempenho comparáveis aos obtidos após uma noite completa de sono”.

Beijamini (2014) em sua tese investigou o papel da sesta pós-almoço no desempenho cognitivo em adultos jovens, de 18 a 35 anos, estudantes universitários. De acordo com os resultados, uma sesta de aproximadamente 60 minutos tem influência no desempenho cognitivo relativo à resolução de problemas e a consolidação de memórias não-declarativas.

Em relação à resolução de problemas, o autor pode inferir que a sesta após a acaecção de um problema é melhor do que ficar acordado durante o mesmo período. Conforme Beijamini (2014), uma explicação possível é que o sono pode colaborar com a cognição por meio da consolidação da memória, integrando experiências recentes às redes neurais já existentes, viabilizando soluções alternativas.

Já em relação às memórias, o autor afirma que a sesta influencia a consolidação de memórias não-declarativas e que as de maior duração e com ciclo completo de sono são as mais proveitosas (BEIJAMINI, 2014).

Em contrapartida, Dinges e Kribbs (1991) afirmam que a privação de sono causa débito de memória, redução do desempenho escolar, ausência às aulas, bem como diminuição de tempo destinado para realização de tarefas escolares, possivelmente devido ao cansaço.

Além do sono, outros fatores têm relação com a aprendizagem, como destacado pela unidade de sentido **A33.5**, “a pesquisa de neurociência sugere que o sono, a nutrição e o exercício influenciam a aprendizagem e, portanto, constituem o fundamento fisiológico da pedagogia”. Isso evidencia que outros aspectos do sujeito, como os relativos à fisiologia dos indivíduos aprendentes, também desempenham papel fundamental para o sucesso da prática pedagógica.

No que se refere à nutrição, conforme o estudo **A08.1-4**, “independentemente do método pedagógico empregado, a má nutrição afeta negativamente o aprendizado”, o

que implica muitas vezes em aspectos que são subjetivos e podem não estar disponíveis à avaliação docente, mas podem ter impacto negativo no desempenho discente.

Em relação a investigações sobre o aspecto nutricional, Izidoro e colaboradores (2014), em um estudo transversal descritivo realizado para analisar a relação entre o estado nutricional e o desempenho escolar de crianças do 4º ano do Ensino Fundamental assistidas pelo Programa Saúde na Escola, constataram correlação entre o estado nutricional e o desempenho dos estudantes. De acordo com esse estudo, estudantes com excesso de peso obtiveram pior desempenho em tarefas de escrita e aritmética, observando-se relação estatisticamente significativa, entre excesso de peso e desempenho, o que sugere inferência negativa da inadequação nutricional com o desempenho escolar. Os autores apresentam como possíveis explicações para tal relação, apoiados no estudo de Brandelero e Romanholo (2011), a falta de atividades físicas e menos disposição para atividades diárias de tais estudantes, além da questão da exigência estética pela beleza poder influenciar as crianças causando isolamento e inibição. Também associam a questão da vergonha de exposição que pode ocorrer no ambiente escolar, dificultando a realização de tarefas. Entretanto, Izidoro e colaboradores (2014) destacam que tais justificativas se restringem ainda a hipóteses.

Nesse estudo, percebe-se tanto a influência de aspectos nutricionais para o desempenho escolar, quanto também o impacto da falta de atividades físicas, que acabam por não aumentar a disposição dos indivíduos, também influenciando seu desempenho.

Complementarmente, tem-se outro estudo descritivo, baseado na investigação participante com objetivo de investigar a relação da má alimentação de crianças sobre a aprendizagem escolar (FROTA et al, 2009). Nesse estudo, percebeu-se que crianças com carência alimentar ou desnutridas apresentaram dificuldades de assimilação, bem como que a fome dificulta a capacidade de concentração, portanto comprometendo o rendimento.

Deste modo, como reforçado pelos resultados da investigação **A33.1** “isso significa que, independentemente dos métodos pedagógicos empregados, a nutrição inadequada, que é mais proeminente em estudantes com baixo status socioeconômico, dificultará o aprendizado”.

Já na investigação de Moreira et al (2015), visando a estabelecer relações entre o estado nutricional e ingestão alimentar com o rendimento, não foi encontrada relação estatística significativa na amostra, entretanto conforme os autores concluíram:

Segundo a literatura, o estado nutricional e o consumo de nutrientes exercem efeitos positivos ou negativos no desempenho escolar, muito por alteração das funções cognitivas. Diversos trabalhos realizados com humanos e animais mostraram a importância do ferro, zinco e ômega 3 no funcionamento cerebral, na atividade neuronal e na memória. Em contrapartida, estudos demonstram que a alta ingestão de sódio causa redução da massa cinzenta cerebral, do desempenho cognitivo e das respostas sinápticas no hipocampo, tendo relação direta com o funcionamento ineficiente dos neurônios (MOREIRA et al 2015, p. 111).

Nesse sentido, como destacado na unidade de sentido **A08.2**, “o cuidado com a alimentação escolar, portanto, é provavelmente crucial para o aprendizado bem-sucedido dos alunos”.

Percebe-se, por meio do relato desses estudos, a correlação entre aspectos nutricionais e o desempenho acadêmico. Nessa acepção, como defendido por Domingues e Magro (2006), uma dieta balanceada é fundamental para o crescimento e desenvolvimento intelectual, pois melhora o nível educacional e reduz transtornos de aprendizado causados por deficiências nutricionais.

Em síntese, nessa subcategoria, ao considerar aspectos relativos ao meio e aos sujeitos e suas relações com a prática pedagógica, compreende-se que professor e estudantes desempenham papéis importantes e compartilham a responsabilidade pelo sucesso da prática pedagógica.

No que compete ao professor, em relação ao tratado nessa subcategoria, cabe a organização e o planejamento de estratégias de aprendizagem que utilizem de estímulos disponíveis no meio, chamando atenção para aspectos que possam contribuir para a aquisição, ressignificação e complexificação de conhecimentos dos estudantes.

Ademais, os objetivos de ensino, o conteúdo a ser trabalhado, bem como a realidade da turma, fazem com que seja essencial para o professor pensar o ambiente de ensino de modo que esse mobilize a motivação e atenção dos estudantes para que as sinapses sejam estimuladas, culminando em aprendizagem.

Pensar o ambiente de ensino diz respeito a muito mais do que simplesmente planejar em função do espaço físico e organizar as atividades e tarefas, mas também se refere a proporcionar condições para que esse ambiente possa desencadear a aprendizagem, criando um espaço de emoções positivas, de estímulos e desafios, de compartilhamento de experiências e saberes, de fácil esclarecimento de dúvidas, em que o diálogo possa ser viabilizado em prol da aprendizagem.

No que diz respeito aos estudantes, para que os mesmos possam ter condições para que a aprendizagem possa ser efetivada são necessários que aspectos relativos ao sono e a nutrição estejam em dia.

Em relação ao sono, é importante que o estudante seja informado sobre o impacto de não ter um sono adequado no seu aprendizado, para que possa fazer escolhas mais conscientes em relação à organização de seus horários de estudo, descanso e lazer.

Além disso, os aspectos e hábitos nutricionais dos estudantes podem ser problematizados em sala de aula, atentando-se para cuidados extras em casos de problemas sociais, visando à adoção de hábitos mais saudáveis, o que também inclui a realização de atividades físicas.

7.3 ESTRATÉGIAS E METODOLOGIAS PARA O ENSINO PROVENIENTES DE ACHADOS NEUROCIÊNCIAS

Nessa subcategoria, agrupam-se unidades de sentido que se referem a resultados da neurociência e sua relação com estratégias e metodologias de ensino. O argumento é a neurociência como possibilidade de fundamentar as escolhas docentes de estratégias e metodologias de ensino para a prática pedagógica.

Os resultados de pesquisas nessa subcategoria apontam para a importância da **compreensão do cérebro** pelo docente, o papel do **reforço para comportamentos específicos**, a influência da **experiência física** e de **aproximar o conteúdo teórico à vivência do aluno**. Já em relação aos recursos que podem ser utilizados pelos professores, tem-se a **tomada de notas** e que a **experiência concreta é uma das melhores maneiras de estabelecer conexões neurais fortes e duradouras**. Também, estabelece-se que **o conhecimento prévio dá suporte ao novo**, bem como a relevância de **oferecer situações de aprendizagem fundamentadas em experiências ricas em estímulos**. Além disso, **grande parte das aprendizagens exige repetição de estímulo**, e **os educadores sentem que o conhecimento do cérebro é importante na tomada de decisões**.

No que diz respeito a estratégias e metodologias para o ensino provenientes da neurociência, revela-se a relação entre o conhecimento do cérebro e o ato de ensinar, como exposto na unidade de sentido **A04.6-1**, “à luz desses argumentos, entender como o aluno aprende permite ao professor, assim, buscar uma forma mais adequada de ‘didatizar’ os conhecimentos científicos”. A importância do conhecimento sobre o

sistema nervoso, particularmente o cérebro é reforçada na unidade **A04.7-1**, “do reconhecimento de que a compreensão do cérebro é crucial para o ato pedagógico”.

A relevância da compreensão pelo docente do funcionamento cerebral e do sistema nervoso é indiscutível, sendo importante para a aquisição de novas estratégias visando a facilitar a aprendizagem (FILIPIN, et al, 2015). Ademais, as descobertas neurocientíficas sustentam que “o entendimento de como acontecem os processos de ensino e aprendizagem torna-se um facilitador para os professores comporem atividades que explorem todo potencial dos escolares” (FILIPIN, et al, 2015, p. 88).

Entretanto, como destacado por Borges et al (2015), embora ainda existam indagações sem resposta pela neurociência, os educadores podem valer-se dos conhecimentos já produzidos, buscando estabelecer de que modo esses podem interferir em sua prática, pois como a aprendizagem ocorre no cérebro, isso relaciona-se a como esse funciona.

Silva e Berkenbrock-Rosito (2016) reforçam a ideia de que o docente necessita conhecer sobre o funcionamento cerebral para proporcionar melhores estímulos e conseqüentemente favorecer a aprendizagem de seus estudantes.

Assim como afirmam Borges et al (2015, p. 226), “se a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente com novas conexões, logo o ensino bem sucedido é aquele capaz de afetar as funções cerebrais provocando alterações na taxa de conexões sinápticas”.

Portanto, o conhecimento do cérebro é importante para os docentes, pois fundamenta sua prática com aspectos fisiológicos dos sujeitos, tendo, dessa forma, mais chance de ter sucesso em estratégias escolhidas para a aprendizagem. Além disso, conforme Silva e Berkenbrock-Rosito (2016), os estímulos apropriados, a definição do que será aprendido e os métodos são fundamentais de serem considerados nesse processo em prol da aprendizagem.

Outro aspecto proveniente de achados neurocientíficos refere-se à relação do professor com os comportamentos que objetiva alcançar de seus estudantes, como destacado em **D07.1-1**, “a professora deve apresentar reforço para comportamentos específicos que se quer ensinar, em detrimento de outros inadequados”.

Pozo (2002) afirma que piores aprendizagens ocorrem quando sempre determinado comportamento é seguido de castigo ou prêmio, pois se houver premiação sempre, o comportamento se extinguirá assim que o prêmio desaparecer, portanto recomendando que tal reforço seja intermitente.

Dessa forma, cabe ao professor avaliar as situações que ocorrem na sala de aula, referentes aos comportamentos dos estudantes, e de maneira intermitente reforçar os comportamentos que considera convenientes e reprimir de maneira adequada os inapropriados. Assim, os comportamentos desejados desenvolvidos no contexto escolar virarão hábitos que não dependerão da existência de um sistema de controle.

Segundo Pozo (2002, p. 177), “é mais rentável, portanto, que o aluno interiorize esse sistema de prêmios e castigos através da auto-estima e da avaliação que faz de seus próprios esforços de aprendizagem”.

Já no refere-se a situações práticas em sala de aula, percebe-se a importância da interação dos estudantes com o objeto de ensino. Isso é evidenciado nas unidades **A01.3-1**, “situações manipulativas, de algum modo, aproximaram os participantes dos acertos esperados para os conceitos matemáticos envolvidos” e **A13.2-1**, “a experiência física breve e significativa com o conteúdo científico aumenta o aprendizado ativando sistemas sensoriais do cérebro usados para executar ações semelhantes no passado”.

Em um estudo referente à área de matemática, Sarmiento (2010) afirma que o uso de materiais manipulativos oferece várias vantagens, dentre elas: a) propicia ambiente favorável à aprendizagem, devido ao aspecto lúdico e ao despertar da curiosidade; b) desenvolve a percepção através das interações realizadas; c) colabora para descobrir e redescobrir as relações matemáticas subjacentes; d) motiva, pois dá sentido ao ensino da matemática e, e) facilita que as relações percebidas sejam internalizadas.

Em relação à experimentação no contexto educativo, que poderia aproximar os estudantes de situações manipulativas, Ramos e Rosa (2008, p. 323) afirmam:

que a experimentação desperta um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização, não é novidade, afinal de contas, é admirável aprender Ciências vendo-a em ação. Desse modo, atividades experimentais bem planejadas e executadas, que não se destinem somente para demonstrar aos alunos leis e teorias, mas que se dediquem também a propiciar uma situação de investigação, constituem momentos extremamente ricos no processo de ensino-aprendizagem. Não tem mais sentido pensar em aprender Ciências através de aulas meramente descritivas, ligadas à memorização, sem relação com a prática diária do aluno.

Além disso, como destacado na unidade de sentido **A32.9** “a experiência concreta é uma das melhores maneiras de estabelecer conexões neurais fortes e duradouras através da aprendizagem experiencial por uma interação mais direta com o meio ambiente (PRIGGE, 2002)”.

Outro aspecto a ser considerado pelos docentes na formulação de suas aulas com o propósito de aprendizagem é o envolvimento dos estudantes. Os autores de **A42.4-1** expõem que “o ponto-chave em termos de instrução é que, para uma aprendizagem significativa e duradoura, os alunos devem se envolver pessoalmente e repetidamente na geração e no teste de suas próprias idéias auto-geradas”.

Nesse sentido, Pozo e Crespo (2009) afirmam que o ensino da ciência deve ser concebido como histórico e provisório, buscando a participação dos estudantes no processo de formulação do conhecimento científico, por meio de suas incertezas e dúvidas. O ensino deve abordar o aprendizado de modo construtivo, buscando significados e interpretação, contrapondo-se a redução da aprendizagem “a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos, prontos para o consumo” (POZO; CRESPO, 2009, p. 21).

Portanto, esse posicionamento de Pozo e Crespo (2009) tende a tornar a aprendizagem da ciência mais significativa e duradoura, como exposto na unidade de sentido **A42.4-1**, “pois os estudantes tem papel ativo no processo de construção do conhecimento científico”.

Suart e Marcondes (2009) apresentam ideias que vão ao encontro de Pozo e Crespo (2009) ao investigarem habilidades cognitivas de estudantes em uma atividade experimental de química:

portanto, se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema, e estiver direcionada para a sua resolução, poderá contribuir para o aluno raciocinar logicamente sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico (SUART; MARCONDES, 2009, p. 51).

A participação dos estudantes nas etapas do experimento contribui para que ao elaborar hipóteses, eles confrontem saberes e procurem soluções, o que enriquece a significação atribuída e vivenciada em tal atividade.

No que diz respeito à tomada de notas, outra estratégia presente nos resultados, conforme **A53.2-1**, é “o esforço cognitivo dedicado à tomada de notas é certamente mais confiável do que o esforço dedicado à cópia. Em outras palavras, tomar notas não

é uma transcrição gráfica simples da informação que é realizada na palestra ou na leitura.” Além disso, de acordo com a unidade **A53.2-2**:

de fato, além de operações de compreensão, ao tomar notas, os tomadores de notas também selecionam informações, reformulam os conteúdos (abreviaturas, estilo telegráfico, formatação lingüística das notas), operações que exigem um esforço superior ao exigido para um simples transcrição sequencial.

Já em comparação com outras tarefas, conforme **A53.3-1**, “não surpreendentemente, tomar notas da leitura exige menos esforço cognitivo do que uma palestra.” Ademais, na unidade **A53.4-1** afirma-se que:

tomar notas de um texto curto exige menos esforço do que de um documento longo. Além de ativar os processos de compreensão de texto, ao tomar notas de um documento grande, os tomadores de notas também devem gerar uma grande representação mental do texto (ou seja, um modelo mental mais complexo).

Em um artigo sobre ensinar e aprender química pelo uso da escrita e da reescrita orientada em aulas de Wenzel e Maldaneer (2014), os autores fundamentam o uso da estratégia da escrita por compreenderem que essa prática exige alto grau de organização cognitiva. Os autores argumentam que escrevendo os estudantes acabam por aprender a estrutura e organizar suas ideias e no processo de reescrita “ampliam, pela tomada de consciência, suas capacidades cognitivas e, em consequência, a sua compreensão química, num processo que potencializa o aprendizado” (WENZEL; MALDANER, 2014, p. 314 - 315).

Já Guerra (2015) alerta para algumas estratégias que os professores utilizam que parecem não ter objetivo exato, como por exemplo, a tarefa dos estudantes realizarem cópia. Conforme a autora, copiar não significa aprendizagem, apesar do desenvolvimento da habilidade motora, que também está envolvida na remodelação do sistema nervoso. Guerra (2015) afirma que o aprendizado exige que o estudante reconte a informação com suas palavras ou a reproduza de outra forma, como por exemplo, através de um gráfico, ou possa discutir o tema com os colegas.

Partindo do contexto da escrita para leitura, tem-se na unidade de sentido **A10.16** que “à medida que os alunos experimentam a leitura de diversos gêneros, eles vão conhecendo essas particularidades que, futuramente, auxiliarão na leitura de textos de forma mais rápida e proficiente”. Ademais, conforme **A10.15**:

aprender é associar algo novo ao já conhecido, o conhecimento prévio dá suporte ao novo, e no caso da leitura, à compreensão do novo. A aprendizagem exige compreensão e diálogo com o texto, de forma que o leitor preencha as lacunas textuais por meio da formulação de inferências e do emprego de estratégias metacognitivas na resolução de possíveis dificuldades.

Em relação às estratégias metacognitivas, conforme Carvalho (2007, p. 18 - 19):

ao identificarem que cada indivíduo usa estratégias favoritas para facilitar sua aprendizagem, poderiam encontrar nas suas próprias experiências de aprendizagem subsídios que permitiriam reconhecer a importância desse tipo de atividade e incorporá-la a sua prática, assegurando, de certa forma, a possibilidade de sintonizar com os diversos tipos de alunos, os quais terão suas capacidades cognitivas e afetivas mais intensamente exploradas.

Já em relação à leitura, Batista et al (2006) afirmam que a mesma depende do processamento individual, mas também envolve o contexto social e disposições atitudinais, como a atribuição de sentido e a decifração do código escrito. Portanto, os conhecimentos que o leitor possui o auxiliam tanto na efetivação da leitura quanto na atribuição de sentido do que está sendo lido. A interação do leitor com o texto, seu papel de preencher lacunas textuais com seu conhecimento, bem como seu contexto social, atribuem ao leitor um papel ativo na construção de significações e na resolução de dificuldades na leitura.

Assim, a leitura vai sendo subsidiada e facilitada pelos conhecimentos prévios do leitor. Essa afirmação é reforçada por Batista et al (2006, p. 40):

a leitura é uma prática social que envolve atitudes gestos e habilidades que incorporam ao leitor em suas três fases, antes, durante e após a leitura. Podemos afirmar ainda que, quando um leitor realiza uma leitura, o seu conhecimento prévio, ou seja, suas leituras anteriores servirão de suporte para as futuras leituras.

Dessa forma, torna-se importante que a leitura seja estimulada. Além disso, em sala de aula os professores podem utilizar estratégias de leitura para favorecer a interpretação dos textos.

Conforme Santos, Moraes e Magalhães (2017) algumas estratégias de leitura que os professores podem trabalhar são: a atenção dos estudantes para as ideias principais, por exemplo, realizando perguntas para monitorar sua compreensão; a associação do conhecimento prévio dos estudantes com os novos; indagar e utilizar

feedback para auxiliar os estudantes em estratégias e técnicas de estudo; preparar os estudantes para utilização de técnicas e estratégias de maneira mais eficaz; empregar tanto reforços positivos verbais quanto escritos para estudantes que apresentam baixa compreensão; confrontar os discentes por meio de questões sobre o que conhecem e o que julgam conhecer e diversificar os textos utilizados tanto para preparação quanto os disponibilizados em sala de aula.

Complementando a ideia dos conhecimentos prévios desenvolvida no contexto da leitura, têm-se duas unidades de sentido que mencionam a relação dos conhecimentos prévios com a aquisição de novas informações, sendo: **A16.1** em que “os resultados comportamentais mostram que informações recém-aprendidas relacionadas ao esquema foram melhor lembradas do que informações similares não relacionadas a um esquema” e a unidade **A16.3-1** em que os autores afirmam que “um esquema, representado como conhecimento conceitual prévio no cérebro, facilita a codificação de novas informações conceituais relacionadas a esse esquema em uma configuração universitária”.

Nessas unidades, o esquema mencionado refere-se aos conhecimentos prévios dos estudantes, que nesse estudo são universitários, evidenciando-se o papel desses conhecimentos tanto para memória, por meio de evocação de lembranças, bem como para codificação de novas informações.

Pozo (2002) ao tratar dos princípios fundamentais da aprendizagem cognitiva, tem em um dos pressupostos a importância de partir-se dos conhecimentos prévios dos estudantes com a intenção de mudá-los. Segundo o autor o professor deve assumir “que aprender é, antes de mais nada, mudar o que já se sabe. Todo aprendiz tem uma bagagem de conhecimentos prévios, com a qual é preciso estabelecer conexão para que o adquirido tenha sentido” (POZO, 2002, p. 269). Portanto, os conhecimentos prévios são de grande valia para o contexto educativo visando à aprendizagem dos estudantes, pois são o ponto de partida para novas construções.

Em relação aos estímulos que podem ser utilizados para o ensino, conforme a unidade de sentido **A04.2-1** “oferecer situações de aprendizagem fundamentadas em experiências ricas em estímulos e fomentar atividades intelectuais pode promover a ativação de novas sinapses”. Além disso, de acordo com a unidade **A48.3**:

se as crianças forem ensinadas novas informações usando uma variedade de seus sentidos, o aprendizado será mais forte (ou seja, o aprendizado será representado através de uma rede maior de neurônios que conectam um maior número de estruturas neurais diferentes e acessíveis através de um maior número de modalidades).

Essas duas unidades de sentido revelam que experiências ricas em estímulos e propostas que utilizem os vários sentidos favorecem a ativação sináptica e consequentemente refletem na aprendizagem.

Conforme Guerra (2015) em resposta a uma entrevista, ela exemplifica práticas educacionais baseadas no funcionamento cerebral, destacando que os órgãos dos sentidos são os responsáveis por captar as informações, sendo mais proveitoso para os estudantes quando o professor consegue ativar várias áreas cerebrais. A autora defende o uso das diversas vias sensoriais para ensinar e expõe que o professor tem o desafio de tornar o assunto a ser ensinado relevante, sugerindo que a contextualização com a vida do estudante pode facilitar que a memória de curta duração transforme-se em de longa duração.

Em relação à memória, particularmente ao que se refere ao vínculo entre as sinapses e a repetição de estímulos, tem-se conforme **A10.14-2**, que:

essas conexões ou sinapses são o meio pelo qual os neurônios interagem e trocam informação, quanto mais vezes a mesma rede de neurônios for ativada, mais ela ficará memorizada, consequentemente, mais fácil será o acesso a ela, ou seja, a evocação. Grande parte das aprendizagens exige repetição de estímulo, ou seja, treinamento, para que se consolidem e para que sejam evocadas quando necessário.

Rivotella (2013) afirma que a repetição é importante para o processo de consolidação sináptica e na ativação da passagem das memórias de curto para longo prazo. Além disso, o autor ressalta que na prática pedagógica não se trata da “perspectiva do aprender divertindo com estímulos para atrair a curiosidade e a motivação, mas assumir a importância da repetição nos processos de aprendizagem” (RIVOTELLA, 2013, p. 56).

No que diz respeito às concepções docentes e sua implementação na prática, na unidade de sentido **A18.2-3** tem-se que “professores podem valorizar todos os tipos de inteligências; saber como ensinar e desenvolve-las é um esforço completamente diferente e crítico”.

Além disso, conforme a unidade de sentido **A50.1**, “os educadores sentem que o conhecimento do cérebro é importante na tomada de decisões sobre como eles ensinam, mas não necessariamente o que eles ensinam”. Nessa unidade, percebe-se o vínculo que os docentes estabelecem dos conhecimentos neurocientíficos com a elaboração de estratégias e metodologias de ensino, mas não com o conteúdo a ser ensinado.

Em relação às metodologias escolhidas para sala de aula, valorizam-se situações manipulativas e a experiência física como forma de interação do estudante com o objeto de ensino. Tal interação propiciaria condições favoráveis para a aprendizagem, bem como motivaria e facilitaria a percepção de relações. Um exemplo prático seria a experimentação no ensino de ciências que favorece além da visualização de leis e teorias, que o estudante interaja, formule e reformule hipóteses, bem como sinta-se motivado por fazer parte do processo e envolver-se na construção do conhecimento.

Em síntese, nessa subcategoria, explicita-se o potencial da neurociência em contribuir para a escolha de estratégias e metodologias de ensino por subsidiar o conhecimento docente sobre o funcionamento do cérebro.

O conhecimento do funcionamento cerebral é imprescindível para a prática pedagógica, auxiliando a escolha de estímulos adequados pelo docente, de modo que o meio facilite as conexões sinápticas que culminarão na aprendizagem.

Além disso, os achados neurocientíficos apontam para a importância do reforço de comportamentos que o docente deseja que sejam mantidos pelos seus estudantes, ressaltando que se esse reforço for realizado de forma intermitente, esses hábitos não dependerão da existência de um sistema de controle.

Em relação às estratégias de ensino escolhidas pelo professor tem-se as que envolvem escrita, particularmente, a tomada de notas e as que se referem à leitura. Para tais atividades o nível de exigência cognitivo deve ser avaliado, de modo a proporcionar situações mais produtivas para os estudantes. Também, salienta-se a importância da leitura ser estimulada pelos docentes, disponibilizando diversos gêneros textuais, pois a leitura realizada pelos estudantes contribui para futuras leituras, possibilitando além de proficiência também a leitura mais dinâmica.

Outro aspecto a ser considerado pelos docentes são os conhecimentos prévios dos estudantes, pois esses estão relacionados a evocação de lembranças e a consolidação de novos conhecimentos na memória de longa duração. Também facilitam com que o

novo seja significado, permitindo a codificação de novas informações, colaborando com a aprendizagem.

Ademais, destaca-se nessa subcategoria a importância da repetição dos estímulos para consolidação da memória e de se disponibilizar experiências ricas nos mesmos, pois quanto mais regiões cerebrais forem ativadas, mais facilmente essas informações serão acessadas quando necessário.

E de que forma a categoria A Neurociência na Formação de Profissionais, com suas respectivas subcategorias dá suporte aos objetivos de pesquisa?

Essa categoria formada por três subcategorias: *Fatores Estruturantes do Processo de Aprendizagem e suas Implicações para a Prática Pedagógica; Aspectos Relativos ao Meio e aos Sujeitos e suas Relações com a Prática Pedagógica; e Estratégias e Metodologias para o Ensino Provenientes de Achados Neurocientíficos* coopera na identificação de aspectos relevantes das pesquisas para sala de aula, que podem vir a ser incorporados nas práticas docentes a fim de potencializar as aprendizagens dos estudantes.

Nesse sentido, os fatores estruturantes do processo de aprendizagem e os aspectos relativos ao meio e os intrínsecos dos estudantes podem auxiliar o professor na fundamentação de estratégias de ensino que utilizarão em sua prática pedagógica, indicando a escolha mais adequada para potencializar as aprendizagens discentes.

O conhecimento do funcionamento cerebral auxilia o docente a compreender e escolher os estímulos mais adequados para facilitar o processo de aprendizagem. Além disso, os achados neurocientíficos apontam para a importância do reforço de comportamentos que o docente deseja que sejam mantidos pelos seus estudantes, ressaltando que se esse reforço for realizado de forma intermitente, esses hábitos não dependerão da existência de um sistema de controle.

Em relação aos fatores estruturantes, a plasticidade caracteriza-se como o aparato fisio-morfológico que possibilita a consolidação de memórias e aprendizagens. Por meio da plasticidade o indivíduo é capaz de aprender coisas novas, em resposta aos estímulos do meio, situação em que a memória de trabalho disponibiliza os conhecimentos armazenados de forma que os novos conhecimentos possam ser agregados a esses e por vezes até mesmo ressignificá-los. Dessa forma, a plasticidade tem papel na aprendizagem, na formação de memórias e também no esquecimento.

De modo que a plasticidade possa ser utilizada em prol da aprendizagem, é importante que o ambiente de ensino, bem como a escolha dos estímulos que o

professor pretende utilizar em suas estratégias sejam planejados e organizados. O objetivo do professor é proporcionar um espaço de emoções positivas, de estímulos e desafios, de compartilhamento de experiências e saberes, de curiosidade sobre o que se pretende ensinar. Dessa forma, além do estudante sentir-se bem no ambiente, o que envolve a parte emocional do processo de aprendizagem, isso facilitará com que novas memórias sejam consolidadas, pois envolverão o aspecto emocional.

Em relação à emoção, ela está fortemente ligada à cognição e diretamente relacionada ao desempenho acadêmico. Como já mencionado, ambientes com emoções positivas favorecem a formação de memórias, dessa forma as emoções orientam o processo de aprendizagem.

Outro fator estruturante da aprendizagem é a atenção, que organiza os processos mentais do ser, selecionando os aspectos para destinar o foco atencional. Dessa forma, serão escolhidos pelos estudantes estímulos que consideram atrativos e relevantes para serem processados. Isso desafia o professor a propor atividades e tarefas que viabilizem a concentração dos estudantes, bem como sejam possíveis de serem realizadas, de modo que possam manter os estudantes motivados.

Em relação à motivação, é importante que o professor elogie adequadamente os estudantes e equilibre os fatores motivacionais intrínsecos e extrínsecos, compreendendo a avaliação, como algo além da nota, que é importante para o estudante seguir adiante.

No que compete à memória, essa está relacionada ao aprendizado, pois a aprendizagem utiliza-se de conhecimentos armazenados na memória, que, ao serem evocados, acabam culminando tanto em novas aprendizagens, como em novas memórias, o que ressalta a importância de estratégias de aprendizagem que mobilizem os saberes prévios dos estudantes.

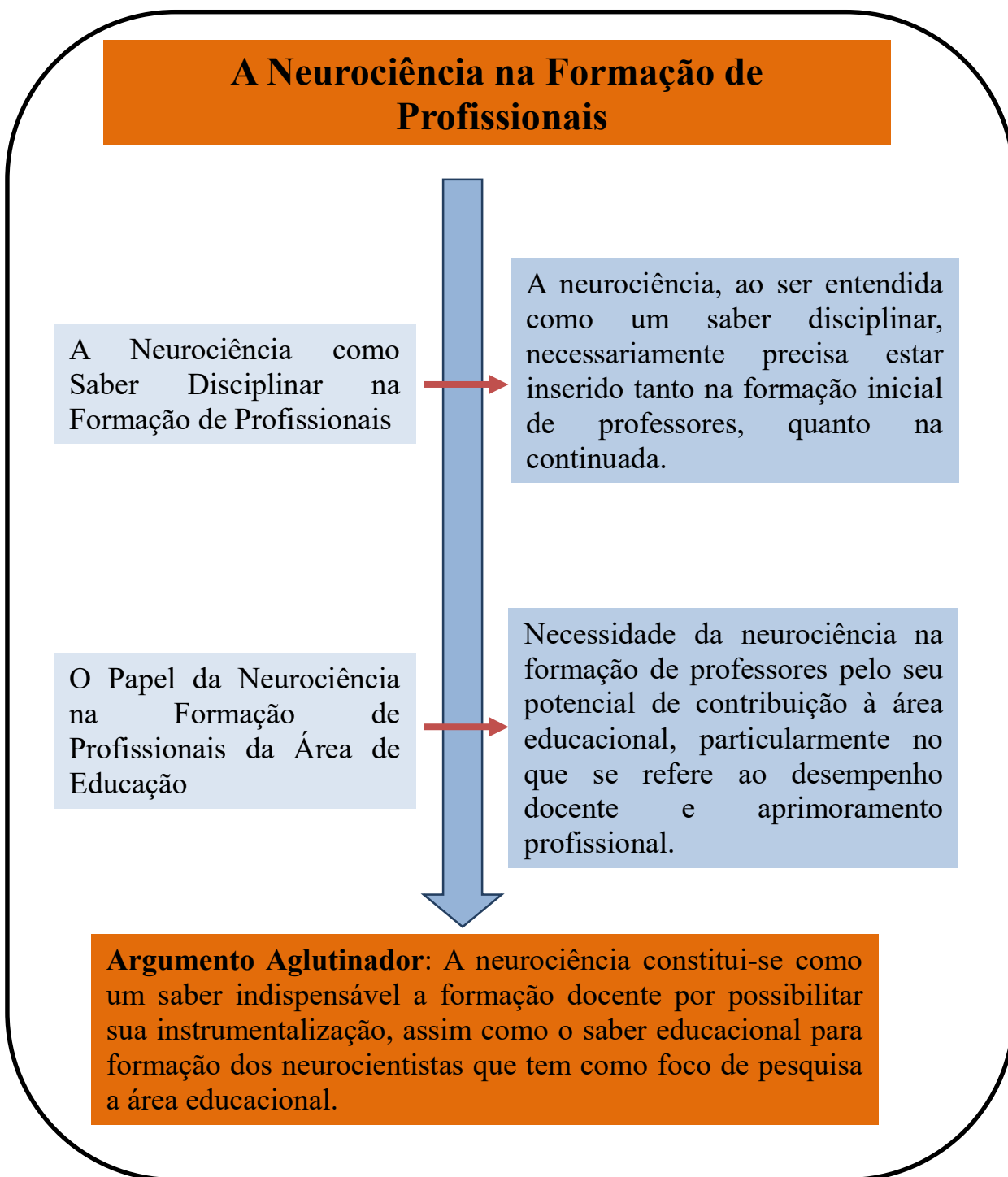
Alguns indicativos que podem auxiliar os professores na escolha de estratégias para prática em sala de aula, são as seguintes: repetição, pois parece facilitar o acesso a informações armazenadas; conhecimentos prévios, por relacionarem-se à evocação de lembranças e contribuírem com a memória de longa duração; experiências ricas, pois ativam mais regiões cerebrais, facilitando o acesso a essas informações quando necessário; avaliação do nível cognitivo das atividades e tarefas, de modo a proporcionar situações mais produtivas para os estudantes e, mobilização de aspectos relacionados à emoção e a atenção que podem influenciar o processo de consolidação de memórias.

Além disso, aspectos relativos aos estudantes, como condição nutricional, qualidade do sono podem impactar no processo de aprendizagem, pois também são necessárias condições fisiológicas adequadas para que a aprendizagem possa ser efetivada.

O importante a se destacar, é que os fatores estruturantes do processo de aprendizagem e aspectos relativos ao meio e aos estudantes podem colaborar para o sucesso da aprendizagem, entretanto, professor e estudante compartilham a responsabilidade para tal.

8 A NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

Figura 8 - Esquema síntese da categoria formação



Fonte: A autora (2018).

Neste capítulo, reúnem-se os resultados de estudos que envolvem aspectos relativos à formação, mais especificamente, à formação de profissionais da Educação.

Nessa categoria, a neurociência constitui-se como um saber indispensável à formação docente por possibilitar sua instrumentalização teórica, assim como o saber educacional para formação dos neurocientistas que tem como foco de pesquisa a área educacional.

Ela é composta por duas subcategorias que emergiram do processo de ATD, a saber: *A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais* e *O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação*.

8.1 A NEUROCIÊNCIA COMO SABER DISCIPLINAR NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

Nessa subcategoria, agrupa-se a perspectiva da neurociência como saber disciplinar, em que se concebe um saber **baseado nos conhecimentos neurocientíficos**. A ideia principal é que a neurociência, ao ser entendida como um saber disciplinar, necessariamente precisa estar inserida tanto na formação inicial de professores, quanto na continuada.

De acordo com os indicativos percebidos nessa subcategoria, as possibilidades sugeridas são: a inclusão desses conhecimentos como um novo saber ou a renovação de disciplinas já existentes. Para tanto, os resultados nessa subcategoria propõem a **necessidade de revisão das estruturas curriculares dos cursos de formação de professores**, abordando também a **necessidade de atualização curricular**, entendendo que a **compreensão do cérebro é crucial para o ato pedagógico** e que a neurociência e a educação possuem saberes que **se complementam, se enriquecem e se necessitam**.

No contexto de proporcionar os saberes necessários para a formação docente, inicialmente, no que compete ao aporte teórico que fundamenta a ação docente, no **artigo 04** estudado, o autor expõe que há necessidade de refletir sobre um novo saber disciplinar apoiado nos conhecimentos neurocientíficos, conforme unidade de sentido. **A04.7-2**: “surge a necessidade de refletir sobre um novo saber disciplinar baseado nos conhecimentos neurocientíficos, os quais poderiam ser vinculados às disciplinas direcionadas à aprendizagem humana”

Nessa mesma linha, na literatura geral, Oliveira (2011) afirma em sua dissertação que a neurociência é um saber necessário à formação docente, em seus diferentes estágios, defendendo que esse saber pode contribuir para embasar processos educacionais, de modo a atingir a educação desejada.

Desse modo, o saber docente constitui-se “como um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais” (TARDIF, 2003, p. 36). Particularmente, nessa subcategoria, destacam-se os saberes disciplinares.

O saber disciplinar (TARDIF, 2003) ou conhecimento do conteúdo específico (SHULMAN, 1986), diz respeito ao corpo de conhecimentos da área ou assunto que se pretende ensinar, que inclui o conhecimento de como se deu o desenvolvimento histórico daquela área, os possíveis desdobramentos e as teorias científicas que lhe dão suporte. Ou seja, compreende o conhecimento necessário em relação ao conteúdo específico de determinada área, que é ofertado pelas universidades no formato de disciplinas, de modo que o professor tenha o aporte teórico necessário para tornar possível o ensino e a aprendizagem.

A percepção da necessidade da inserção dos conhecimentos da neurociência, enquanto um saber disciplinar para a educação e a percepção dessa operacionalização na prática também pode ser observada em outros trabalhos consultados na literatura, apresentados a seguir.

Grossi, Lopes e Couto (2014), no contexto brasileiro, realizaram uma pesquisa com objeto de investigação de cursos de Pedagogia e Programas Especiais de Formação Pedagógica de Professores, com o intuito de verificar se os conhecimentos sobre neurociência estavam presentes nas propostas pedagógicas. Os autores constataram que oficialmente a neurociência não está presente na formação dos pedagogos, sendo que dos 352 cursos investigados, apenas 6,25% possuíam disciplinas de neurociência e correlatas e nenhum dos cursos do Programa de Formação Pedagógica para Docentes oferecia disciplinas com a neurociência. Portanto, percebe-se que a neurociência nesses cursos ainda não é realidade e os conhecimentos produzidos na área ainda não são discutidos e acessíveis em disciplinas específicas para os referidos cursos de formação docente.

Já em 2016, em um estudo com foco na Educação a Distância para investigar se as ações pedagógicas nos ambientes virtuais contemplavam os princípios da neurociência, Grossi e Borja (2016) retomam os resultados do estudo supramencionado (GROSSI, LOPES e COUTO, 2014) e reforçam a ideia de inclusão de disciplinas de neurociência no currículo, defendendo que os educadores sejam capacitados para atender às diferenças cognitivas dos alunos. Nesse sentido, Vieira (2012) já havia

afirmado que a necessidade de incluir Neurociência nas faculdades relacionadas à Educação é uma necessidade que demora a ser atendida.

A partir da carência especificada, mudanças curriculares para inclusão do enfoque neurocientífico requerem atenção e adequação às demandas profissionais dos professores, além da imprescindibilidade de levar em consideração a legislação e as diretrizes curriculares pertinentes.

O pesquisador do **A04** destaca que há necessidade de revisão das estruturas curriculares dos cursos de formação de professores, propondo como alternativa a inserção ou reestruturação de disciplinas, com intuito de possibilitar a interlocução entre ensino, aprendizagem e neurociência. Nesse mesmo sentido, no artigo **A09**, os autores corroboram em asseverar a “inequívoca necessidade de atualização curricular das universidades e dos profissionais da educação em relação aos avanços científicos, de modo que isso seja refletido na educação escolar básica”.

Percebe-se, portanto, que ambos os trabalhos tratam da questão de mudança curricular, entretanto, o estudo **A09** já vislumbra o impacto da mudança no ensino superior para a educação básica, refletindo tanto na formação dos docentes, como em sua futura atuação profissional.

Em relação às leis vigentes que dizem respeito às questões curriculares e demais aspectos formativos, a Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior e para a formação continuada. Em seu Capítulo III, que se refere ao egresso, um artigo particularmente destaca-se, sendo realizado o recorte do inciso pertinente:

Art. 7º O(A) egresso(a) da formação inicial e continuada deverá possuir um repertório de informações e habilidades composto pela pluralidade de conhecimentos teóricos e práticos, resultado do projeto pedagógico e do percurso formativo vivenciado cuja consolidação virá do seu exercício profissional, fundamentado em princípios de interdisciplinaridade, contextualização, democratização, pertinência e relevância social, ética e sensibilidade afetiva e estética, de modo a lhe permitir:
II - a pesquisa, a análise e a aplicação dos resultados de investigações de interesse da área educacional e específica;

Portanto, o art. 7º prevê um repertório de informações que o egresso deve possuir, em sentido de pluralidade, atribuindo importância ao projeto pedagógico e ao percurso formativo para tal, de modo que o inciso II possa ser contemplado. Esse inciso refere-se ao papel da pesquisa e dos resultados de pesquisas, a fim de que o egresso possa: pesquisar, analisar e aplicar resultados convenientes ao contexto educativo.

Evidencia-se, nesse artigo e respectivo inciso, a importância da formação, tanto inicial quanto continuada, para que o egresso tenha possibilidade de, em sua prática docente, envolver-se com investigações ou resultados de estudos, tornando viável utilizá-los em contexto educativo.

Entretanto, como constatado pelo autor do **A09**, citando Tabacow (2006, p.36), “as atuais diretrizes curriculares da formação de professores no Brasil não levam em consideração estudos relacionados ao funcionamento do cérebro”. Portanto, tais diretrizes não possibilitam o aporte teórico necessário para que o egresso possa fazer uso de resultados de estudos e tampouco permite que o profissional possa avaliar os mesmos.

A Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, que norteia as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação, no Capítulo IV, Da Formação do Magistério da Educação Básica em Nível Superior, art. 12, que trata dos núcleos integrantes dos cursos de formação inicial, inciso I, alínea e, propõe o:

conhecimento multidimensional e interdisciplinar sobre o ser humano e práticas educativas, incluindo conhecimento de processos de desenvolvimento de crianças, adolescentes, jovens e adultos, nas dimensões física, cognitiva, afetiva, estética, cultural, lúdica, artística, ética e biopsicossocial;

É ressaltada, nessa alínea, a importância do conhecimento de processos de desenvolvimento, destacando-se a cognição, que dentre as dimensões citadas, pode englobar aspectos relativos ao funcionamento cerebral. Sob essa ótica, a Resolução, de certa forma, está adequada às necessidades formativas, no que compete a aspectos em que a neurociência pode vir a contribuir.

Em relação à neurociência enquanto saber disciplinar e sua relação com a educação, conforme **A04.7-3**: “a articulação entre neurociências e educação pode ocorrer por meio da renovação de um componente já existente ou pelo acréscimo de um novo componente curricular nos cursos de formação de professores”.

O que se constata é que ainda existe divergência entre os pesquisadores quanto à maneira adequada para que esses conhecimentos possam integrar o currículo, o que poderá ser observado em alguns relatos de pesquisas consultadas na literatura.

Conforme Grossi, Lopes e Couto (2014), há muito a ser discutido em relação à proposição de novas disciplinas nas matrizes curriculares dos cursos de Pedagogia e Programas Especiais de Formação Pedagógica de Professores, pois mesmo no caso de

instituições com autonomia e certa liberdade para a organização da matriz curricular, devem ser respeitadas as regras estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação, como, por exemplo, as disciplinas obrigatórias e a carga horária mínima, o que deve promover, portanto, ampla análise e discussão.

Particularmente, em relação à inclusão de conteúdos neurocientíficos no currículo, Portes (2015) discute a importância das Neurociências na formação do professor de inglês. O autor afirma que os cursos de licenciatura em inglês, no Brasil, necessitam em sua grade curricular de conhecimentos básicos das Neurociências, que colaborariam para fundamentar e combater os neuromitos.

Tabacow (2006), em sua dissertação, com objetivo de investigar a necessidade de incluir na área da Educação estudos de Neurociência Cognitiva, entrevistou professores envolvidos na área, também considerando a projeção de suas publicações. Para essas entrevistas, foram selecionados seis respondentes: Ivan Antônio Izquierdo, Beatriz Vargas Dornelles, Luiz Roberto Giorgetti de Britto, Carla Dalmaz, Maria Cândida Soares Del-Masso e Jayme Antunes Maciel Jr.

Nas entrevistas, os participantes foram questionados sobre a necessidade de incluir itens da Neurociência Cognitiva no currículo, argumentando, se positivo: de que forma e, se negativo: o porquê. As respostas obtidas foram: Maciel: sugere a inclusão de uma disciplina e posteriormente grupos de interação multidisciplinar; Izquierdo: propõe que poderia ser uma disciplina, mas que talvez fosse inviável pela falta de contingente que domine o assunto, ou poderia ser acrescentado em outra disciplina; Dornelles: presume que os estudos poderiam ser incluídos em várias disciplinas; Britto: propõe incorporar em disciplina já existente; Dalmaz: atribui às comissões de carreira dos cursos de formação de professores e pedagogos a responsabilidade de disponibilizar o conteúdo neurocientífico por meio de disciplina, seminários específicos ou de outra maneira; e Del-Masso: se não houver possibilidade de incorporar Neurociência Cognitiva, o conteúdo correspondente deve estar em outras disciplinas ou ser oferecido por meio de cursos.

Tabacow (2006), por meio das respostas, concluiu que todos os entrevistados estão de acordo com a inclusão da Neurociência Cognitiva em cursos de capacitação de professores e pedagogos e, particularizando a formação inicial de professores, o autor afirma que esse profissional “se mostra reticente em defendê-la, ao menos em curto prazo” (TABACOW, 2006, p.225).

Entretanto, o que pode ser percebido, a partir das entrevistas, é que ainda não há consenso se a Neurociência Cognitiva deve ser fazer presente em uma disciplina específica, se fará parte de alguma disciplina existente ou se será oferecida como formação complementar. O que esses depoimentos evidenciam é a percepção da necessidade de agregar os saberes advindos da neurociência ao saberes educacionais, com objetivo de colaborar com a formação de profissionais, o que também está de acordo com os demais estudos já mencionados (GROSSI; BORJA, 2016; VIEIRA, 2012; OLIVEIRA, 2011) e também com a afirmação do autor, do artigo **A04**, “a compreensão do cérebro é crucial para o ato pedagógico”.

Garcia (1999) afirma que as disciplinas integrantes dos cursos de formação de professores proporcionam:

não apenas conhecimentos específicos, mas também códigos e uma linguagem que lhe permite explicar e compreender a realidade, ao mesmo tempo que algumas estruturas próprias do pensamento e do desenvolvimento cognitivo (GARCIA, 1999, p.21).

Portanto, as disciplinas que compõem o currículo colaboram tanto com a formação profissional quanto pessoal dos indivíduos, possibilitando com que por meio da articulação desses saberes na prática educativa, os indivíduos possam interferir na realidade.

Além disso, com a proposição de inserção desses conhecimentos neurocientíficos na formação docente, o estudo **A04** trata da visão das contribuições recíprocas entre neurociência e educação, o que pode ser observado na unidade de sentido **A04.8-1**:

Trata-se de propor um saber disciplinar que embasa e se aprimora num saber profissional, pois ao descobrir o que a neurociência cognitiva pode oferecer à educação e vice-versa, na perspectiva de que esses saberes se complementam, se enriquecem e se necessitam.

Por meio dessa unidade percebe-se o posicionamento do pesquisador quanto à importância recíproca da interlocução das áreas neurociência e educação, no sentido de enriquecimento e contribuições mútuas.

Em síntese, nessa subcategoria, explicita-se que ao atribuir aos conhecimentos resultantes de pesquisas com enfoque neurocientífico a denominação de saber disciplinar, consolida-se a importância de tal para a formação de profissionais.

Isso justifica a imprescindibilidade de adequação curricular, para que esse conhecimento seja viabilizado no formato de disciplina, indiferentemente se em disciplina específica ou integrante de alguma já existente. O fator determinante é a importância do acesso a essas informações pelo estudante que está se constituindo enquanto profissional.

Tendo em vista o valor do saber neurocientífico na formação profissional, como alternativa para os indivíduos já formados, esse conhecimento pode ser disponibilizado na modalidade de cursos de curta duração, como formação complementar. Já os cursos de formação continuada sobre essa temática tornam-se vitais, pois a área tem avanços constantes e a possibilidade de discussão gerada em tais cursos colaboraria para que os profissionais expusessem suas dúvidas, compartilhassem experiências, construíssem saberes e se informassem sobre o que está sendo descoberto e o que já foi superado.

Deve-se ter clareza que a neurociência não é considerada um saber prescritivo, impositivo e unidirecional que chega à escola, por meio da atuação docente, mas sim, um saber que pode contribuir e agregar à prática docente, assim como a educação pode ajudar no desenvolvimento de pesquisas com enfoque neurocientífico.

8.2 O PAPEL DA NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS DA ÁREA DE EDUCAÇÃO

Nessa subcategoria, compilam-se os resultados de estudos que tratam da relação entre a neurociência e a formação de professores. O argumento aglutinador dessa subcategoria é a necessidade da neurociência na formação de professores pelo seu potencial de contribuição à área educacional, particularmente no que se refere ao desempenho docente e aprimoramento profissional.

Conforme os resultados das pesquisas que compõem o corpus de análise, a maneira de conceber as neurociências implica **em maneiras de serem pensados currículos voltados à formação de professores**, sendo que existe a premissa de **complementaridade entre neurociência e teorias tradicionais da aprendizagem**, o que poderia ser **útil para a prática profissional da docência**. Outro aspecto relevante nessa subcategoria é o potencial dos conteúdos neurocientíficos colaborarem para um **melhor desempenho docente**, pois um **professor bem informado, geralmente,**

tomará melhores decisões, sendo benéfica a introdução dessa formação para o **aprimoramento do desenvolvimento profissional em educadores**.

As descobertas e avanços na área da neurociência não se aplicam de modo instantâneo à escola, há necessidade de adequação desse conhecimento produzido para o contexto educacional, bem como o estabelecimento de limitações, sendo que:

As neurociências podem informar a educação, mas não explicá-la ou fornecer prescrições, receitas que garantam resultados. Teorias psicológicas baseadas nos mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem podem inspirar objetivos e estratégias educacionais. O trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente se ele conhece o funcionamento cerebral, o que lhe possibilita desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais adequadas (GUERRA, 2011, p. 4).

Ou seja, a neurociência oferece o aporte para que o professor compreenda os mecanismos cerebrais que estão envolvidos no processo de aprendizagem, de modo a poder avaliar e planejar sua prática visando a adaptá-la às formas mais adequadas para a efetivação da aprendizagem discente.

Ao se propor a aproximação da neurociência com a educação, conforme a unidade **A09.2-1**, “as diferentes formas como as neurociências são concebidas, implicam em maneiras de serem pensadas em currículos pensados para a formação de professores”, isso implica em defini-la no currículo como disciplina específica ou integrante de disciplina já existente.

No que se refere a mudanças curriculares, Dias e André (2016) afirmam que qualquer reforma curricular referente à formação de professores precisa considerar conhecimentos, habilidades, competências e as destrezas necessárias ao docente para o exercício profissional. As autoras afirmam em consenso que, na prática diária, os docentes produzem saberes decorrentes de experiências de vida e das relações com os colegas de trabalho.

Além disso, o estudo **A09** permite inferir que as duas concepções supracitadas, como disciplina específica ou integrante de disciplina já existente, têm um ponto em comum, que é a relação dos dados neurocientíficos ao campo fisiológico. Também é possível supor que a preocupação em definir neurociências presente em alguns estudos talvez esteja relacionada a pouca ou a recente familiarização desse campo com as ciências da educação.

No que se refere à relação do campo neurocientífico com a educação, na perspectiva de Lent (2010, p. 6), “os educadores e pedagogos estão interessados em

saber como o sistema nervoso exerce a capacidade de selecionar e armazenar informações, atributo importante dos processos de aprendizagem”. Portanto, não se nota o interesse específico na fisiologia do funcionamento do sistema nervoso, mas sim no enfoque que relaciona o papel desse sistema como suporte que torna a aprendizagem possível por permitir que os conhecimentos sejam armazenados.

Logo, a compreensão dos aspectos neurocientíficos pelo docente e a conexão desses saberes à formação e à prática profissional possibilita ao educador entender como o funcionamento do sistema nervoso, relativo aos aspectos cognitivos, pode contribuir para entender e viabilizar o processo de aprendizagem, pois:

o trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente quando ele conhece o funcionamento cerebral. Conhecer a organização e as funções do cérebro, os processos receptivos, os mecanismos da linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas contribui para o cotidiano do educador na escola. (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 143).

Entretanto, o autor do estudo **A09.11**, questiona: “ao associar neurociências, cognição e educação, outras indagações se fazem necessárias – é pertinente considerar a possibilidade de antecipar discussões desta natureza na formação de professores?”. Com esse questionamento, o autor acaba por suscitar outras questões para reflexão: se essas discussões não forem integradas na formação de professores, como esses conhecimentos serão acessados pelos mesmos? Qual seria a maneira ou o contexto mais adequado para os professores entrarem em contato com esses conhecimentos? Como a neurociência e a educação podem se aproximar?

De acordo com Rato e Caldas (2010), embora não haja novidade na ideia de investigações neurocientíficas influenciarem a área educacional, tanto na teoria quanto na prática, os dois campos voltam a cruzar caminhos. Embora de acordo com Carvalho, Kato e Daroz (2015) os avanços neurocientíficos sejam pouco difundidos, e escassamente aplicados pelos envolvidos com educação, sujeitos de diferentes áreas já têm tentado há tempo compreender a maneira como ocorre a aprendizagem, de modo a produzir estratégias para tornar melhor e mais significativa a aquisição de conhecimentos pelos estudantes.

Mesmo que ainda de forma não tão explícita, a neurociência aproxima-se da educação, no momento em que os conhecimentos sobre o sistema nervoso central são interligados a aspectos relativos à aprendizagem, de modo a tentar melhorar o ensino e,

consequentemente, a aprendizagem, pois as estratégias escolhidas pelos professores serão adequadas ao sistema cognitivo dos estudantes.

Já, no que se refere ao trabalho dos neurocientistas e sua relação com a educação, na visão de Metring (2011), os neurocientistas:

não estão preocupados em formular receitas, seja para a área educacional, organizacional, médica ou qualquer outra. Estão sim preocupados em descobrir, dia após dia, coisas maravilhosas sobre a organização neuronal do ser humano e as disponibilizar para quem queira utilizar seus achados, mas o trabalho de articulação (no nosso caso, os processos de ensino e aprendizagem) precisam ocorrer a partir das necessidades dessas áreas e por profissionais dessas áreas (METRING, 2011, p. 13)

Dessa forma, os educadores precisam de formação adequada para que possam avaliar as descobertas dos neurocientistas para o contexto de sala de aula, bem como, a partir das demandas do campo educacional, possam buscar alternativas advindas da neurociência com o intuito de melhorar a ação docente.

Em relação ao aspecto docente, no contexto de formação de professores, conforme a unidade **A09.20**:

No caso específico de discussões neurocientíficas na formação inicial de professores, Tabacow (2006) se mostra reticente em defendê-la, ao menos em curto prazo. Afirma que a neurociência é uma área de conhecimento que está em seu nascedouro o que a leva a fazer mais perguntas do que fornecer respostas, comportando cautela no que tange a crença de que possa resolver todos os problemas educacionais.

Nessa unidade de sentido, percebe-se que o autor escolhido no estudo **A09** concorda com a inserção da neurociência pelo menos em um intervalo de tempo na formação inicial de professores. Entretanto, ao destacar perspectivas de contribuições da neurociência para resolver os problemas da área educacional, enfatiza a cautela necessária para expectativas muito elevadas. Além disso, evidenciam-se as incertezas da aproximação entre os campos, as dúvidas relativas a aspectos de aproximação das áreas e também as incertezas do modo e até que ponto a neurociência poderia contribuir com a educação.

Ainda no contexto de formação inicial, Guerra (2011) afirma que a incorporação de fundamentos neurobiológicos, relativos ao processo de ensino-aprendizagem, possibilitará “nova e diferente perspectiva da educação e de suas estratégias pedagógicas, influenciando também a compreensão dos aspectos sociais,

psicológicos, culturais e antropológicos tradicionalmente estudados pelos pedagogos.” (GUERRA, 2011, p. 05).

Já a unidade de sentido **A02.1-2** dá um exemplo prático da aproximação entre a neurociência e a educação na formação inicial: “assim, por meio de exemplos que integrem neurociência básica com situações cotidianas ao educador físico, é possível demonstrar para o aluno que esses conhecimentos são base e substrato de muitas das atividades a serem desempenhadas profissionalmente”.

Cabe, portanto, destacar a importância da formação inicial docente para a atuação profissional, tanto no que se refere ao aporte em termos de conteúdos específicos da área, quanto em conteúdos didático-pedagógicos. Isso colaborará para o bom desempenho em sala de aula, pois essa base é primordial para o processo de ensino e aprendizagem e, conseqüentemente, para o sucesso escolar dos estudantes.

De acordo com Galvão (2017, p. 63):

É evidente reconhecer que nenhum curso de licenciatura ou pedagogia por mais espetacular que seja possibilite ao futuro educador uma formação integral que contemple as amplas necessidades do cotidiano escolar, pois isso só é possível a partir da vivência específica de cada professor com seu contexto exclusivo e dinâmico de sala de aula. Porém é fundamental estreitar as relações entre o universo de formação docente com as práticas reais do ofício e oportunizar ao professor profissional competências mais assertivas.

Essa afirmação do autor acaba por apoiar o que foi exposto na unidade **A02.1-2**, no que se refere à ligação de exemplos da neurociência aplicados a situações cotidianas, de modo a fundamentar as atividades que serão desempenhadas profissionalmente, estreitando relações entre os campos. Ademais, conforme Galvão (2017), os cursos de formação de profissionais da educação não conseguirão responder e preparar os docentes para todas as necessidades advindas do cotidiano escolar. Entretanto, a formação docente poderá fornecer a base para que os professores possam interpretar e atuar em contextos e situações de sala de aula, avaliando a forma mais adequada para tal.

Além disso, conforme **A04.8-2**, “podemos entrelaçar teorias científicas com a prática docente e, conseqüentemente, fundamentar o saber pragmático dos professores”, sendo que, de acordo com **A04.9-1**, “nesse caso, a interlocução entre neurociências e educação influenciaria a futura ação pedagógica dos acadêmicos”.

Nesse contexto, pesquisas indicam que a neurociência está ausente ou pouco presente na formação de docentes, sendo de incumbência docente a responsabilidade

por buscar conhecimentos desta área a fim de incrementar seu trabalho (SIMÕES; NOGARO; ECCO, 2015).

Em relação à incorporação de fundamentos neurocientíficos em currículos e especificamente em programas de formação de professores, tem-se duas unidades de sentido que tratam desse assunto, a saber: **A28.5-1** e **A24.2-3**.

Na unidade **A28.5-1**, “acreditamos que os programas de formação de professores precisam integrar cursos sobre neurociência cognitiva em seus currículos ou integrar métodos cognitivos de neurociência e achados em seus cursos atuais”. Sob essa perspectiva, os autores expõem sua convicção da necessidade de integração desses saberes nos cursos de formação, seja por meio da incorporação de cursos nos currículos ou pela integração desses nos já existentes.

Já na segunda unidade **A24.2-3**, o autor propõe que a incorporação de fundamentos neurocientíficos “pode ser realizada através da integração de cursos sobre neurociência cognitiva em estudos educacionais e currículos de formação de professores e integração de métodos e descobertas de neurociência cognitiva em seus cursos atuais”. O autor compartilha da mesma idéia do estudo **A28**, deixando mais clara a proposição de como isso poderia ser realizado. Em suma, a primeira unidade evidencia a necessidade e, a segunda, a maneira de operacionalização disso na prática.

Também, em relação à integração de conceitos e métodos neurocientíficos na formação, de modo a facilitar a comunicação entre educadores e cientistas, a pesquisa **A43.7-2**, **assevera que:**

Isso não só requer a integração de conceitos e métodos de neurociência cognitiva na formação de professores, mas também requer o treinamento de neurocientistas cognitivos na compreensão do processo e prática educacional com todas as restrições do mundo real.

Por meio dessa unidade, percebe-se a necessidade de formação de ambos profissionais para que possam dialogar e entender do que e sobre o que estão falando, sem ambiguidades. A familiarização docente com os métodos e conceitos utilizados pelos neurocientistas, e também dos neurocientistas com as respectivas particularidades envolvidas na prática educativa, facilitaria a comunicação e entendimento entre as áreas, ampliaria as visões e interpretações de ambos profissionais.

A unidade de sentido **A28.8** também reforça a ideia da unidade acima: “em outras palavras, os professores precisam se tornar "alfabetizados em neurociência" e, ao

mesmo tempo, os neurocientistas cognitivos precisam se tornar "alfabetizados em educação" para que vínculos fortes sejam forjados entre os campos”.

Quanto ao que compete à formação docente, Guerra (2011) afirma que os docentes têm buscado a capacitação em neurociência, por meio de congressos, cursos e pós-graduações, com o intuito de que essa formação contribua para a resolução de problemas enfrentados na escola. Conforme a autora, a neurociência poderia fundamentar a prática pedagógica que já é realizada, confirmando que estratégias pedagógicas que consideram o funcionamento cerebral, tendem a ser mais eficazes.

No que concerne à capacitação em neurociência, Brockington (2011) afirma que ainda não se pode afirmar quais seriam os problemas e linhas em que a neurociência poderia contribuir expressivamente com a educação, mas defende que:

possivelmente, as áreas nas quais é necessário um conhecimento mais aprofundado sobre os processos presentes na cognição humana, podem se valer do arcabouço teórico-metodológico advindos da nova ciência da mente. Talvez assim, seja possível fornecer respostas bastante diferentes daquelas tradicionalmente geradas pelas pesquisas em Educação, estabelecendo o diálogo desejado entre as duas áreas (BROCKINGTON, 2011, p. 22).

Nesse sentido, as instituições de formação de professores, vislumbrando a necessidade de aproximar os achados da neurociência da educação, precisam avaliar e discutir as estruturas dos cursos de licenciatura, de modo a proporcionar que os futuros profissionais possam otimizar sua atuação pedagógica (CARVALHO, 2011).

Já no que se refere à formação de neurocientistas, na unidade de sentido **A28.4**, conforme os pesquisadores:

é crucial para o treinamento em aspectos da neurociência cognitiva se tornar uma parte fundamental da formação de professores, enquanto ao mesmo tempo os estudantes de pós-graduação em neurociência cognitiva devem ser expostos a questões educacionais.

Observa-se que essa unidade aproxima o neurocientista dos saberes educacionais em nível de pós graduação, enquanto a preocupação no que se refere à aproximação da área educacional da íneurociência parece estar sendo proposta desde a formação inicial.

Brockington (2011) afirma que mesmo que educadores e neurocientistas pertençam a campos deiferentes, o ponto de contato entre eles se dá pela busca por entender como se constrói do conhecimento. O que acaba por exigir, conforme a unidade de sentido **A43.7-2**:

não só requer a integração de conceitos e métodos de neurociência cognitiva na formação de professores, mas também requer o treinamento de neurocientistas cognitivos na compreensão do processo e prática educacional com todas as restrições do mundo real.

Como destaca Gerra (2011, p. 4), “a falta de conhecimento dos neurocientistas sobre o processo ensino-aprendizagem na sala de aula e sobre metodologia e teoria educacionais básicas é mais um fator a ser contornado”.

Além disso, como admite Gonchoroski (2014) os neurocientistas não tem hábito de consultar a literatura referente à pesquisa educacional, o que também ocorre por parte dos educadores em relação à produção gerada por neurocientistas. O que talvez possa estar atrelado ao que afirma Amaral (2016) sobre as diferenças metodológicas entre as áreas, o que acaba causando dificuldade de compreensão tanto dos referenciais teóricos empregados, quanto dos métodos de investigação e dos critérios utilizados em ambas para validação de pesquisas.

Embora haja dificuldade de aproximação entre neurociência e educação, Oliveira (2014) expõe que o aumento do interesse da área educacional pelo conhecimento cerebral demonstra que tanto cientistas quanto educadores têm convicção sobre o potencial da neurociência em contribuir com a educação, especialmente em aspectos relativos ao desenvolvimento e aprendizagem, sendo que as diversas tentativas de aproximação parecem suscitar uma perspectiva de diálogo multidisciplinar.

Porém, conforme a unidade de sentido **A43.1-2**: “é surpreendente que a formação de professores geralmente não inclui cursos sobre alfabetização científica e cérebro e educação.”

O conhecimento sobre o funcionamento cerebral permite ao professor uma melhor avaliação sobre a maneira como está mediando o ensino, a partir da compreensão de como os estudantes aprendem, de modo a tentar auxiliar no processo de aprendizagem considerando essas características.

O estudo **A20.10** destaca a ideia de quatro entrevistados sobre o que esperam de um professor em relação à neurociência. Segundo eles:

os professores devem aprender sobre a neurociência simplesmente porque estão no negócio de moldar cérebros. Assim como esperamos que os médicos estudem química, apesar de virtualmente nunca usar o conhecimento da síntese orgânica em seus trabalhos, os entrevistados sentiram que os educadores deveriam saber algo sobre a ciência do aprendizado e do desenvolvimento do cérebro.

Nessa unidade, destaca-se o papel do professor em conhecer sobre o desenvolvimento do cérebro e a ciência do aprendizado, afinal, como os entrevistados afirmam, o trabalho docente é o de moldar esse órgão. Além disso, conhecendo as particularidades envolvidas no processo de aprendizagem, os docentes terão mais subsídios para adequar suas práticas visando a um ensino que seja mais eficaz para os estudantes.

Já em relação à importância e o papel do cérebro para aprendizagem e o conhecimento sobre esse, Maia (2011, p. 35) expõe que “se o cérebro determina a maneira e a qualidade da capacidade de aprendizagem de uma criança, ter o conhecimento de como esta aprendizagem pode ser otimizada por meio de estratégias neuroeducativas é desajável” (MAIA, 2011, p. 35).

Não obstante, Cosenza e Guerra (2011) alertam que compreender o funcionamento cerebral não é suficiente, por exemplo, para que um médico exerça bem a medicina. Isso vai ao encontro das ideias de Bartoszeck (2006), nas quais, para que o ensino seja bem-sucedido, deve-se promover alterações nas taxas de conexões sinápticas e conseqüentemente na função cerebral. Além disso, conforme o autor, o ensino também depende do currículo, da capacidade docente, do método de ensino utilizado e dos contextos envolvidos, sala de aula, família e comunidade. Portanto, o conhecimento sobre o cérebro é mais um aliado à prática docente, que, em conjunto com as demais escolhas feitas para o ensino, poderá auxiliar na aprendizagem discente. Conforme Oliveira,

a neurociência se constitui como a ciência de cérebro e a educação como a ciência do ensino e da aprendizagem e ambas têm uma relação de proximidade porque o cérebro tem uma significância no processo de aprendizagem da pessoa. Verdadeiro, seria também afirmar o inverso: que a aprendizagem interessa diretamente o cérebro (OLIVEIRA, 2011, p. 22).

Dekker et al (2012) afirmam que a falta de compreensão geral do cérebro, portanto de alfabetização científica, faz com que as pessoas não reflitam criticamente sobre suas leituras, por exemplo, quando professores buscam informações nos meios de comunicação populares, deixando-os vulneráveis aos neuromitos. Também, a simplicidade dos artigos da mídia, pode, erroneamente, dar a entender que a neurociência é facilmente aplicável na sala de aula. Por essas razões, a alfabetização em neurociência, entendida como uma compreensão geral do cérebro, pode proteger os

indivíduos de ideias errôneas que unem neurociência e a educação (DEKKER, et al, 2012).

Com relação à proposição de que os docentes se aproximem da neurociência em sua formação numa perspectiva multidisciplinar, Vieira (2012) apresenta a visão de Ciasca (1994), conforme **A09.17**:

Não se trata de tornar professores especialistas em áreas da saúde, mas sim, de torná-los especialistas em educação, na concepção de Ciasca (1994), qual seja, que tenham capacidade de refletir sobre os processos de ensino e aprendizagem em seus contextos variados e que podem incluir contribuições das neurociências, dentre outras.

Conforme essa unidade de sentido, percebe-se a importância da formação docente para atuar em seu contexto de trabalho e poder mediar de forma adequada as adversidades decorrentes dos processos de ensino e aprendizagem, por meio da adequação a uma perspectiva multidisciplinar de contribuições para compreensão, nesse caso específico, de distúrbios de aprendizagem.

De acordo com Cosenza e Guerra (2011), ao compreender como o sistema nervoso funciona, os profissionais da educação podem intervir mais efetivamente nos processos de ensino e aprendizagem, fundamentando e melhorando suas práticas, tendo o entendimento de que essa compreensão precisa de avaliação crítica antes de ser utilizada no cotidiano escolar.

Para tal, é fundamental que em sua formação os docentes sejam capacitados para articular teoria e prática, embasados tanto nos conteúdos específicos e pedagógicos de suas áreas formativas, como também na compreensão de como os indivíduos aprendem, a partir dos fundamentos do funcionamento do sistema nervoso. Dessa forma, os docentes terão autonomia pedagógica para avaliar quais os saberes e de que forma os mesmos serão trabalhados em sala de aula. O que precisa estar claro é que, como afirma Galvão (2017, p. 62), “a formação do professor precisa irrefutavelmente estar alinhada à prática docente”.

Nesse sentido, Nogaro (2012) atribui aos educadores a responsabilidade de transposição didática desses saberes, por meio de uma visão mais ampla e profunda da mente humana, proporcionada pela neurociência..

Desse modo, conforme Cosenza e Guerra (2011), a aproximação do educador ao saber neurocientífico pode tornar a prática docente mais significativa e eficiente, pois:

Conhecer a organização e as funções do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos de linguagem, de atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas, contribui para o cotidiano do educador na escola (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 143).

Noronha (2008) defende a necessidade da formação de educadores baseada na neurociência para qualidade na educação. Partilham dessa ideia, Cosenza e Guerra (2011) ao afirmarem que os conhecimentos das neurociências podem contribuir para que haja um avanço educacional, com propósito de melhorar a qualidade e proporcionar resultados mais efetivos para os indivíduos e sociedade.

Ao se cogitar a junção dos conhecimentos advindos da neurociência com as teorias de aprendizagem utilizadas pelos professores, conforme o estudo **A09.15** “a questão lançada é a de complementaridade entre neurociência e teorias tradicionais da aprendizagem, ainda assim, deve se reconhecer que esta relação entre saberes está distante das maneiras de se praticar a formação de professores, especialmente em nosso país (ANDRADE e PRADO, 2003)”

Nessa unidade de sentido, evidencia-se o déficit em disponibilizar os saberes neurocientíficos na formação de professores, o que acaba por dificultar a aproximação da área educacional. A ideia de que a complementariedade das áreas, mesmo que no campo educacional, tenha consolidado teorias tradicionais de ensino possibilita compreender de maneira mais ampla como ocorre a aprendizagem e, portanto, como o ensino pode ser mediado de maneira mais eficaz.

No que concerne à relevância de saberes neurocientíficos na formação de professores, Cosenza e Guerra (2011) sinalizam que os avanços neurocientíficos podem disponibilizar aos educadores uma ótica mais científica dos processos cognitivos concernentes à aprendizagem, bem como suscitar práticas e modos de intervenções pedagógicas mais adequados ao ensino e à aprendizagem, por levarem em consideração o funcionamento cerebral. Tendo em vista a relevância da neurociência para os docentes, Oliveira (2015) defende que o professor deve adquirir saberes que possibilitem sua instrumentalização para ensinar, motivar e avaliar os alunos de maneira mais adequada ao funcionamento cerebral.

Conforme o autor, a neurociência tem capacidade de disponibilizar à Educação um entendimento sobre as bases neurobiológicas do aprendizado. Nesse sentido, Oliveira (2011, p.22) afirma que “elaborar ações educativas com base no conhecimento

da neurociência é dispor de ferramentas capazes de analisar o percurso da aprendizagem para que se alcance o potencial individual de desenvolvimento e aprendizagem”.

Entretanto, ainda existem obstáculos a serem superados para que a neurociência faça parte do contexto de formação universitária, como por exemplo, o destacado na unidade de sentido **A19.5**: “Um desafio final para a introdução do conteúdo de neurociências na formação inicial de professores é que os educadores de nível universitário precisam estar convencidos de que fazê-lo resultará na preparação de melhores professores para sala de aula.”

Percebe-se então, que os formadores precisam, além de informações sobre as possibilidades da neurociência para a educação, que essas levem a reflexões e ponderações a respeito de suas práticas e contribuições para formação de profissionais, de modo que sejam convencidos a avaliarem seu fazer pedagógico e suas crenças, pois conforme Scriptori (2004, p. 65):

Todo sistema pedagógico traz implícito uma teoria e uma prática educativa que se apoiam nas crenças dos professores sobre o funcionamento cognitivo de quem aprende. Esse princípio aplica-se a todos os níveis de docência, do infantil ao universitário. Entretanto, quem ensina geralmente o faz com base em uma teoria, o que chamamos de “teoria em ação”, porém, raramente tem consciência de sua(s) teoria(s) implícita(s). Dito de outro modo, os professores costumam desconhecer as bases teóricas de suas ações pedagógicas. Será necessário um certo esforço reflexivo para que essas teorias e crenças implícitas se traduzam ao nível de sua consciência.

Como relatam Soares e Bejarano (2008), quando dado conhecimento é valorizado, tem aceitação por determinada comunidade e fornece argumentos convincentes, mesmo não modificando determinadas crenças, ele pode importunar o indivíduo em suas certezas. Entretanto levando em consideração que as crenças acabam por dar segurança e “sentido às ações e às coisas” (SOARES; BEJARANO, 2008, p. 61) torna-se pertinente que os professores ao se defrontarem com um novo conhecimento, sejam flexíveis e reflexivos, para que esse saber possa ao menos em parte colaborar com o exercício da profissão docente.

Nesse sentido, as crenças docentes também desempenham papel fundamental na prática do educador, pois além de fornecerem segurança durante o exercício docente, elas acabam por balizar as opiniões e decisões que esse toma, baseado em suas experiências e no que acredita. Isso está de acordo com o que é exposto por Tardif e Lessard (2012), que afirmam que os professores, ao trabalharem com os objetivos e programas escolares, acabam por não segui-los mecanicamente, mas moldam-nos de

acordo com as necessidades dos estudantes, suas experiências, o entendimento da matéria, preferências e valores dentre outros.

Entretanto, como ressaltam Dias e André (2016, p. 204) muitas vezes mesmo com mudanças curriculares, incluindo ou excluindo disciplinas, as práticas de formação acabam por permanecer as mesmas, pois “continuamos a ter a mesma prática repetitiva que tínhamos há anos. Mudamos muito pouco. E a consequência disso é que os nossos estudantes irão, provavelmente, reproduzir os modelos que estão a receber”.

Ademais, em relação a outros aspectos que perfazem a formação docente, conforme a pesquisa **T04.14.1** “cabe às instituições formadoras de professores propiciarem uma formação baseada na intenção de promover a reflexão sobre seus próprios processos de aprendizagem, favorecendo sua capacidade de decisão e autonomia.”

Como exposto por Tardif (2003), é preciso considerar os professores sujeitos do conhecimento, tendo esses o direito de manifestarem-se sobre suas próprias formações, independentemente de onde ocorreram. O autor ainda afirma que causa estranhamento que os professores sejam responsáveis por formar pessoas, reconhecendo-se competentes para tal, entretanto parecem não ter reconhecida a competência para determinar e controlar juntamente com outros atores educacionais sua própria formação.

Nesse contexto, destaca-se a importância da metacognição no processo formativo docente, como relatado na unidade de sentido **T04.7-1**:

presume-se que as habilidades metacognitivas devem ser estimuladas desde o início da formação docente, para que durante o curso práticas sucessivas se tornem um potencial de aprimoramento, proporcionando que as alunas se tornem aprendizes estratégicos e se constituam em professores estratégicos.

De acordo com Ribeiro (2003), a metacognição no sentido reflexivo sobre a aprendizagem permite a autoapreciação e o auto-controle dos processos cognitivos, em que o sujeito desempenha papel ativo no sentido de construir seu próprio conhecimento. Portanto, a metacognição contribui tanto no sentido formativo do profissional, quanto possibilita o uso dessa mesma estratégia na prática docente pela valorização da construção particular dos conhecimentos pelos indivíduos.

Além disso, há potencial dos conteúdos neurocientíficos colaborarem com a prática profissional, como afirma **A04.9-2** “os conteúdos neurocientíficos podem vir a

colaborar substancialmente no melhor desempenho docente”. Ademais, como sustenta o autor de **A31.2-1**, “como é evidente, um professor bem informado geralmente tomará melhores decisões.”

Cabe destacar, conforme Turcatto e Stein (2014), que articular neurociência e educação objetiva incorporar informações científicas e auxiliar práticas, sendo um saber importante e útil para o exercício docente.

Como sugere Galvão (2017, p. 66) a apropriação por parte dos professores dos princípios neurocientíficos pode suprir lacunas do processo formativo, particularmente em aspectos da dimensão biológica, “onde se assentam as raízes e os reflexos de comportamentos e características do educando”.

Em síntese, nessa subcategoria, mostra-se que ao considerar o papel da neurociência na formação de professores, afirma-se que o conhecimento das bases neurobiológicas do aprendizado é fundamental para formação docente.

A neurociência integrada à formação de profissionais da área da educação, possibilita que, ao compreender os mecanismos cerebrais envolvidos no processo de aprendizagem, o professor possa estabelecer estratégias mais propícias para o ensino.

A inclusão desse saber no currículo e sua aplicabilidade na prática profissional, depende também das crenças docentes dos formadores, dos sujeitos em formação e dos egressos, que precisam estar convencidos de que esse saber pode ser somado aos demais saberes para a qualificação e desenvolvimento profissional.

Além disso, a inclusão da neurociência na formação não está restrita à compreensão fisiológica do sistema nervoso, mas sim à compreensão de que esse sistema possibilita que as informações sejam percebidas, processadas, significadas, ressignificadas e armazenadas, consolidando-se o processo de aprendizagem.

Portanto, como a finalidade principal da atividade docente é a aprendizagem dos estudantes, os conhecimentos neurocientíficos possibilitam que os docentes possam compreender o componente neurobiológico do processo de aprendizagem e dessa forma com os demais conhecimentos possam escolher melhor as metodologias empregadas, bem como aliar as teorias educacionais da aprendizagem ao que indicam os resultados dos estudos neurocientíficos e, desta forma, aprimorar sua prática profissional e colaborar para aprendizagem discente.

E de que forma a categoria A Neurociência na Formação de Profissionais, com suas respectivas subcategorias, dá suporte aos objetivos de pesquisa?

Essa categoria composta por duas subcategorias: *A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais* e *O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação* coopera especificamente com alguns aspectos para compreender como as pesquisas que relacionam neurociência e educação podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem dos estudantes na sala de aula.

Nesse sentido, destaca-se a necessidade da compreensão da neurociência como um saber disciplinar fundamental na formação docente, de modo que esse possa embasar suas escolhas para os processos educacionais.

A formação docente que assegure o contato do futuro profissional com o conhecimento que está sendo produzido pela área da neurociência, possibilita que os indivíduos em formação possam discutir essas pesquisas e confrontar esses resultados com a base teórica didático educacional, teorias tradicionais de ensino, durante a formação. Dessa forma, no sentido de complementariedade das áreas e de alargamento da visão sobre os processos de ensino e aprendizagem, esses profissionais compreendendo o aspecto neurobiológico da aprendizagem e as particularidades individuais dos estudantes também em nível biológico, têm maior potencial de escolher práticas educativas mais apropriadas.

Nesse sentido, essa capacitação proporcionada aos profissionais da educação, por meio do que está sendo produzido de conhecimento na área neuricentífica colabora para o ensino ao fornecer subsídios para compreender o indivíduo biológico inserido em seu contexto social, cultural e afetivo, portanto, o contemplando de maneira mais integral.

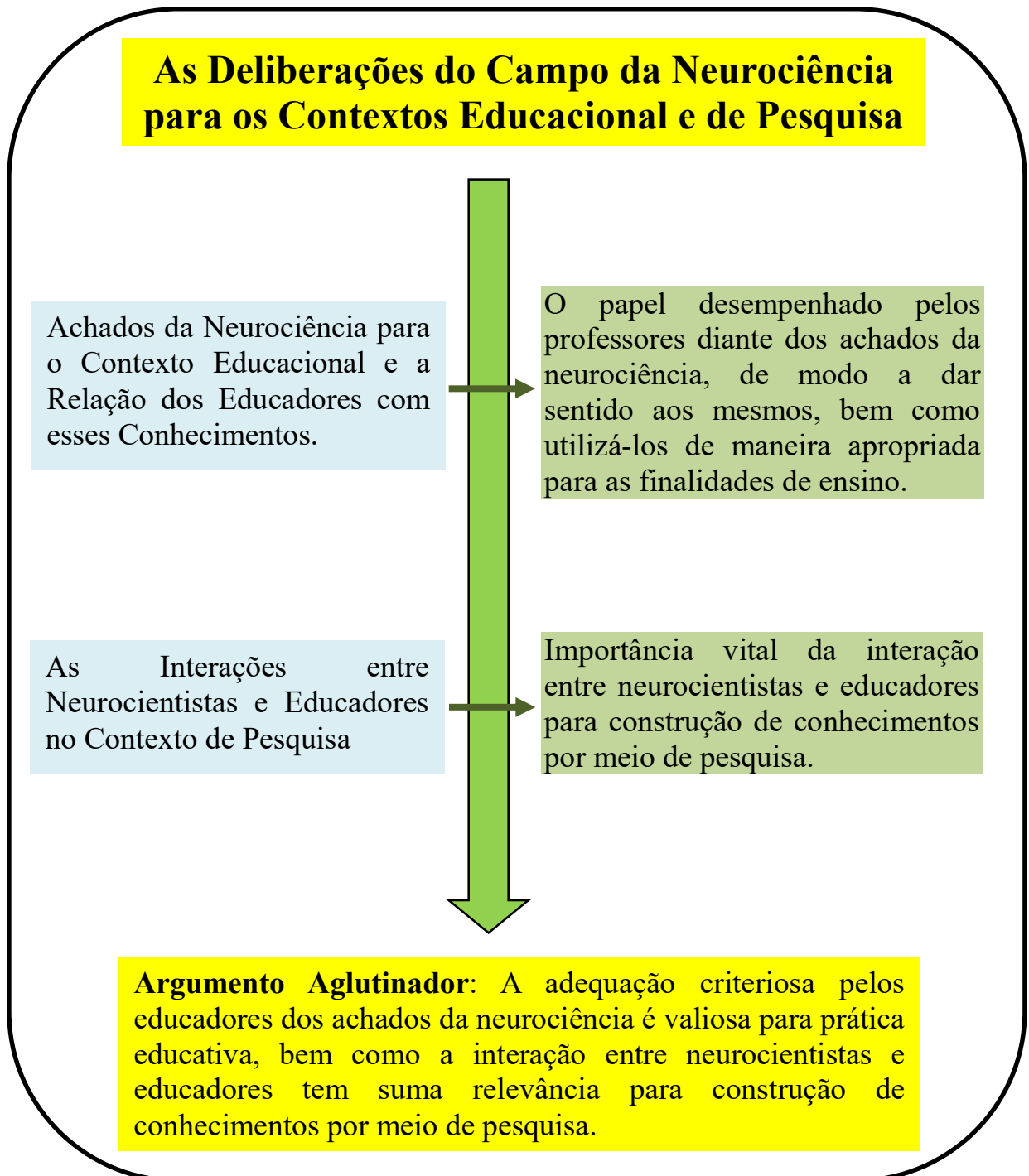
Em relação à aprendizagem, com os arcabouços teóricos da neurociência e da educação, o professor terá mais condições de perceber e tentar compreender as individualidades das respostas dos indivíduos à determinadas atividades e de certa forma ir mediando e procurando as mais adequadas para as finalidades de aprendizagem, também considerando como os cérebros dos estudantes funcionam.

Além disso, as pesquisas podem agregar para aspectos educacionais no sentido de que expõem a necessidade formativa tanto dos professores quanto dos neurocientistas que pretendem investigar e trabalhar com aspectos neurocientíficos em outro contexto educativo.

As pesquisas acabam evidenciando as diferenças metodológicas, as concepções de pesquisa e até mesmo as diferenças na forma de coletar e analisar os dados provenientes dos estudos. Isso também reflete em como os resultados das pesquisas serão interpretados, em quais conhecimentos serão acessíveis e poderão ser utilizados. Portanto, de forma a facilitar a compreensão do conhecimento produzido e também a concepção e identificação de futuras pesquisas relevantes tanto para a área educacional quanto neurocientífica, a formação adequada dos professores e neurocientistas é fundamental.

9 AS DELIBERAÇÕES DO CAMPO DA NEUROCIÊNCIA PARA OS CONTEXTOS EDUCACIONAL E DE PESQUISA

Figura 9 - Esquema síntese da categoria deliberações.



Fonte: A autora (2018).

A categoria *As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa* congrega resultados de pesquisas que abrangem aspectos

relacionados à aprendizagem, às expectativas da área educacional, à necessidade da adequação de saberes advindos da pesquisa e à importância da interação entre neurocientistas e educadores.

Nessa categoria, a adequação criteriosa pelos educadores dos achados da neurociência é valiosa para prática educativa, bem como a interação entre neurocientistas e educadores tem suma relevância para construção de conhecimentos por meio de pesquisa.

Essa categoria é composta por duas subcategorias, a saber: *Achados da Neurociência para o Contexto Educacional e a Relação dos Educadores com esses Conhecimentos*, e *As Interações entre Neurocientistas e Educadores no Contexto de Pesquisa*.

9.1 ACHADOS DA NEUROCIÊNCIA PARA O CONTEXTO EDUCACIONAL E A RELAÇÃO DOS EDUCADORES COM ESSES CONHECIMENTOS

Nessa subcategoria, agrupam-se unidades de sentido que tratam de achados da neurociência e como os professores se relacionam com tais conhecimentos.

O argumento aglutinador dessa subcategoria é o papel desempenhado pelos professores diante dos achados da neurociência, de modo a dar sentido aos mesmos, bem como utilizá-los de maneira apropriada para as finalidades de ensino.

Os resultados de pesquisas nessa subcategoria apontam para aspectos como os **papéis do sono e da nutrição** na aprendizagem, **expectativas** e aplicação das descobertas neurocientíficas no contexto educacional, a necessidade de testar os **achados básicos da neurociência**, a **idéia de soluções rápidas para as necessidades educacionais** e de terem-se **informações-chave acessíveis aos educadores**. Além disso, ressalta o **valor prático da neurociência para os educadores, como a educação e a neurociência podem se informar, e o papel dos professores em avaliar, dar sentido ao que está sendo descoberto e reduzir o uso indevido da neurociência na sala de aula**.

Em relação aos achados da neurociência para o contexto educacional, pesquisas apontam para o impacto da nutrição e sono para o desempenho escolar. Isso pode ser evidenciado em duas unidades de sentido:

A08.1-2 “Certas descobertas da neurociência sugerem modificações práticas de potencial impacto, algumas postuladas há décadas por pedagogos e líderes políticos. Toda manhã, jovens mal alimentados se dirigem às escolas. Não surpreendentemente, tais estudantes frequentemente apresentam déficits de aprendizado”

A43.4 “Os resultados da pesquisa de neurociência cognitiva também podem informar a compreensão dos papéis do sono e da nutrição no desenvolvimento e aprendizagem do cérebro e, portanto, podem ajudar os educadores a decidir se e como integrar essas variáveis em seus currículos”

O sono possibilita condições químicas propícias à neuroplasticidade, propiciando a consolidação de memórias (GUERRA, 2011). Durante o sono, as sinapses no cérebro se reorganizam, aquelas em desuso são eliminadas e as importantes para dados comportamentos cotidianos são fortalecidas (GUERRA, 2011).

Ainda, a aprendizagem exige que os aprendizes estejam “despertos e atentos para absorver a experiência sensorial, perceptual e significativa, mas necessitamos do sono para que essas experiências sejam memorizadas e, portanto, apreendidas” (GUERRA, 2011, p.8).

No contexto educativo, conforme Andraus (2012), o sono é um fator que tem relação com a atenção, papel na aprendizagem e comportamento dos estudantes. Uma boa noite de sono possibilita ao estudante maior disposição, bem como o deixa apto, em termos fisiológicos, para prestar atenção.

Nesse sentido, Andraus (2012) investigou o que educadores sabem a respeito do sono, como o relacionam ao ensino-aprendizagem e como aplicam tais saberes na prática docente. Os resultados demonstraram que embora os professores possuam conhecimento sobre o sono, ainda limitam-se ao senso comum e não valorizam e aplicam esses conhecimentos na escola. A autora afirma que é necessário para tal, que os professores tenham formação específica, o que poderá beneficiar seus alunos ao refletirem e mudarem a rotina de maus hábitos (ANDRAUS, 2012).

Conforme Ribeiro, Mota e Copelli (2016), geralmente, famílias de baixa renda não proporcionam aos seus integrantes qualidade e quantidade de sono, exercícios físicos e nutrição compatíveis com uma vida saudável. Esses três fatores impactam a cognição, a qualidade de vida e a realização acadêmica, tornando necessário, para melhoria da educação, que as escolas compensem esses déficits a que os jovens de baixo nível econômico estão expostos (RIBEIRO; MOTA; COPELLI, 2016).

Como afirma Guerra (2011), uma dieta balanceada permite o funcionamento adequado das células nervosas, a formação de sinapses e mielina, que é responsável por conduzir as informações na rede neural.

Nesse sentido, Ribeiro, Mota e Copelli (2016, p. 44) afirmam que:

Pesquisas em sala de aula precisam elucidar como usar melhor o sono pré-aula e pós-aula para fortalecer o aprendizado. Em particular, é fundamental parametrizar os efeitos cognitivos da duração do cochilo e da sua composição de estados fisiológicos. Também será necessário realizar mais pesquisas empíricas em sala de aula para quantificar o impacto cognitivo da ingestão calórica, da composição da refeição, o papel dos micronutrientes e da hidratação, bem como os efeitos do tamanho da porção, frequência alimentar e o papel reforçador dos alimentos.

Percebe-se, complementarmente por meio das pesquisas de Andraus (2012), Ribeiro, Mota e Copelli (2016), bem como pelas afirmações de Guerra (2011) e pela unidade de sentido **A43.4**, que sono, nutrição e exercício físico desempenham papéis importantes no quesito cognitivo. Entretanto, tais fatores, embora indiquem possuir relação com a cognição, ainda necessitam de pesquisas que considerem o ambiente escolar, bem como aprofundamento formativo docente, para que tais resultados possam aproximar-se e ser implementados nos currículos em sala de aula.

Especificamente em relação à utilização de descobertas neurocientíficas em sala de aula, há grandes expectativas, apesar de ressalvas, como destacado na unidade **A40.1-1**: “embora muitas vezes haja grandes expectativas para a aplicação direta de dados neurocientíficos à pedagogia, acreditamos que muito poucas descobertas da neurociência são diretamente aplicáveis em um amplo contexto educacional”. Nessa unidade, nota-se o aspecto da limitação da utilização direta de resultados de pesquisas para a prática docente, que, muitas vezes, por refletir contextos de investigação diferentes dos encontrados em sala de aula, exigem adequação e demandam tentativas de aproximação das áreas.

De acordo com Guerra (2011), a educação e a neurotransmissão não são investigadas e explicadas da mesma maneira. A educação, além de ser regulada por leis físicas, envolve aspectos humanos que englobam a sala de aula, a dinâmica de ensino e aprendizagem, a escola, a família, a comunidade e as políticas públicas relacionadas.

Essas diferenças entre as áreas, que envolvem metodologias de pesquisa, particularidades de análise, concepções e olhares diferentes, demonstra certa divergência das áreas, ao mesmo tempo em que abre possibilidades à

complementariedade. A própria concepção investigativa das áreas difere: enquanto a educação tem um olhar voltado para aspectos mais humanos, por ser uma ciência humana, a neurociência tem uma concepção exata, o que potencializa a importância de aproximar as essas compreensões.

Oliveira (2011) defende a importância de compreender os atuais conhecimentos neurocientíficos nas diversas áreas, dentre as quais também a educação, ressaltando que esse é um paradigma novo. Conforme o autor (OLIVEIRA, 2011, p. 17), esses:

são conhecimentos incipientes, que, aos poucos, vão-se delineando, sendo dependentes da tecnociência. Estes conhecimentos são produzidos como uma avalanche, mas que dependem de pesquisas que validem sua importância, consistência, relevância e aplicabilidade na educação.

Dessa forma, Oliveira acaba por reforçar a ideia exposta na unidade **A41.1-1**, de que “poucas descobertas da neurociência são diretamente aplicáveis em um amplo contexto educacional”. De acordo com o autor, os conhecimentos produzidos ainda são incipientes, demandando pesquisas que os validem no contexto educativo.

Entretanto, assim como qualquer informação ou conhecimento que se tem interesse em utilizar, há necessidade de rigor na escolha da fonte dos dados que fornecerá os resultados de pesquisas, bem como de avaliação da sua adequabilidade ao contexto educativo. Esse cuidado em relação ao emprego de resultados de investigações é exposto na unidade **A40.1-2**, onde encontra-se a premissa de que “os achados básicos de neurociência precisam ser testados - rigorosamente e cientificamente - na sala de aula antes que qualquer "aplicação educacional" ou "tradução" possa se tornar clara”.

Isso vai ao encontro das ideias de Guerra (2011) ao defender ser indispensável a investigação dos achados neurocientíficos antes que sejam estabelecidas aplicações educacionais. Além disso, as correntes que apoiam a conexão da neurociência e educação defendem que “quando os dados das neurociências são interpolados e não extrapolados é mais provável que deduzam implicações úteis à educação” (SASHANK, SCHWARTZ; McCANDLISS (2006) apud SILVA; MORINO 2012, p. 32).

Portanto, além da imprescindibilidade de verificar os achados da neurociência, principalmente os laboratoriais antes de aplicá-los no contexto educativo, também há necessidade de se compreender que os resultados de investigações não podem ser generalizados sem considerar as particularidades dos achados, os contextos em que se pretende utilizá-los, bem como as peculiaridades dos sujeitos envolvidos.

Outro aspecto destacado pelos investigadores do artigo 40 é a questão do cuidado em vincular os resultados de pesquisas à ideia de soluções rápidas para as necessidades educacionais. Isso pode ser evidenciado na unidade de sentido **A40.2-2** na passagem: “deve haver esforços dentro do campo de Mente, Cérebro e Educação para evitar oferecer as descobertas da neurociência para a educação como outra solução rápida (mais uma solução rápida)”.

Assim como afirmam Rato e Castro-Caldas (2010, p. 626):

De uma forma simplificada podemos caracterizar a neurociência como a ciência do cérebro e a educação como a ciência do ensino e da aprendizagem. Considerando a significância do cérebro no processo de aprendizagem do indivíduo, assim como o inverso, parece-nos desde logo óbvia a relação directa entre as Neurociências e a Educação. Porém, e sobretudo no âmbito científico, nem tudo é simples de definir e, muito menos, óbvio de relacionar.

Isto é, a relação entre neurociência e educação parece óbvia, mas as particularidades de cada área dificultam essa aproximação mais directa e simples. As descobertas da neurociência, algumas vezes, parecem soluções rápidas para problemas educacionais, por exemplo, falta de atenção e motivação. Entretanto, considerar como dada pesquisa chegou a tal resultado, compreender que investigar tal resultado em contexto educativo também faz parte da construção e produção de conhecimento, viabiliza tais aproximações de maneira mais coerente e cautelosa.

Ademais, a necessidade e a expectativa dos educadores por contribuições advindas da neurociência, exigem que esses conhecimentos além de disponíveis, possibilitem acesso de fácil compreensão aos que desejam utilizá-los. Uma solução para isso é sugerida na unidade de sentido **A38.4-3** com a afirmação de que “além das publicações revisadas por pares encontradas em revistas de neurociência, os neurocientistas devem considerar produzir um relatório em uma forma mais simples contendo todas as informações-chave acessíveis aos educadores”.

Esse relatório produzido por neurocientistas poderia contribuir com a acessibilidade dessas informações por parte dos educadores. Entretanto, a própria linguagem técnica utilizada pelos pesquisadores da área, talvez pudesse dificultar o acesso de tais informações pelos professores. O mais apropriado seria o trabalho em parceria entre neurocientistas e educadores em prol da produção de relatórios para divulgação, acesso e facilitação da utilização de tais informações pelos docentes.

Esses relatórios poderiam resolver o problema de falta de material que trate de aspectos neurocientíficos para educadores, como destacado pela unidade de sentido: **A26.5**:

Em geral, existem poucos materiais educacionais de neurociência disponíveis para educadores e os currículos disponíveis tendem a enfatizar neuroanatomia e mecanismos neurais básicos, muitas vezes sem conectar conceitos de neurociência a fenômenos do mundo real.

Contudo, no que se refere à aproximação da área educacional de outros campos, com intuito de angariar contribuições, como destacado em **A40.6**, “a neurociência deve ser considerada como apenas uma fonte de evidência que pode contribuir para práticas baseadas em evidências na educação”.

Mesmo sendo considerada como apenas um dos campos que pode contribuir com a área educacional, há grande interesse e expectativas para tais contribuições, principalmente por tratar de investigações relativas ao cérebro, que é o órgão do sistema nervoso diretamente relacionado ao processo da aprendizagem. Isso está de acordo com Oliveira (2011, p. 24), que afirma que o interesse pelo “conhecimento do cérebro reflete a convicção de cientistas e educadores da possibilidade de que a neurociência possa contribuir com a educação, principalmente nos aspectos do desenvolvimento e da aprendizagem”.

Nesse sentido, conforme enfatizado em **A43.5**, “nós afirmamos que os insights da neurociência cognitiva confirmarão, desafiarão e ampliarão as teorias existentes que os professores em treinamento têm sobre aprendizagem e desenvolvimento”.

Essa unidade de sentido evidencia tanto o potencial de contribuição da neurociência para a área educacional, em sua interface com as teorias educacionais existentes, como também demonstra certo posicionamento dos pesquisadores ao tratarem da temática, vinculando seu papel à formação inicial de professores.

Consoante a isso, afirmam os autores de **A28.3-1**: “acreditamos que, em vez de perguntar o que a neurociência pode fazer pela educação, deve-se perguntar como a educação e a neurociência podem se informar”.

Nessa unidade de sentido, nota-se a via bidirecional entre os campos neurociência e educação, embora na literatura muito se encontre sobre as contribuições da neurociência para a educação e pouco sejam mencionadas explicitamente as contribuições da educação para a neurociência. O foco das produções costuma tratar das contribuições da neurociência para compreensão de aspectos biológicos dos indivíduos,

particularmente, os que se referem ao funcionamento cerebral, relacionados, em sua maioria, à plasticidade e à memória e, nesse ponto, conectados à aprendizagem. Também são mencionadas contribuições da neurociência para instrumentalização docente, especificamente, na formação de professores. Poucos estudos encontrados referem-se às contribuições recíprocas entre as áreas, dentre eles, destacam-se os que também mencionam as contribuições da educação para neurociência, sendo: Morales (2005), ao tratar da via de mão dupla entre neurociência e educação, e particularizar o enriquecimento das pesquisas neurocientíficas a partir da teoria de Vygotsky; Amaral (2016), ao expor aspectos da comunicação entre cientistas e educadores, dessa forma, facilitando as contribuições por meio do entendimento recíproco e também por mencionar termos que indicam as aproximações entre as áreas, e Varma, McCandliss e Schwartz (2006), ao atribuírem à educação o papel de oferecer orientações para pesquisas neurocientíficas.

Já em relação ao papel dos docentes frente às descobertas da neurociência, tem-se a potencial relação dos mesmos com os resultados, na tentativa de formular estratégias de ensino que favoreçam a aprendizagem dos estudantes. Isso é evidenciado na unidade de sentido **A11.3**, em que os autores afirmam que “tomados em conjunto, estes estudos podem fornecer aos educadores informações poderosas que podem ajudar a triangular a estratégia de ensino ideal para cada criança”.

De acordo com Campos (2010), há mais de duas décadas as neurociências ampliaram a compreensão do processo de aprendizagem por meio de estudos do sistema nervoso, abrangendo tanto aspectos estruturais quanto funcionais. A pesquisa embasada em neuroimagem favoreceu “um maior conhecimento sobre funções cerebrais superiores e complexas, como linguagem, memória e atenção, que são estimuladas, fortalecidas e avaliadas dia a dia em centros educacionais em todo o mundo” (CAMPOS, 2010, p. 4). Esse conhecimento produzido pelas pesquisas em neurociências pode embasar os docentes em suas escolhas diárias para prática pedagógica, à medida que permitem ao docente conhecer detalhes de como o sistema nervoso reage a determinados estímulos.

Além disso, é importante que os professores tentem dar sentido às descobertas da neurociência para o contexto educativo, conforme **A31.7-1**: “os professores devem tomar a iniciativa de dar sentido ao que está sendo descoberto”.

Esse dar sentido pode também estar relacionado, na prática, com o que Tardif (2003) chama de saberes experienciais, que compreendem “o conjunto de saberes

atualizados, adquiridos e necessários no âmbito da prática da profissão docente e que não provêm das instituições de formação nem dos currículos” (TARDIF, 2003, p. 48-49). Por meio desses saberes práticos, em conjunto com os demais saberes docentes, os mesmos poderiam avaliar e até mesmo testar as descobertas neurocientíficas na sala de aula, baseados para efetivação dessas estratégias nas experiências de práticas pedagógicas que já possuem.

Entretanto, conforme **A32.2** “há muitos casos de professores que usam sua própria interpretação da neurociência como uma abordagem educacional, o que muitas vezes leva a resultados duvidosos”.

Portanto, o dar sentido, não se trata de utilizar os conhecimentos produzidos na pesquisa neurocientífica de forma indiscriminada, baseando-se em conhecimentos superficiais e até mesmo simplificados divulgados em alguns meios de comunicação. Assim como qualquer novo saber que o professor pretende conhecer e utilizar, é necessário buscar esses conhecimentos em fontes confiáveis, estudá-los aprofundadamente e, a partir disso, aventurar-se em colocá-los em prática.

Nesse contexto, conforme **A31.6** “ao lidar com a neurociência os educadores devem refletir e traduzir essa investigação em curso ao mundo da educação, mas não traduzir essa investigação complexa em estratégias que não são”.

Portanto, o ato de escolher estratégias pedagógicas apropriadas para aprendizagem fundamentado em outras áreas, como a neurociência, envolve o que Tardif (2003, p. 132) define como ensinar:

Ensinar é, portanto, fazer escolhas constantemente em plena interação com os alunos. Ora, essas escolhas dependem da experiência dos professores, de seus conhecimentos, convicções e crenças, de seu compromisso com o que fazem de suas representações a respeito dos alunos e, evidentemente, dos próprios alunos.

Dessa forma, ensinar é colocar em prática saberes plurais que consideram as múltiplas interações que podem ocorrer em ambiente educativo.

Rato e Castro-Caldas (2010) chamam atenção para as concepções falsas sobre o cérebro que têm circulado, principalmente devido à popularização desmedida de alguns estudos que viraram notícia para revistas e jornais generalistas, tornando necessário distinguir nesse contexto o que é científico do que é especulação.

Torna-se imprescindível a avaliação crítica dos materiais a que os professores têm acesso e as fontes em que buscam tais informações. Conforme a unidade de sentido

A28.7, “ser capaz de avaliar criticamente os resultados científicos e a sua representação na mídia popular é crucial, especialmente porque já existe uma grande proliferação dos chamados "neuromitos" nas publicações voltadas aos professores”.

Os neuromitos, conforme Howard-Jones (2014), são esclarecidos em sua maioria em periódicos especializados em neurociência, aos quais o grande público não tem acesso. Dessa forma, quando um neuromito se propaga é difícil desvendá-lo para o público leigo.

Esses neuromitos ocorrem, muitas vezes, pela tentativa de tornar o conhecimento acessível, devido às simplificações, omissão de informações ou até mesmo às interpretações equivocadas, que acabam por ser divulgadas e tomadas como verdades absolutas.

Além disso, as divulgações de pesquisas em meios de comunicação de massa permitem que o pesquisador dissemine os resultados de suas pesquisas para um grande número de pessoas (LEW; REY, 2016). O que tem sido sugerido é que os pesquisadores, para evitar equívocos, revisem as reportagens que tratam de suas pesquisas, o que, na prática, parece difícil, até mesmo porque os jornalistas argumentam que não há tempo para adicionar essa etapa extra ao processo de construção da matéria (LEW; REY, 2016).

Assim, como destaca Campos (2010), de modo a manter o equilíbrio entre neurociência e educação, é necessário estar atento a que nem tudo que se ouve deve ser aplicado e que não necessariamente as contribuições aplicáveis devem vir da neurociência.

O que se deve ter clareza, em síntese, é que, conforme exposto na unidade **A44.3**, “embora as tecnologias atuais da ciência do cérebro ofereçam oportunidades emocionantes aos educadores, complementam em vez de substituir os métodos tradicionais de pesquisa educacional”. A neurociência tem portanto, papel de subsidiar, auxiliar e fazer pensar sobre o que já se pratica em educação, de modo a enriquecer esse conhecimento e proporcionar práticas que considerem o indivíduo aprendiz mais integralmente.

Em síntese, nessa subcategoria, os professores, ao manifestarem expectativas pelas contribuições da neurociência para área educacional, têm papel fundamental em significar, avaliar e dar sentido a esses achados, aproximando-os de maneira apropriada a sua prática, com a finalidade de potencializar a aprendizagem dos estudantes.

Nessa subcategoria, percebe-se a importância dos professores compreenderem que aspectos como sono e nutrição têm influência no desempenho de seus estudantes e, portanto, são fatores a ser considerados.

Além disso, a neurociência ao envolver grandes expectativas por parte do meio educacional exige cautela em sua utilização. Para tal, é necessário que o educador consulte fontes confiáveis de dados, como, por exemplo, artigos de revistas, teses e dissertações e que, além disso, discuta com seus pares para facilitar a compreensão.

Outro aspecto a ser levado em consideração é a importância da neurociência para complementar os saberes da área educacional, dessa forma, facilitando a compreensão de algumas dificuldades de ensino-aprendizagem, bem como a concepção de estratégias de ensino adequadas à maneira como os indivíduos aprendem.

A aproximação dos achados da neurociência à prática docente é facilitada pelas experiências que o docente tem em sua atuação profissional. O conjunto de saberes docente o auxiliará a, além de avaliar criteriosamente os achados, também a elaborar de maneira criativa estratégias de ensino.

9.2 AS INTERAÇÕES ENTRE NEUROCIENTISTAS E EDUCADORES NO CONTEXTO DE PESQUISA

Nesta subcategoria, estão reunidas as unidades de sentido que tratam de aspectos relativos à interação de neurocientistas e educadores em relação a pesquisas, tanto no que se refere à execução e planejamento das mesmas quanto ao posicionamento mediante os resultados advindos das investigações. O argumento aglutinador dessa subcategoria é a importância vital da interação entre neurocientistas e educadores para a construção de conhecimentos por meio de pesquisa.

Os resultados de pesquisas nessa subcategoria apontam para **interações sistemáticas entre neurocientistas cognitivos e educadores**, embora exista uma **barreira linguística**. Sugere-se a **comunicação bidirecional** e que o sucesso do trabalho conjunto está atrelado a **experiências compartilhadas** entre cientistas e educadores.

No que compete à interação entre neurocientistas e educadores, especificamente em relação aos resultados de pesquisas neurocientíficas e sua aplicabilidade no contexto educacional, no artigo **28**, os autores exteriorizam que as expectativas de soluções rápidas e práticas da neurociência para problemas educacionais são irrealistas. Eles

defendem, conforme a unidade de sentido **A28.2**, “que o potencial real reside em interações sistemáticas entre neurocientistas cognitivos e educadores para chegar a questões comuns e uma linguagem comum, em vez de uma rota direta da pesquisa à sua aplicação”.

É perceptível nessa unidade a importância do levantamento de questões comuns a serem investigadas, pois, a partir do diálogo sobre as necessidades de determinada área e a avaliação dos instrumentos disponíveis e possibilidades de investigação da outra, poderiam ser viabilizadas investigações que favoreceriam ambas as áreas. Ademais, destaca-se o aspecto da linguagem distinta, o que impulsiona a necessidade de uma linguagem comum para que as áreas possam ter um diálogo efetivo.

As dificuldades de comunicação entre neurocientistas e educadores ocorrem principalmente por diferenças de linguagem empregadas, em que os diferentes termos técnicos utilizados pelas áreas podem causar equívocos ou dificuldades de interpretação, bem como pelos métodos de coleta e interpretação de dados de pesquisas.

Em relação à barreira linguística, tem-se, conforme o estudo **A34**, as diferenças provenientes de expressões técnicas e interpretação por não especialistas, como na unidade **A34.2**: “uma barreira linguística também separa os não especialistas de evidências de neurociência. Além do jargão técnico, existem muitas palavras familiares que têm novos significados a eles (incluindo "aprender")”. Isso está exemplificado no estudo **A38.2**, no qual “conceitos como aprendizagem podem significar coisas completamente diferentes para educadores e neurocientistas, aumentando o risco de mal-entendidos e interpretação equivocada de informações na tradução”.

Portanto, como defende Guerra (2011, p. 6) “é necessário o estabelecimento de uma linguagem mediadora entre as duas áreas, que esclareça as descobertas científicas e sua real possibilidade de utilização na educação”. Essa linguagem minimizaria equívocos de interpretação, tornando acessível o conhecimento produzido por meio da pesquisa, além de viabilizar uma interlocução entre os pesquisadores das áreas e sua aplicabilidade.

A ideia de uma linguagem comum, também está de acordo com o que defende Oliveira (2014) ao afirmar que as dificuldades de conexão entre neurociência e educação são diluídas quando há apropriação das terminologias de ambos os campos com o propósito de um novo conhecimento.

Entretanto, ao consultar a literatura, o equilíbrio por uma linguagem comum entre as áreas neurociência e educação parece estar deslocado, pois encontram-se,

expressivamente, mais produções que tratam da aproximação dos educadores dos termos neurocientíficos, principalmente por meio da formação de professores (OLIVEIRA, 2014; GROSSI, LOPES; COUTO, 2014; TABACOW, 2006), do que o inverso. A aproximação dos neurocientistas dos termos educacionais parece estar mais vinculada à ideia de trabalho coletivo com os próprios professores (FISCHER, 2009), do que relacionada a sua formação, embora alguns trabalhos mencionem esse contato em programas de pós-graduação.

Também, no sentido de aproximar neurociência e educação são percebidas diferenças em relação às concepções de pesquisa, como exposto em **A38.1**: “em primeiro lugar, e sem dúvida como consequência de seus diferentes objetivos e escalas de estudo, as duas partes usam uma linguagem de trabalho diferente, o que dificulta a comunicação direta entre os dois”.

Percebe-se, portanto, que a comunicação entre as áreas enfrenta muito mais do que o desafio da linguagem, já que cada uma possui termos científicos específicos, mas está arraigada à própria concepção de como realizar pesquisa. Isso está de acordo com o exposto por Amaral (2016, p. 77):

As diferenças metodológicas entre as áreas geram outro empecilho para o diálogo entre Educação e Neurociências: a dificuldade de compreensão, por parte de um campo, dos referenciais teóricos e dos métodos de pesquisa dos quais o outro campo se vale para a produção de conhecimento, bem como dos critérios utilizados por cada área para validar suas pesquisas.

Essas diferenças metodológicas, por vezes, podem causar estranhamentos entre as áreas, pois assim como afirma o autor mencionado, os critérios de validação das pesquisas também diferem.

Além disso, conforme Tokuhama-Espinosa (2010), o campo Mente, Cérebro e Educação, ao visar melhoria na maneira de ensinar como um reflexo, acaba secundariamente propondo a movimentação da pedagogia para *status* de ciência dura, cuja validação das práticas seria por meio de evidência. Conforme a autora, isso daria mais credibilidade às estratégias pedagógicas utilizadas, já que as evidências possibilitariam métodos melhores e mais eficientes. Nota-se, pela argumentação da autora, a fragilidade com que são vistos os métodos de pesquisa empregados pelo campo educacional para que sejam validados como as pesquisas neurocientíficas, o que evidencia a diferença de critérios utilizados, como exposto por Amaral (2016).

Todavia, em relação aos achados de pesquisas para aplicação no contexto educativo e respectiva validação, conforme o estudo **A50.2**:

Embora a pesquisa científica em neurociência e psicologia possa fornecer conhecimento relevante para a educação, muitas das chamadas ferramentas de ensino e aprendizagem baseadas no cérebro, populares nas escolas, não receberam nenhuma forma de validação científica.

Corroborando ao exposto, conforme a unidade de sentido **A49.2**, “os professores devem buscar uma validação científica independente antes de adotar produtos baseados no cérebro em suas salas de aula”. Nesse sentido, conforme **A46.8** “a neurociência educacional precisa de avaliações rigorosamente concebidas em ambientes de aprendizagem reais do que e como os alunos aprendem e os professores ensinam”, bem como conforme **A31.2-2**:

O professor deve julgar se a pesquisa se encaixa ao seu ambiente particular de aprendizagem e como. Tem que ser cuidadoso e cauteloso na forma como é interpretada e utilizada a pesquisa. A nossa abordagem deve ser procurar a pesquisa básica em neurociência e juntá-la com os dados da psicologia e ciência cognitiva.

Por meio dessas quatro unidades, evidencia-se a importância da validação científica para que o conhecimento possa ser utilizado no contexto educativo. Também, há um alerta para a utilização de informações que não passaram por validação científica, bem como o destaque para que essa validação seja um critério antes de adotar determinados conhecimentos. Além disso, ressalta-se a importância de o professor ser cuidadoso e cauteloso ao utilizar resultados de pesquisa, bem como o papel fundamental de avaliações rigorosas no ambiente de aprendizagem.

Como destacam Carew e Magsamen (2010), assim como os educadores devem aproximar os resultados de pesquisa laboratorial da sala de aula, os pesquisadores precisam disponibilizar os resultados para os propósitos docentes e as mudanças ocorridas na prática devem ser comunicadas aos cientistas. Essa troca de informações das áreas, além de aproximá-las permitirá que muitos dos conhecimentos produzidos sejam validados em contexto educativo.

Em relação às pesquisas e seus respectivos resultados, Oliveira (2014) ressalta que o conhecimento sobre funcionamento do cérebro humano tem sido alvo de interesse de diversas áreas, dentre as quais a educação.

Nesse sentido, considerando o interesse da área educacional pelos resultados provenientes das pesquisas neurocientíficas, conforme evidencia o estudo **A45.1-1**, “os

professores que estão altamente interessados na pesquisa do cérebro são suscetíveis a neuromitos”.

O surgimento dos neuromitos é explicado pela OECD (2007), ao expor que a ciência avança por meio de tentativa e erro, bem como a construção das teorias se dá por intermédio de observações, sendo que as teorias podem ser confirmadas, modificadas ou refutadas.

Segundo a OECD (2007), as hipóteses eventualmente invalidadas deixam traços que, por vezes, podem ser persistentes e inclusive transmitidos pelos diversos meios de comunicação. Também algumas sutilezas das descobertas podem ser difíceis de entender, em parte pelos protocolos e metodologias. Esse conjunto de fatores acaba por culminar nos neuromitos, que, muitas vezes, distorcem os resultados de pesquisas e acabam por adentrar no ambiente escolar, levando a práticas educativas equivocadas no intuito de proporcionar educação de maior qualidade. Isso acaba por reforçar a importância da busca por informações em meios confiáveis e a necessidade de cuidado e cautela por parte do docente, tanto ao buscar quanto ao utilizar tais conhecimentos.

Apesar disso, mesmo que exista o risco dos neuromitos estarem presentes no contexto educacional, chama-se atenção para o exposto na unidade de sentido **A50.3**:

A relevância para a sala de aula, a comunicação bidirecional entre cientistas e educadores e informações facilmente acessíveis foram classificadas como os fatores importantes no desenvolvimento bem-sucedido de iniciativas que ligam o cérebro e a educação.

A questão da comunicação entre cientistas e educadores é evidenciada na tese de Amaral (2016), cujo objetivo foi investigar os estilos de pensamento a partir das interlocuções entre Educação e Neurociências, em que os materiais analisados foram principalmente trabalhos acadêmicos. Os materiais selecionados para essa tese apresentaram frequentemente as metáforas “ponte”, “via de mão dupla” e “comunicação bidirecional”, como menção à relevância de trocas efetivas entre Neurociências e Educação. Os resultados apresentados na tese evidenciam que a comunicação entre cientistas e educadores é uma preocupação latente nas produções acadêmicas.

Já no que refere-se à efetivação de comunicação entre as áreas, conforme o estudo **A39.1-1** “o diálogo entre neurociências e educação pode ser promovido em vários níveis. Uma abordagem implicaria conversas entre neurocientistas e educadores, onde os professores, por exemplo, poderiam identificar questões de interesse.”

Conforme Varma, McCandliss e Schwartz (2006), a educação pode assumir o papel de oferecer orientações para pesquisas neurocientíficas sobre formas complexas de cognição. Dessa forma, também ajudando a responder às perspectivas de futuros estudos de neuroimagem, superando as pesquisas sobre formas simples de cognição, como atenção e percepção.

Assim sendo, a educação teve muito tempo de desenvolvimento de currículo, pesquisas e sabedoria prática, que proporcionaram a compreensão do processo de aprendizagem de diferentes conteúdos, bem como isso pode dar errado, sendo que esse conhecimento pode auxiliar os estudos de neuroimagem (VARMA, McCANDLISS; SCHWARTZ, 2006).

Como afirma o autor de **A31.1**, “o que os educadores não entendem é que os neurocientistas não sabem por onde começar, porque eles não são professores; eles não estão em sala de aula. Eles não sabem as perguntas cujas respostas procuramos”.

Isso vai ao encontro do exposto na unidade de sentido **A37.2-2**:

Os pesquisadores educacionais podem fornecer uma contribuição fundamental aqui, porque eles possuem uma grande base de conhecimentos de pesquisa educacional à sua disposição que lhes permite identificar as variáveis importantes no ambiente educacional que precisam ser estudadas.

Nessa unidade de sentido, valoriza-se o conhecimento dos pesquisadores educacionais sobre as variáveis de importância do ambiente educacional. A partir da comunicação dessas variáveis, a pesquisa neurocientífica poderia ser efetivada baseando-se em questões que realmente têm sentido tanto para as necessidades quanto para as aspirações da área educacional, o que agregaria à pesquisa relevância para quem busca fazer uso dos resultados.

A falta de identificação das variáveis relevantes para elaboração das pesquisas pode resultar no que é exemplificado com a seguinte unidade de sentido **A37.1**: “sem esse conhecimento de como a matemática é aprendida e ensinada, os neurocientistas cognitivos correm o risco de realizar experimentos nativos com pouca ou nenhuma relevância para a teoria e a prática educacionais”.

Ainda, além do risco da produção de conhecimento com pouca ou nenhuma relevância, os neurocientistas correm o risco, se não receberem colaboração, de realizarem experimentos ingênuos embasados em experiências pessoais sobre como as crianças aprendem (VARMA, McCANDLISS, SCHWARTZ, 2006).

Ademais, outro aspecto considerável para comunicação entre neurociência e educação, é a relevância das pesquisas educacionais. Como exposto na unidade **A40.8**, “há uma riqueza de informações de uma longa história de pesquisas de ciências de aprendizagem que devem ser consideradas em conjunto com dados neurocientíficos em termos de significância educacional”.

Muitas vezes, a literatura produzida agrega importância demasiada às possíveis contribuições da neurociência para a área educacional, o que, por vezes, acaba suplantando os próprios resultados de pesquisas educacionais e as contribuições desses para a própria pesquisa neurocientífica.

Também, considerando o contexto de pesquisa, com uma visão de integração de conhecimentos, de acordo com **A40.2-1**:

a maioria dos professores e cientistas educacionais provavelmente sabe mais sobre aprendizado na sala de aula do que a maioria dos neurocientistas; tal conhecimento é valioso e não menos importante do que o conhecimento baseado em varreduras cerebrais, e deve ser um objetivo do MCE integrar conhecimento de sala de aula e conhecimento baseado em laboratório.

Tokuhama-Espinosa (2010) expõe que a área Mente, Cérebro e Educação busca confirmar boas práticas por meio de evidências científicas, no intuito de explicar como as pessoas aprendem e, conseqüentemente, melhorar a maneira de ensinar. Portanto, é vital a integração dos conhecimentos advindos do contexto escolar e os conhecimentos provenientes de investigação neurocientífica para que as práticas possam ser embasadas, pensadas, reformuladas e também ofereçam subsídio a novas pesquisas.

Conforme Guerra (2011), os neurocientistas carecem de conhecimento sobre a prática em sala de aula, no que se refere ao processo de ensino-aprendizagem e, também, sobre metodologia e teoria educacional, o que é algo a ser contornado.

Embora haja interesses específicos em cada uma das áreas, educação e neurociência, via de regra, “os neurocientistas não costumam consultar a literatura científica referente à pesquisa em educação, assim como os educadores não costumam consultar a literatura científica gerada por neurocientistas” (GONCHOROSKI; SILVA; KINDEL, p. 3, 2014). Isso também dificulta o diálogo entre as áreas, pois sem a apropriação do conhecimento e dos saberes já constituídos de cada uma delas, torna-se mais difícil avançar na construção de novos conhecimentos e também de novas pesquisas, bem como acessar o conhecimento produzido e torná-lo utilizável.

Além disso, considerando a integração entre neurocientistas e educadores, especificamente no que refere-se ao planejamento de investigações, conforme **A38.8**:

é importante que os neurocientistas não só se reúnam com educadores, mas também os vejam em seu ambiente natural da sala de aula. Da mesma forma, convidar educadores para o laboratório para ver a pesquisa, de todos os níveis, pode servir bem para derrubar as paredes entre as duas disciplinas. Somente por experiências compartilhadas, os dois grupos podem trabalhar juntos com sucesso.

Entretanto, conforme a unidade de sentido **A38.7**:

O segundo problema prático é simplesmente encontrar o tempo e ambiente adequados no qual essas duas profissões diferentes possam trabalhar juntas. Os educadores, em particular os que estão na sala de aula, são notoriamente ocupados, muitas vezes encontrando-se oprimidos com novos produtos educacionais e metas de desempenho, reduzindo a quantidade de tempo disponível para trabalhar com os neurocientistas e, portanto, todos os esforços devem ser feitos para que essas reuniões estejam dentro das horas normais de trabalho.

Além disso, em relação à dedicação dos profissionais ao estudo, um suposto empecilho para o trabalho de neurocientistas com educadores é a questão do tempo. Entretanto, como afirmam Silva e Morino (2012, p. 34):

se o professor busca conhecimentos da neurociência para um bom desenvolvimento pedagógico então não há por que não encontrar tempo para estudar e aprender anatomia cerebral, assim como o neurocientista encontrar tempo para estudar as ciências da educação se a ele também interessar essa área do conhecimento, pois acima de tudo está o interesse pelo desenvolvimento de uma eficiente pedagogia.

Na concepção dos autores do estudo **A46.4-2**, “o principal agente de mudança no sistema educacional é o professor e o desenvolvimento de infra-estruturas que reúnem professores e pesquisadores é um objetivo importante”.

Para tal, alguns autores propõem a criação de escolas de pesquisa, sendo: **A47.1** “precisamos estabelecer escolas de pesquisa reais como uma instituição importante para criar um sólido fundamento de pesquisa para práticas e políticas educacionais”. Os autores de **A46.2-1**, apoiando as ideias de Hinton e Fischer (2008), argumentam que:

as universidades e as escolas devem juntar-se para criar escolas de pesquisa - escolas da vida real (públicas e privadas) afiliadas a universidades onde educadores e pesquisadores trabalham juntos para criar pesquisas que se relacionam com práticas e políticas educacionais e para formar futuros profissionais e pesquisadores.

Percebe-se, pelas ideias defendidas pelos autores, que as escolas de pesquisa, objetivam viabilizar as pesquisas aproximando neurocientistas e educadores, bem como o contexto universitário do contexto escolar. Conforme Fisher, Goswami e Geake (2010), os professores necessitam de escolas de pesquisa, sendo o objetivo dessa estrutura conectar o trabalho dos pesquisadores e profissionais, de modo a elaborar métodos de pesquisa e perguntas que tratem de questões importantes na educação.

Como defende Fischer (2009), não é suficiente que os pesquisadores colem e disponibilizem os dados da escola em documentos de pesquisa para educadores, não sendo essa uma maneira de criar conhecimento capaz de moldar a educação. O autor ainda defende a importância da participação dos alunos e professores na criação de evidências de pesquisa. Portanto, as escolas de pesquisa possibilitariam que houvesse a integração de saberes em prol do planejamento de pesquisas conjuntas em benefício de ambas as áreas.

Em síntese, nessa subcategoria, ao se ponderar sobre aspectos relativos à interação de neurocientistas e educadores em relação a pesquisas, percebe-se que os resultados das investigações poderão ser mais significativos para o contexto educativo se desde a concepção forem planejadas em conjunto.

Embora se compreenda que a barreira linguística entre neurociência e educação está relacionada ao próprio método de pesquisa, devido às diferenças de como se dá a produção de conhecimento por diferenças de concepções epistemológicas, esse distanciamento entre as áreas pode ser encurtado por meio de diálogos entre neurocientistas e educadores de forma a familiarizar ambas as áreas com os termos e metodologias empregadas. Além disso, a aproximação facilitaria a identificação *in loco*, por meio dos profissionais que trabalham especificamente em sala de aula, das questões e dos anseios que realmente são pertinentes de serem investigados e que têm possibilidade de aporte teórico advindo da neurociência.

Por meio do compartilhamento de experiências entre neurocientistas e educadores, podem ser pensadas soluções mais criativas e viáveis para pesquisas. A integração dos saberes, advindos da experiência, permite que os conhecimentos docentes, muitas vezes silenciados e desconsiderados por algumas pesquisas, sejam

além de expostos, compreendidos e esclarecidos para neurocientistas que desejam investigar temas relativos ao ensino e à aprendizagem. Assim como o compartilhamento permite que os professores entrem em contato com as experiências de investigação de neurocientistas e se familiarizem tanto com as concepções quanto com a preparação para a avaliação e utilização das descobertas neurocientíficas em contexto educativo.

E de que forma a categoria As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa, com suas respectivas subcategorias, dá suporte aos objetivos de pesquisa?

Essa categoria é composta por duas subcategorias, a saber: *Achados da Neurociência para o Contexto Educacional e a Relação dos Educadores com esses Conhecimentos*, e *As Interações entre Neurocientistas e Educadores no Contexto de Pesquisa*, que contribuem especificamente para compreender o papel atribuído ao docente, seja na utilização de resultados ou na própria concepção dos mesmos.

Nesse sentido, essa categoria aborda dois contextos, o educacional em que tem-se a perspectiva da utilização dos achados da neurociência e o contexto de pesquisa, em que discute-se a interação entre neurocientistas e educadores para a possibilidade de um planejamento de pesquisa em conjunto.

No contexto educacional, tem-se como papel do professor primeiramente a compreensão de que fatores nutricionais e estados de carência de sono afetam o desempenho dos estudantes. Desse modo, é importante que os professores conheçam as condições socioeconômicas de seus estudantes, bem como possíveis dificuldades enfrentadas por eles, que podem culminar em baixo desempenho escolar.

Além disso, nesse contexto tem-se grande expectativa por parte dos professores por soluções e contribuições efetivas da neurociência para resolver os mais diversos problemas encontrados em sala de aula.

Sendo assim, esses professores podem acabar por buscar informações em textos jornalísticos ou de revistas de divulgação científica, o que pode culminar tanto na aquisição de um neuromito quanto na falta de profundidade em compreender dado achado neurocientífico. A discussão aqui não é se esses meios tem ou não qualidade, pois eles têm papel importante na disseminação de informações para a sociedade. A questão em relação a esses meios de comunicação reside na preocupação a que tipo de informação o professor terá acesso e qual a profundidade desse conhecimento, de modo

que este tenha informações científicas suficientes para que possa, ao deparar-se com situações e problemas cotidianos, empregá-las de maneira adequada e avaliar outros conhecimentos com os quais seja confrontado.

Essa qualidade no acesso às informações possibilitaria ao professor a instrumentalização teórica necessária para utilizar dados neurocientíficos em sua prática.

Já o papel dos educadores no contexto de pesquisa, demonstra certa dificuldade de acesso a determinadas informações devido à barreira linguística entre neurocientistas e educadores. Essa barreira linguística apresenta como possibilidade de solução, o investimento em formação docente e a efetivação de trabalhos coletivos entre neurocientistas e educadores, com compartilhamento de saberes.

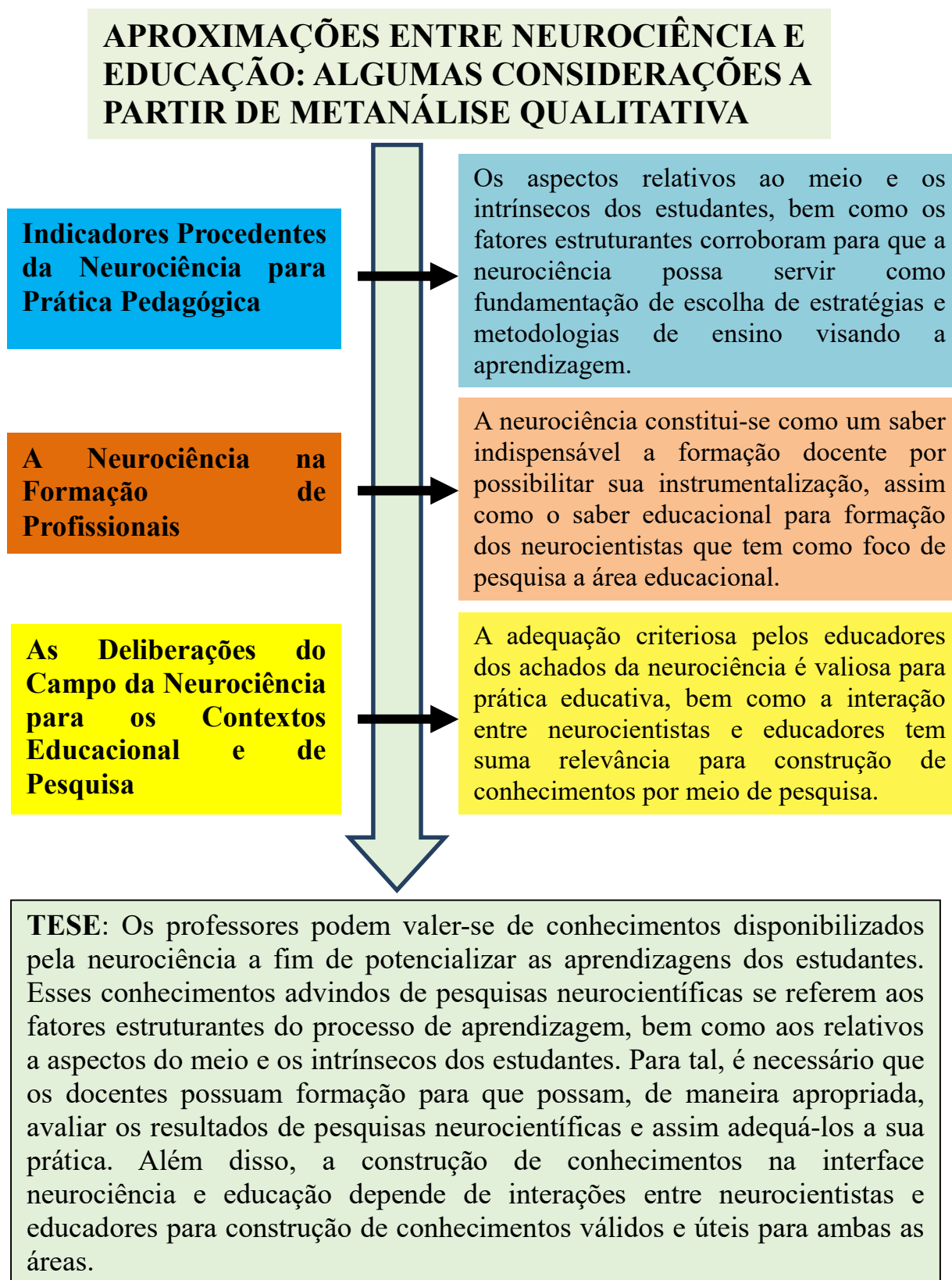
Além disso, no que compete ao contexto de pesquisa, os educadores têm papel de buscar a validação científica de achados da neurociência antes de aplicá-los em sala de aula, além de trocar informações com os neurocientistas.

O foco no contexto de pesquisa é a comunicação bidirecional entre as áreas e a possibilidade de ter contato com os resultados de pesquisa de maneira acessível. Além disso, os docentes podem guiar as pesquisas neurocientíficas, expondo as necessidades educacionais, possibilitando dessa forma que o conhecimento produzido responda aos anseios e expectativas educacionais.

De maneira simplificada, o papel atribuído aos docentes no contexto educacional é de compreender fatores envolvidos no processo de aprendizagem, possuir expectativas em relação aos achados neurocientíficos, bem como prezar pela qualidade no acesso a informações produzidas por pesquisas. Além disso, no contexto de pesquisa, o papel docente reside em superar a barreira linguística entre as áreas, realizar a validação científica antes da utilização de dados, primar pela comunicação bidirecional e o compartilhamento de experiências com os neurocientistas.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Figura 10 - Esquema Síntese da Tese.



Este capítulo trata das considerações finais da presente tese. A **Figura 10** representa a síntese da Análise Textual Discursiva, em que, pela compilação dos argumentos aglutinadores de cada uma das três categorias, complementa-se a tese inicial de que: os resultados de estudos na interface neurociência e educação podem vir a colaborar com a prática docente, possibilitando a escolha de estratégias para facilitar a aprendizagem dos estudantes.

Portanto, a tese final é que os professores podem valer-se de conhecimentos disponibilizados pela neurociência a fim de potencializarem as aprendizagens dos estudantes. Conforme emergiu da análise, esses conhecimentos advindos de pesquisas neurocientíficas se referem aos fatores estruturantes do processo de aprendizagem, bem como aos aspectos do meio e os intrínsecos dos estudantes. Para tal, é necessário que os docentes tenham formação para que possam, de maneira apropriada, avaliar os resultados de pesquisas neurocientíficas e, assim, adequá-los a sua prática. Além disso, a produção de conhecimentos na interface neurociência e educação depende de interações entre neurocientistas e educadores para a construção de saberes válidos e úteis para ambas as áreas.

Essa complementação da tese inicial também se justifica em função dos objetivos do estudo. Com relação aos objetivos específicos traçados em prol de responder ao objetivo geral, percebeu-se que cada uma das categorias responde a um deles. Também, os objetivos específicos são tão imbricados, que se torna difícil separar onde termina um e começa o próximo, o que facilitou a união dos argumentos aglutinadores das categorias, que, ao fundirem-se, complementaram a tese inicial apresentada.

As três categorias que emergiram da ATD demonstram que a aproximação entre neurociência e educação com o intuito de contribuir com a aprendizagem dos estudantes depende da articulação dos indicadores para a prática pedagógica da formação docente e da relação dos docentes com os achados neurocientíficos e suas interações com os neurocientistas. Segue a exposição dos argumentos das subcategorias e, posteriormente, os respectivos argumentos aglutinadores das categorias.

A categoria *Indicadores Procedentes da Neurociência para Prática Pedagógica* permite ao professor entender que sua prática pode ser mais efetiva se os fatores estruturantes plasticidade, emoção, atenção, motivação e memória forem levados em consideração. Além disso, o ambiente influencia os resultados da prática pedagógica,

pois nele estão disponíveis os estímulos, sendo que os aspectos intrínsecos dos estudantes podem afetar os resultados almejados. Outra possibilidade discutida nessa categoria é a neurociência utilizada de modo a fundamentar as escolhas de estratégias e metodologias de ensino considerando o conhecimento sobre o funcionamento cerebral dos indivíduos aprendentes.

A categoria *A Neurociência na Formação de Profissionais* expõe a necessidade da inclusão da neurociência como um saber disciplinar na formação de professores, possibilitando sua instrumentalização teórica, bem como discute a importância do saber educacional para formação dos neurocientistas.

Já a categoria *As Deliberações do Campo da Neurociência para os Contextos Educacional e de Pesquisa* trata da necessidade de utilização dos achados da neurociência de maneira apropriada pelos docentes, bem como do papel dos docentes em significar tais achados. Também valoriza a interação de neurocientistas e educadores no âmbito da pesquisa.

Recapitulando os procedimentos metodológicos de análise para a contextualização dos resultados, nessa tese, realizou-se uma metanálise qualitativa em que os dados foram tratados por meio de Análise Textual Discursiva, que originou três categorias, a partir das quais os argumentos aglutinadores sustentam a presente tese, sendo esses:

- Os aspectos relativos ao meio e os intrínsecos dos estudantes, bem como os fatores estruturantes corroboram para que a neurociência possa servir como fundamentação para a escolha de estratégias e metodologias de ensino visando à aprendizagem.
- A neurociência constitui-se como um saber indispensável à formação docente por possibilitar sua instrumentalização, assim como o saber educacional para formação dos neurocientistas.
- A adequação criteriosa pelos educadores dos achados da neurociência é valiosa para a prática educativa, bem como a interação entre neurocientistas e educadores tem suma relevância para a construção de conhecimentos por meio de pesquisa.

Além disso, a produção dos metatextos nas categorias, a partir das unidades de sentido provenientes dos resultados dos estudos selecionados, conduz às seguintes conclusões para essa tese:

- O sistema nervoso, por meio da plasticidade, é capaz de responder às experiências a que é submetido, modificando-se, o que se relaciona aos processos de aprendizagem, memória e esquecimento. Dessa forma, a escolha apropriada de estratégias pedagógicas, somadas à experiência dos estudantes, fornece a base para que a aprendizagem possa ocorrer por meio da plasticidade.

- Emoção e cognição estão relacionadas. Quando essa ligação é considerada, os discentes tendem a obter melhor desempenho acadêmico em salas de aula com climas positivos, o que também colabora para a formação de memórias. Além disso, as emoções encaminham a aprendizagem, havendo correlação entre a significação emocional atribuída com a evocação e a memória de longo prazo.

- Torna-se desafiador ao professor elaborar e propor atividades que consigam manter a concentração dos estudantes, sendo uma estratégia importante a adoção de ambientes educacionais que não ofereçam ameaças emocionais e sociais, bem como estimular a curiosidade e atenção para pontos específicos do conteúdo. Ademais, a ansiedade não é aliada nem da memória e nem do processo de atenção.

- É necessário equilibrar os fatores motivacionais intrínsecos e extrínsecos, compreendendo a avaliação como importante para o estudante seguir adiante. O modelo neurocientífico dos processos motivacionais sugere para promoção da motivação, estratégias como: recompensas nem muito pequenas nem muito exageradas, bem como recompensas inesperadas; a importância dos estímulos apropriados e condizentes, e também, estratégias tanto para manter a motivação quanto para motivar o desmotivado. Nesse sentido, o docente deve manifestar pelo elogio ao discente o que de fato ocorreu e de maneira proporcional, além de escolher metodologias focadas em manter a motivação do grupo, de modo que essa culmine na aprendizagem individual.

- Memória e aprendizagem estão relacionadas. Ambas envolvem a atividade de células nervosas para o estabelecimento de novas conexões ou fortalecimento das já existentes. Além disso, a aprendizagem utiliza-se de conhecimentos prévios

armazenados na memória, que, ao serem evocados, acabam culminando tanto em novas aprendizagens, como em novas memórias.

- A memória de trabalho permite o resgate de memórias e as disponibiliza para novas associações, tendo papel na formação, fortalecimento e expansão de memórias mais duradouras, sendo crucial para a aprendizagem.

- A repetição é importante para a memória, pois, possivelmente, está relacionada à facilitação das vias de acesso às informações já armazenadas. Nesse contexto, experiências ricas em estímulos, bem como a repetição dos mesmos, facilitam a consolidação da memória, que também pode ser influenciada pelos estados nutricionais, emocionais e atencionais.

- Ao professor compete a organização e o planejamento de estratégias de aprendizagem que utilizem estímulos disponíveis no meio, chamando atenção para aspectos que possam contribuir para a aquisição, ressignificação e complexificação de conhecimentos dos estudantes.

- A plasticidade diminui com o avanço da idade, mas a riqueza de estímulos ambientais continua contribuindo com a aprendizagem.

- O planejamento de estratégias e do ambiente de ensino pelo professor, permite que, por meio do processo de atenção, os processos mentais sejam organizados e os estímulos contribuam para formação de memórias.

- O ambiente próprio para a aprendizagem exhibe condições de tranquilidade, livre de ameaças emocionais e sociais, proporcionando ao estudante que sua atenção e esforços mentais sejam utilizados para fins de aprendizagem. Além disso, cabe ao professor instigar a curiosidade e a atenção dos estudantes para pontos específicos do conteúdo que considera importantes de serem aprendidos, estimulando o diálogo em sala de aula em prol da aprendizagem.

- É essencial que o professor pense o ambiente de ensino de modo que esse mobilize a motivação e a atenção dos estudantes para que as sinapses sejam estimuladas, culminando em aprendizagem. Ademais, cabe ao professor elaborar e propor atividades educacionais desafiadoras e viáveis, de modo a evitar frustrações e possibilitar o avanço no processo de aprendizagem.

- O estudante, conhecendo o impacto de não ter um sono adequado para seu aprendizado, pode fazer escolhas mais conscientes em relação à organização de seus horários de estudo, descanso e lazer.

- Pode ser realizada a problematização em sala de aula de aspectos e hábitos nutricionais dos estudantes, visando à adoção de hábitos mais saudáveis, o que também inclui a realização de atividades físicas.

- O conhecimento do funcionamento cerebral é imprescindível para a prática pedagógica, auxiliando a escolha de estímulos adequados pelo docente, de modo que o meio facilite as conexões sinápticas que culminarão na aprendizagem.

- Comportamentos a serem mantidos devem ser reforçados, ressaltando que, se esse reforço for realizado de forma intermitente, esses hábitos não dependerão da existência de um sistema de controle.

- O nível de exigência cognitiva das estratégias de ensino deve ser avaliado para proporcionar situações mais produtivas para os estudantes.

- O estímulo da leitura realizado pelo docente contribui para futuras leituras, proficiência e para a execução de atividades de forma mais dinâmica.

- Os conhecimentos prévios dos estudantes relacionam-se à evocação de lembranças e à consolidação de novos conhecimentos na memória de longa duração, permitindo a codificação de novas informações e colaborando com a aprendizagem.

- A qualificação docente, por meio da aquisição de saberes para o exercício de sua profissão, oportuniza, em relação aos conhecimentos neurocientíficos, avaliar o potencial pedagógico de tais saberes. Dessa forma, é necessária adequação curricular de modo a viabilizar o acesso aos conhecimentos neurocientíficos pelos licenciados em formação, por meio de disciplina específica ou como integrante de alguma já existente. Além disso, a neurociência na formação docente ultrapassa a compreensão fisiológica do sistema nervoso, ampliando a compreensão de que esse sistema é o responsável pelos processos para consolidar a aprendizagem.

- Os profissionais formados podem ter acesso aos conhecimentos produzidos pela neurociência em cursos de curta duração, para suprir lacunas formativas e também em cursos de formação continuada para atualização.

- A neurociência alia-se à prática docente não como um saber prescritivo, impositivo e unidirecional, mas sim no intuito de contribuir e agregar à prática em sala de aula, bem como a educação pode auxiliar a área neurocientífica em enfoques para novas pesquisas.

- As crenças quanto aos processos de ensino e aprendizagem dos profissionais da educação, já em atuação ou em formação, podem inviabilizar o papel da neurociência como um saber que agrega na qualificação e desenvolvimento profissional.

- Os conhecimentos neurocientíficos proporcionam a compreensão do componente neurobiológico do processo de aprendizagem e, agregados aos demais conhecimentos, auxiliam na escolha de metodologias de ensino e podem se somar às teorias educacionais já utilizadas. Ademais, a experiência docente facilita a aproximação dos conceitos da neurociência à sua prática, pois o auxilia na avaliação dos achados e na elaboração de estratégias de ensino.

- Há necessidade de cautela para não deixar que a expectativa de utilização da neurociência em sala de aula ultrapasse o cuidado necessário com as fontes de dados para tais informações, bem como suprimam a discussão aos pares para facilitar a compreensão.

- A neurociência e a educação se complementam viabilizando a compreensão de algumas dificuldades de ensino-aprendizagem e, assim, favorecendo a elaboração de estratégias de ensino adequadas à maneira como os indivíduos aprendem.

- O diálogo entre neurocientistas e educadores pode minimizar as diferenças de concepções epistemológicas das áreas encurtando o distanciamento gerado pela barreira linguística e também informar aos neurocientistas questões e anseios da área educacional.

- O compartilhamento de experiências entre neurocientistas e educadores propicia soluções mais criativas e viáveis para o contexto de pesquisa. Além disso, permite que os conhecimentos dos educadores sejam expostos aos neurocientistas e que os docentes se familiarizem com as concepções neurocientíficas, o que facilita a avaliação e utilização desses dados no contexto educativo.

A escolha dos estudos para composição do *corpus* de análise desta tese evidenciou que a quantidade de trabalhos produzidos no Brasil ainda é incipiente. Embora se tenha percebido que a proposição de relacionar neurociência e educação não seja recente, ela passou a ser bem mais expressiva nos últimos dez anos.

Ainda em relação à busca dos estudos, é possível afirmar que o conhecimento produzido na interface neurociência e educação não está disponível a qualquer

interessado, pois algumas pesquisas estavam em bases de dados que permitiram o acesso somente via institucional, o que demanda tanto um vínculo institucional do pesquisador quanto a sua instituição pagar pelo acesso a tais bases.

Em relação às considerações finais dos estudos, alguns apresentam temas para futuras investigações que podem ser agrupados de acordo com o enfoque em relativos: aos estudantes; ao ensino superior e formação de professores; à prática educacional e ao papel dos pesquisadores. Além disso, também são apontadas fragilidades, como: as dificuldades de aproximar as áreas neurociências e educação, limitações e necessidades de interlocuções entre elas. Também estão presentes em alguns estudos recomendações que dizem respeito às possibilidades de contribuições, sugestões e proposições onde há necessidade de avanços.

Também há necessidade de destacar que se os termos utilizados para busca de estudos fossem outros, poderia ter ocorrido uma variação do *corpus* de investigação, bem como se as bases de dados fossem outras. Convém ressaltar que os termos utilizados visaram à produção e mapeamento de um conhecimento mais amplo da interface neurociência e educação, tanto no contexto nacional quanto internacional, de modo a responder ao problema de pesquisa, mas que entendesse a amplitude investigativa da relação entre essas áreas.

Para futuras pesquisas, termos de busca como aprendizagem, dificuldades de aprendizagem, estratégias de ensino, ensino, práticas educativas, formação docente entre outros, podem ser combinados com a neurociência para investigar particularidades dessa interação.

O que foi possível perceber por meio do *corpus* de análise é o crescente interesse educacional pelos resultados neurocientíficos, bem como a capacidade da neurociência em contribuir para potencializar a aprendizagem discente quando esses conhecimentos são utilizados em contexto de sala de aula.

A formação de categorias por meio de Análise Textual Discursiva surpreendeu por permitir aproximar estudos com objetivos e resultados diversos em categorias, possibilitando a emergência de novas significações. Destaca-se o uso de metanálise qualitativa consorciada com a ATD como método de coleta e análise muito pertinente e significativo para o agrupamento de dados, construção e atribuição de novos sentidos.

O que surpreendeu dentre os resultados foi a proposição de trabalhos colaborativos entre neurocientistas e educadores, o que demonstra que a área tem boas

possibilidades de consolidação por meio do compartilhamento de saberes. Ademais, isso evidencia o interesse da área neurocientífica pelos conhecimentos produzidos pelos educadores, pois a maioria dos trabalhos trata da contribuição da neurociência para a educação e, portanto, percebe-se que o inverso também é verdadeiro.

Também destaca-se que a aproximação efetiva entre educação e neurociência ainda possui entraves, principalmente pelas diferentes concepções das áreas. A área educacional tem maior tendência a se aproximar da neurocientífica devido à própria maleabilidade e à busca de novos conhecimentos por parte dos educadores, capazes de resolver ou colaborar para minimizar as dificuldades encontradas na prática docente. Entretanto, a neurociência ainda mantém certa rigidez e ensaia aproximações à área educacional por meio de neurocientistas que têm suas pesquisas voltadas ao contexto educacional, então se aproximam visando a conhecer o ambiente de pesquisa.

Além disso, para que as áreas possam ser aproximadas é necessário conhecimento recíproco, o que demanda tempo. Isso pode ser exemplificado com a pesquisa inicial realizada para constituição dessa tese. Após muitas leituras, perceberam-se autores recorrentes e prosseguiu-se com a leitura das produções dos mesmos para compreender o que pesquisavam, as concepções de pesquisa, as ideias mais difundidas, o que resultou na explicitação dos fatores estruturantes do processo de aprendizagem. Esses fatores estruturantes dão suporte à prática pedagógica, possibilitando as condições necessárias para o processo de aprendizagem, podendo ser a via inicial de aproximação de neurociência e educação, considerando o contexto educativo.

Nesse sentido, as aproximações entre neurociência e educação, por meio da metanálise qualitativa, permitiram vislumbrar o potencial da preciosa interação entre as áreas, pois a complementação de saberes pode contribuir com a prática docente, com a aprendizagem discente e também com a produção de novos conhecimentos por meio de pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. H. do. **A Educação no "século do cérebro"**: análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos da Ciência. 2016. 126f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

ANDRADE, P. E.; PRADO, P. S. T. do. Psicologia e Neurociência cognitivas: Alguns avanços recentes e implicações para a educação. **Interação em Psicologia**, v. 2, p. 73-80, 2003.

ANDRAUS, N. M. **Sono e aprendizagem**: uma análise a partir das percepções dos educadores. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Cognição e Linguagem) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ARAÚJO, L. F. S. de; DOLINA, J. V.; PETEAN, E.; MUSQUIM, C. dos A.; BELLATO, R.; LUCIETTO, G. C. Diário de pesquisa e suas potencialidades na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista Brasileira Pesquisa Saúde**, Vitória, Espírito Santo, jul./set. 2013, p. 53-61, 2013.

BACARO, B. L.; SFORNI, M. S. F. Educação e Neurociência: as contribuições da literatura científica para o ensino. In: Semana de Pedagogia, X Encontro de Pesquisa em Educação, 2016. jul. 2016. **Anais eletrônicos...** Maringá: Semana da Pedagogia da UEM, 2016. Disponível em: <<http://semanadepedagogia2016.vwi.com.br/anais/download/id/OTEx>> Acesso em: 05 set. 2017.

BADDELEY, A. et al. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

BADDELEY, A. The episodic buffer: a new component of working memory?. **Trends Cogn Sci**. 2000; v. 4, n. 11, p. 417-423, nov. 2000.

BARTOSZECK, A. **Neurociência na educação**. Submetido à Revista Eletrônica Faculdades Integradas Espírita, v. 1, p. 1-6, 2006. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/flaviookb/neuroedu.pdf>> Acesso em 20 nov. 2017.

BATISTA, A. A. et. al. **Capacidades linguísticas da Alfabetização e a Avaliação**. Coleção: Pró-Letramento. Brasília: MEC. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação a Distância. Universidade federal de Minas Gerais, 2006.

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

BEIJAMINI, F. **Sesta e Desempenho Cognitivo**. 2014. 109 f. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) - Setor de Ciências Biológicas, UFPR , 2014.

BLAKEMORE, S.J.; FRITH, U. **O cérebro que aprende**: lições para educação. Lisboa: Gradiva Publicações, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 2010.

BORGES, M. U. J. et al. Formação de professores: um diálogo a luz da Andragogia e da neurociência do aprendizado. **Revista de Estudios e Investigación em Psicología y Educación**, v. extra, n. 6, p. 224-228, 2015. Disponível em: <http://revistas.udc.es/index.php/reipe/article/view/590/pdf_179> Acesso em: 056 dez. 2017.

BOURKE, R. et al. Cognitive and academic functions are impaired in children with all severities of sleep-disordered breathing. **Sleep Med.** 2011; v. 12, n. 5, p. 489-96, mai.2011.

BRANDELO, M.; ROMANHOLO, R. A. Avaliação do Rendimento Escolar em Alunos Obesos no Município de Cacoal/RO. **Revista Eletrônica da Facimed**, v. 3, n. 3, p. 334-343, jan/jul.2011.

BRASIL, **Resolução Nº 2, de 1 de julho de 2015**. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada em Nível Superior de Profissionais do Magistério para a Educação Básica. Conselho Nacional de Educação, 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17719-rescne-cp-002-03072015&category_slug=julho-2015-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 25 out. 2017.

BROADBENT, D. **Perception and communication**. Londres: Pergamon, 1958.

BROCKINGTON, J. G. de O. **Neurociência e Educação**: Investigando o Papel da Emoção na Aquisição e Uso do Conhecimento Científico. 2011. 194 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos Introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). **A motivação do aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 4 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009. p. 9-36.

BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. É. R. Aprendizagem escolar em contextos competitivos. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). **Aprendizagem: contextos psicológicos e contexto social na escola**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004. p. 251-277.

CAMPOS, A. L.. Neuroeducación: Uniendo las Neurociencias y la Educación en la Búsqueda del Desarrollo Humano. 2010. **La educación Digital Magazine**. Jun 2010 n143. p.. 1- 15. Disponível em <http://www.educoea.org/portal/La_Educacion_Digital/laeducacion_143/articles/neuroeducacion_EN.pdf>. Acesso em 05 fev. 2017.

CARDOSO, T. M. L. **Interação verbal em aulas de línguas**: meta-análise da investigação portuguesa entre 1982 a 2002. 2007. 436 f. Tese. (Doutorado em Didáctica) – Universidade de Aveiro, Portugal, 2007.

CARDOSO, L. R.; BZUNECK, J. A. Motivação no Ensino Superior: metas de realização e estratégias de aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, 2004, v. 8, n.2, p. 145-155.

CAREW, T.; MAGSAMEN, S. Neuroscience and Education: an ideal partnership for producing evidence-based solutions to guide 21st century learning. **Neuron**, v.67, n.5, p.685-688, set. 2010. Disponível em <[http://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273\(10\)00638-0](http://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273(10)00638-0)>. Acesso em 17 ago. 2017.

CARVALHO, A. A.; KATO, L. L.; DAROZ, R. B. A Relevância das Neurociências para o Ensino e a Aprendizagem de Ciências no Ensino Médio. **Revista Educação**, v. 9, p. 6-16, jul./dez. 2015.

CARVALHO, F. A. H. de. Neurociências e Educação: Uma Articulação Necessária na Formação Docente. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v.8 n.3, p.537-550, nov.2010/fev.2011.

CARVALHO, F. A. H. de. **Reaprender a aprender: a pesquisa como alternativa metacognitiva**. 2007. 150 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CARVALHO, F. A. H. de; BARROS, D. M. Neurociências Aplicada à Educação – Uma Experiência de Ensino no PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da FURG. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2, 2012, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo: URI, 2012. p. 1-4.

CASTRO, A. A. **Revisão sistemática e meta-análise**. 2001. Disponível em: <<http://metodologia.org/wp-content/uploads/2010/08/meta1.PDF>> Acesso em: 05 dez. 2017.

CIASCA, S. M. **Distúrbios e Dificuldades de Aprendizagem em Crianças: Análise do Diagnóstico Interdisciplinar**. 1994. 280f. Tese (Doutorado em Neurociências) Curso de Pós Graduação em Neurociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CYPEL, S. Funções Executivas: seu processo de estruturação e a participação no processo de aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L; RIESGO, R. S. **Transtornos de aprendizagem: uma abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 392-406.

DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. 2 ed, São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

DEKKER, S. et al. Neuromyths in education: prevalence and predictors of misconceptions among teachers. **Frontiers in Psychology**.v. 3, p. 1-8, oct. 2012.

- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. **Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.
- DIAS, H; ANDRÉ, M. A Incorporação dos Saberes Docentes na Formação de Professores. **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itapetininga, v. 1, n.3, p.194-206, dez. 2016.
- DINGES, D. F.; KRIBBS, N. B. Performing while sleepy: Effects of experimentally-induced sleepiness. In: MONK, T. H. (Ed.). **Human performance and cognition**. Oxford, England: John Wiley, 1991, p. 97-128.
Disponível em:
<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/117634/000967593.pdf?sequence=1>> Acesso em: 10 nov. 2017.
- DOMINGUES, G.; MAGRO, S. C.M. Avaliação Nutricional de Crianças de três a nove anos de idade de instituição Filantrópica de Campo Grande/ Mato Grosso do Sul. **Revista de Saúde Pública**, Mato Grosso, v. 34, n. 2, p. 136-141, 2006.
- DORNELES, T. M. As Bases Neuropsicológicas da Emoção: um diálogo acerca da aprendizagem. **Revista Acadêmica Licenciaturas**, Ivoti, v. 2, n. 2, p. 14-21, jul./dez. 2014.
- DUBOC, M. J. O. Neurociência: significado e implicações para o processo de aprendizagem. **Evidência**, Araxá, v. 7, n. 7, p. 25-32, 2011.
- FILIPIN, G. E. et al. POPNEURO: Relato de um Programa de Extensão que busca divulgar e popularizar a neurociência junto a escolares **Revista Brasileira de Extensão Universitária**. v. 6, n. 2, p. 87-95, jul./dez. 2015.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.
- FISCHER, K. W. Mind, Brain, and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. **Mind, Brain, and Education**, v.3, n.1, p. 3-16, mar 2009.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de: Joice Elias Costa. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FONSECA, V. da. **Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica**. Rev. Psicopedagogia; v. 33, n. 102, p. 365-84, 2016.
- FRANCO, A. C. **Memória e aprendizagem de (segundas) línguas**. Mesa redonda: o presente e o futuro das línguas no ensino superior. Universidade de Porto, 2010.
- FROTA, M. A. et al. Má Alimentação: Fator que Influencia na Aprendizagem de Crianças de uma Escola Pública. **Rev. APS**, v. 12, n. 3, p. 278-284, jul./set. 2009.
- FULLAN, M. **The New Meaning of Educational Change**. 2. ed. London: Cassell Educational, 1991.

- GALVÃO, S. K. P. A. **Implicações da Neurociência Cognitiva na Prática Pedagógica de Professores de Biologia**. 2017. 121f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.
- GARCÍA, C. M. **Formação de professores: Para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.
- GAWRYSZEWSKI et al. A Compatibilidade Estímulo-resposta como Modelo para o estudo do comportamento Motor. **Psicologia USP**, 2006, v. 17, n. 4, p. 103-121.
- GAZZANIGA, M. S.; HEATHERTON, T. F. **Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- GERRIG, R. J.; ZIMBARDO, P. G. **A Psicologia e a Vida**. 16ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- GLASS, G. V. Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. **Educational Researcher**, v. 5, n. 10, nov/1976, p. 3-8, 1976.
- GONÇALVES, H. de A.; NASCIMENTO, M. B. da C.; NASCIMENTO, K. C. S. Revisão Sistemática e Metanálise: níveis de evidência e validade científica. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, Espírito Santo, v. 05, n. 03, p. 193-211, 2015.
- GONCHOROSKI, T. **Neurociências na educação: conhecimento e opiniões de professores**. 2014. 16f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- GONCHOROSKI, T.; SILVA, T. L. G. da; KINDEL, E. A. I. **Neurociências na Educação: conhecimento e opiniões de professores**. 2014.
- GOUVEIA, T. C. M. P.; PARRA, C. R. Neurociência e Didática. **Psicologia.pt** O portal dos Psicólogos. maio 2016. Disponível em: <<http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0983.pdf>> Acesso em: 07 jul. 2017.
- GROSSI, M. G. R. et al. Uma Reflexão sobre a Neurociência e os Padrões de Aprendizagem: A importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**. Maceió, v. 6, n. 12, p.93-111, jul./dez. 2014.
- GROSSI, M. G. R.; BORJA, S. D. B. A Neurociência e a Educação e Distância: um Diálogo Necessário. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 9, n. 19, p. 87-102, mai./ago. 2016.
- 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**, Salvador, v. 23, n. 41, p. 27-40, jan./jun. 2014.

GUERRA, L. B. **Neuroeducação**. Entrevista por: Fernanda Teixeira Ribeiro, 2015. Disponível em: <<http://revistaneuroeducacao.com.br/pedagogia-da-motivacao/>> Acesso em 21 dez. 2017.

_____. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocação**, v.4, n.4, p.3-12, jun. 2011.

_____. Como as neurociências contribuem para a educação escolar? **FGR em Revista**, Belo Horizonte, v. 4, n. 5, p. 6-9, 2010.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. Petrópolis: Vozes, 2001.

GUIMARÃES, S. É. R.; BORUCHOVITCH, E. O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos estudantes: Uma Perspectiva da Teoria da Autodeterminação. **Psicologia Reflexão e Crítica**, Rio Grande do Sul, v. 17, n. 2, p. 143-150, 2004.

HASSE, V. G.; FERREIRA, F. O. Neurociência cognitiva e educação matemática. In: IV ENCONTRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE OURO PRETO, 2010, Ouro Preto. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/216808626_Neurociencia_cognitiva_e_educacao_matematica> Acesso em: 07 jan. 2017.

HERCULANO-HOUZEL, S. **Neurociências na Educação**. Coleção Neurociências. São Paulo: Atta, 2009.

HOWARD-JONES, P.A. Neuroscience and education: myths and messages. **Nature Reviews Neuroscience**, n.15, p.817-824. 2014. Disponível em <<http://www.educationalneuroscience.org.uk/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/Howard-Jones-Neuromyth-nature14.pdf>>. Acesso em 25 jun. 2017.

HUNTER, J. C. **Como se tornar um líder servidor**: Os princípios de liderança de o monge e o executivo. Tradução de: A. B. Pinheiro de Lemos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2006.

IZIDORO, G. da S. et al. A Influência do Estado Nutricional no Desempenho Escolar. **Revista CEFAC**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1541-1547, set./out. 2014.

IZQUIERDO, I. **Memória**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

IZQUIERDO, I.; BEVILAQUA, L. R. M.; CAMMAROTA, M. A arte de esquecer **Estudos avançados**. v. 20 n. 58, 2006, p. 289-296. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142006000300024&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em: 01 jan. 2018.

JANSEN, JM., et al. O tempo e o sono na medicina da noite. In: JANSEN, JM., et al., orgs. **Medicina da noite: da cronobiologia à prática clínica** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007, pp. 21- 45. I

- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. **Fundamentos da Neurociência e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.
- KASTRUP, V. A aprendizagem da atenção na cognição inventiva. **Psicologia & Sociedade**. Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 7-16, set./dez. 2004.
- KIRK, J.; MILLER, M. L. **Reliability and validity in qualitative research**. Beverley Hills, CA: Sage Publications, 1986.
- KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Neurociência do Comportamento**. Manole, 2002.
- LEAL, G. Aprender a ensinar. Viver Mente e Cérebro, Scientific American, **Revista de psicologia, psicanálise, neurociências e conhecimento**, Ed. Duetto, ano XIV, n. 157, p. 40-49, fev. 2006.
- LENT, R. **Cem bilhões de neurônios: Conceitos fundamentais de neurociência**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2010.
- LEW, S. E.; REY, H. G. Jornalismo científico: a importância da estruturação do canal de comunicação entre cientistas e o público em geral. **Revista da Biologia**, v.15, n.1, p.1-20, 2016. Disponível em <http://www.ib.usp.br/revista/system/files/01_Lew_Rey.pdf>. Acesso em 30 out. 2017.
- LIMA, R. F. Compreendendo os mecanismos atencionais. **Ciências & Cognição**. v. 6: p. 113-122, 2005.
- LOPES, A. L. M.; FRACOLLI, L. A. Revisão sistemática de literatura e metassíntese qualitativa: considerações sobre sua aplicação na pesquisa em enfermagem. **Texto, Contexto, Enfermagem**. Florianópolis, v. 17, n. 4, out./dez. 2008, p. 771-778, 2008.
- LÜDKE, M.; ANDRE, M. E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MAIA, H. **Neuroeducação: a relação entre saúde e educação**. Rio de Janeiro: Ed. Wak, 2011.
- METRING, R. **Neuropsicologia e Aprendizagem: fundamentos necessários para planejamento do ensino**. Rio de Janeiro: Wak, 2011.
- MING, X. et al. Sleep insufficiency, sleep health problems and performance in high school students. **Clinical Medicine Insights: Circulatory, Respiratory and Pulmonary Medicine**, v.5, p.71-79, 2011.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.
- MORALES, R. **Educação e neurociências: uma via de mão dupla**. In: REUNIÃO DA ANPED, Caxambu, 8, out. 2005. Disponível em: <<http://28reuniao.anped.org.br/textos/GT13/gt131611int.rtf>> Acesso em 10 jan. 2018.

MOREIRA, A. et al. A influência do estado nutricional e da ingestão alimentar na aprendizagem escolar. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 29, p. 105-113, dez. 2015.

MOROSINI, M. C.; COMARÚ, P. A. A dimensão profissional docente: As questões do nosso tempo. In: ENRICONE, D. **Professor como aprendiz**. Saberes docentes. Porto Alegre, EDUPUCRS, 2009. p. 62-92.

NICIDA, D. P. O cérebro em transformação: a neuroplasticidade. In: LEIBIF, S. (Org.). **O cérebro que aprende**. São Paulo: All Print Editora, 2008. p. 59-73.

NOGARO, A. Neurociência, formação de professores e práticas pedagógicas.

WebArtigos, jun. 2012. Disponível em:

<<http://www.webartigos.com/artigos/neurociencia-formacao-de-professores-e-praticas-pedagogicas/90118/#ixzz3IfvCI9fq>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

NORONHA, F. Contribuições da neurociência para a formação de professores.

WebArtigos, mar. 2008. Disponível em:

<<http://www.webartigos.com/articles/4590/1/Contribuicoes-Da-Neurociencia-Para-AFormacao-De-Professores/pagina1.html>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. **Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science**. Paris, França: Centre for Educational Research and Innovation, OECD Publishing, 2007.

OLIVEIRA, G. G. de. **A pedagogia da Neurociência**: ensinando o cérebro e a mente. Curitiba: Appris, 2015.

OLIVEIRA, G. G. de. **Neurociência e os Processos Educativos**: um saber necessário na formação de professores. 2011. 146f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2011.

OLIVEIRA, G. G. de. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**. São Leopoldo: Unisinos, v. 18, n.1, p. 13-24, jan./abril, 2014.

OLIVEIRA, G. G. de.; BATISTA, G. A. **Andragogia e aprendizagem na modalidade de educação a distância**: contribuições da neurociência. São Paulo: Peixoto Neto, 2009.

PAGEL, J.F.; KWIATKOWSKI, C. F. Sleep Complaints Affecting School Performance at Different Educational Levels. **Frontiers in Neurology**, v.1, p. 1-6, nov.2010.

PALMINI, A. L. F. A neurociência das relações entre professores e alunos. In: FREITAS, A. L. S. et al. **Capacitação docente: um movimento que se faz compromisso**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010, p. 15-24.

PEREZ-CHADA, D. A brief afternoon nap following nocturnal sleep restriction: which nap duration is most recuperative? **SLEEP**, v. 29, n. 6, p. 831-840. 2006.

PESSOA, L. On the relationship between emotion and cognition. **Nature reviews. Neuroscience**, v. 9, n. 2, p. 148-158, fev. 2008.

PINHEIRO, M. Fundamentos de neuropsicologia: o desenvolvimento cerebral da criança. **Vita et Sanitas**, Trindade, v. 1, n. 01, 2007, p. 34-48.

PINTO, A. C. Memória, cognição e educação: Implicações mútuas. In B. Detry e F. Simas (Eds.), **Educação, cognição e desenvolvimento: Textos de psicologia educacional para a formação de professores**. Lisboa: Edinova, 2001. p. 17-54.

PINTO, C. M. Metanálise Qualitativa como Abordagem Metodológica para Pesquisas em Letras. **Atos de Pesquisa em Educação- PPGE/ME**, v.8, n.3, set./dez. 2013, p. 1033-1048, 2013.

PINTO, C. M. **Metanálise qualitativa de investigação brasileira sobre letramento digital na formação de professores de línguas do RS**. 2015. 169 f. Tese (Doutorado em Letras) - Pelotas: UCPEL, 2015.

PIPER, F. K. **A Importância da Memória de Trabalho para a Aprendizagem**. 2014. Disponível em: <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/anais/XIII_semanadeletras/pdfs/francielpiper.pdf> Acesso em: 02 jan. 2018

PORTES, D. S. A importância das neurociências na formação do professor de inglês. **Revista Psicopedagógica**. Viçosa, v. 32, n. 98, p. 168-181, 2015. Disponível em <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v32n98/07.pdf>> Acesso em: 20 set. 2017.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Tradução de: Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAMOS, L. B. da C.; ROSA, P. R. da S. O Ensino de Ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências** – v. 13, n. 3, 2008, p. 299-331. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/444/262>> Acesso em: 20 dez. 2017.

RATO, J. R.; CALDAS, A. C. Neurociências e educação: realidade ou ficção? In: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO EM PSICOLOGIA, 7., 2010, Braga. **Actas...** Braga: Ed. Universidade do Minho, 2010. p. 626-644.

RELVAS, M. P. **Neurociência e educação: potencialidades dos gêneros humanos na sala de aula**. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak Ed, 2010.

_____. **Fundamentos biológicos da educação: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem**. 4. ed. Rio de Janeiro: Wak Ed, 2009.

RIBEIRO, C. Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v.16, n.1, p. 109-116, 2003.

RIBEIRO, M. E. M. **O papel de uma comunidade de prática de professores na promoção do interesse dos alunos em aulas de Química**. 2013. 154 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

RIBEIRO, S.; MOTA, N.; COPELLI, M.. Dossier Rumo ao cultivo ecológico da mente. **Revista Propuesta Educativa**, Argentina. v. 2, n. 46, p. 42 a 49. Nov. 2016.

RIVOLTELLA, P. C. Fare Didattica con gli EAS. Episodi di Apprendimento Situati. Brescia: La Scuola, 2013.

RIESGO, R. Anatomia da Aprendizagem. In. ROTTA; OHLWEILER; RIESGO [et al]. **Transtornos da Aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

ROLIM, S. A. M. Aspectos neuropsicológicos do desenvolvimento cognitivo da criança: sono, memória, aprendizado e plasticidade neural. In: KONKIEWITZ, E. C. **Aprendizagem, comportamento e emoções na infância e na adolescência: uma visão transdisciplinar**. Dourados, Rio Grande do Sul: Editora da Universidade Federal da Grande Dourados, 2013. p. 35-46.

ROSADO, A.; FERREIRA, V. Promoção de ambientes positivos de aprendizagem. In: ROSADO, A.; MESQUITA, I. (Eds.), **Pedagogia do Desporto**, Lisboa: FMH edições, 2009, p. 185-206.

ROTTA, N. T. Plasticidade cerebral e aprendizagem. In: ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L; RIESGO, R. S. **Transtornos de aprendizagem: uma abordagem neurobiológica e multidisciplinar**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 469-486.

SANTOS, C. M. dos; MORAES, C. S. de; MAGALHÃES, C. de J. S. Leitura, escola e o compromisso do professor: entre preocupações e provocações. **RPGE**– Revista online de Política e Gestão Educacional, v. 21, n. 1, p. 227-247, 2017. Disponível em: <<http://piwik.seer.fclar.unesp.br/rpge/article/view/9731/6601>> Acesso em: 10 dez. 2017.

SANTOS, D. R. dos. Contribuições da neurociência à aprendizagem escolar na perspectiva da educação inclusiva. **Psicopedagogia Online**, 2011. Disponível em <http://files.cdircscomunidadespraticas.webnode.com/200000100-6b2f46d264/artigo_deniserusso.pdf> Acesso em 01 out. 2017.

SARMENTO, A. K. C. **A utilização dos materiais manipulativos nas aulas de matemática**. 2010. Disponível em: <http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/VI.encontro.2010/GT_02_18_2010.pdf> Acesso em: 10 jan 2018.

SCRIPTORI, C., C. Conhecimento escolar, modelos organizadores de pensamento e docência. In: _____. **Universidade e Conhecimento: desafios e perspectivas no âmbito da docência, pesquisa e gestão**. Campinas/SP: Editora Mercado de Letras. 2004, p. 65- 84.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, California, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986.

SILVA, C. L. da. Professores pensando sobre neurociência e educação. **Revista Acadêmica de Educação do ISE Vera Cruz**, v.2, n.2, p. 232-247, 2012.

SILVA, C. R. **Ansiedade no Meio Escolar**. 2011. 30f. Monografia (Licenciatura em Biologia a distância) – Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás, Brasília, 2011.

SILVA, F. da; MORINO, C. R. I. A importância das neurociências na formação de professores. **Momento Diálogos em Educação**, Rio Grande, v. 21, n. 1, p. 29-50, 2012. Disponível em <<https://www.seer.furg.br/momento/article/view/2478/2195>>. Acesso em 10 ago. 2017.

SILVA, U.R.; BERKENBROCK-ROSITO, M. M. Trabalho docente: as contribuições das ciências cognitivas e neurociências. **Revista @ambienteeducação**, Universidade Cidade de São Paulo, v. 9, n. 1, p.5 6-70, jan/jun, 2016.

SILVERMAN, D. **Interpretação de dados qualitativos: métodos para análise de entrevistas, textos e interações**. Tradução de: Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SIMÕES, E. M. S.; NOGARO, A.; PACHECO, L. M. D. Estado do Conhecimento: conexões entre neurociência e educação em pesquisas acadêmicas. In: III Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica - A Educação Científica e Tecnológica no contexto das realidades socioambientais, 2015. jun. 2015. **Anais eletrônicos... III CIECITEC**, URI Santo Ângelo, 2015. URI Disponível em <<http://www.santoangelo.uri.br/anais/ciecitec/2015/resumos/comunicacao/904.docx>> Acesso em 05 set. 2017.

SIMÕES, E. M. S.; NOGARO, A.; ECCO, I. Saberes da Neurociência Cognitiva na Formação de Educadores. In: XII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 12, 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Editora Champagnat, 2015. p. 38785-38799.

SIMÕES, P. M. U. Análise de Estudos sobre Atenção Publicados em Periódicos Brasileiros. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 18, n. 2, p.321-330, maio/ago. 2014.

SIQUEIRA, C. M.; GURGEL-GIANNETTI, J. Mau desempenho escolar: uma visão atual. **Rev Assoc Med Bras**; São Paulo, v. 57, n. 1, p. 78-87, jan./fev. 2011.

SOARES, I. M. F.; BEJARANO, N. R. R. Crenças dos professores e formação docente. **Revista Faced**, Salvador, n.14, p.55-71, jul./dez. 2008.

SOUSA, A. B. de. SALGADO, T. D. M. Memória, aprendizagem, emoções e inteligência. **Revista Liberato**. Novo Hamburgo, v. 16, n. 26, p. 101 – 220, jul./dez. 2015.

SPITZER, M. **Aprendizagem Neurociências e a Escola da Vida**. Lisboa: Climepsi Editores, 2007.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. 4ª ed. Stamford: Cengage Learning. 2012.

STERN, P. N.; HARRIS, C. C. Women's health and the self-care paradox: a model to guide self-care readiness. **Health Care for Women International**, 6, p. 151–163, 1985.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**; v. 14, n. 1, p. 50-74, mar. 2009.

TABACOW, L. S. **Contribuições da Neurociência Cognitiva para a Formação de Professores e Pedagogos**. 2006. 266f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2006.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz**. São Paulo: Loyola, 2004.

TAPIA, J.; MONTEIRO, I. Orientação motivacional e estratégias motivadoras na aprendizagem escolar. In: COLL, C.; MARCHESI, Á.; PALACIOS, J. (Org.). **Desenvolvimento psicológico e educação**. 2. ed. Tradução por: Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, v.2, 2004, p. 177-192.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O Trabalho Docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. 7 ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

TAYLOR, S. J.; BOGDAN, R. **Introduction to qualitative research methods: a guidebook and resource**. 3. rd ed. New York: John Wiley, 1998.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. **The Scientifically Substantiated Art of Teaching: A Study in the Development of Standards in the New Academic Field of Neuroeducation (Mind, Brain, and Education Science)**. 2008. 624 f. Dissertation (PhD), Capella University, Minnesota, 2008.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **The new Science of Teaching and Learning: using the best of mind, brain and education science in the classroom**. Nova Iorque: Teachers College Press, 2010.

TURCATTO, J. A.; STEIN, D. J. Motivação Aliada ao Processo de Aprendizagem: Uma Contribuição da Neurociência. In: SEMINÁRIOS DE MÍDIA & CIDADANIA E MÍDIA & CULTURA, 2014. Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Semic, 2014, Disponível em:

<<http://faifaculdades.edu.br/eventos/SEMIC/2014/5SEMIC/arquivos/resumos/RES16.pdf>> Acesso em: 31 out. 2017.

UEHARA, E; LANDEIRA-FERNANDEZA, J. Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 2, p. 31 – 41, ago. 2010.

VALLE, L. E. L. R do; VALLE, E. L. R. do; REIMÃO, R. Sono e Aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, São Paulo, v. 26, n. 80, p. 286-290, 2009. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v26n80/v26n80a13.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

VALLE, L. E. L. R. do. **Cérebro e aprendizagem**: um jeito diferente de viver. 3 ed. Rio de Janeiro: Walk Editora, 2014.

VARMA, S.; McCANDLISS, B. D.; SCHWARTZ, D. Scientific and Pragmatic Challenges for Bridging Education and Neuroscience. **Educational Researcher**, v. 37, n. 3, p. 140+152, fev.2008.

Volume: 37 issue: 3, page(s): 140-152

Article first published online: November 16, 2016; Issue published: April 1, 2008

Received: June 01, 2007; Revisions received: February 14, 2008; Accepted: February 25, 2008

VIEIRA, E. P. de P. Neurociências, cognição e educação: limites e possibilidade na formação de professores. **Revista Praxis**, Volta Redonda, n. 8, p. 31-38, ago. 2012.

WENZEL, J. S.; MALDANER, O. A. A Prática da Escrita e Reescrita em Aulas de Química como Potencializadora do Aprender Química. **Química Nova Escola**. São Paulo, v. 36, n. 4, p. 314-320, nov. 2014. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_4/11-EQF-93-13.pdf> Acesso em: 01 ago. 2017.

ZORZI, J. L. **Aprendizagem e distúrbios da linguagem escrita**: questões clínicas e educacionais. Porto Alegre: Artmed, 2003.

APÊNDICE - UNIDADES DE SENTIDO DA CATEGORIA A NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS

A Neurociência na Formação de Profissionais

| Unidades de Sentido | Reescrita | Palavras-chave | Categoria Final (Subcategoria) |
|---|--|---|---|
| A04.7-2 “surge a necessidade de refletir sobre um novo saber disciplinar baseado nos conhecimentos neurocientíficos, os quais poderiam ser vinculados às disciplinas direcionadas à aprendizagem humana” (p. 546) | Há necessidade de refletir sobre um novo saber disciplinar apoiado nos conhecimentos neurocientíficos, o qual poderia ser vinculado a disciplinas cujo foco é a aprendizagem humana. | Conhecimentos neurocientíficos e aprendizagem | A Neurociência na Formação de Profissionais (A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais) |
| A04.1-1 “Como resultado, destaca-se a necessidade de revisão das estruturas curriculares dos cursos de formação de professores, em especial das licenciaturas, indicando como alternativa a inserção de disciplinas, ou a reestruturação de disciplinas já existentes, com vistas a propiciar a interlocução entre neurociência, ensino e aprendizagem” (p. 537) | Necessidade de revisão das estruturas curriculares dos cursos de formação de professores, indicando como alternativa a inserção de disciplinas, ou a reestruturação de disciplinas já existentes, com vistas a propiciar a interlocução entre neurociência, ensino e aprendizagem. | Aprendizagem no currículo/interlocução neurociência, ensino e aprendizagem. | A Neurociência na Formação de Profissionais (A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais) |
| A04.7-3 “a articulação entre neurociências e educação pode ocorrer por meio da renovação de | A articulação entre neurociências e educação pode ocorrer por meio da | Neurociências e educação/formação de professores. | A Neurociência na Formação de Profissionais |

| | | | |
|--|---|--|---|
| um componente já existente ou pelo acréscimo de um novo componente curricular nos cursos de formação de professores (p. 546) | renovação de um componente já existente ou pelo acréscimo de um novo componente curricular nos cursos de formação de professores. | | (A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais) |
| A04.8-1 “Trata-se de propor um saber disciplinar que embasa e se aprimora num saber profissional, pois ao descobrir o que a neurociência cognitiva pode oferecer à educação e vice-versa, na perspectiva de que esses saberes se complementam, se enriquecem e se necessitam (p. 546) | Trata-se de propor um saber disciplinar que embasa e se aprimora num saber profissional, pois ao descobrir o que a neurociência cognitiva pode oferecer à educação e vice-versa, na perspectiva de que esses saberes se complementam, se enriquecem e se necessitam, o conhecimento se concretiza . | Neurociência cognitiva e educação | A Neurociência na Formação de Profissionais (A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais) |
| A09.16-1 “Para Tabacow (2006), as atuais diretrizes curriculares da formação de professores no Brasil não levam em consideração estudos relacionados ao funcionamento do cérebro” (p. 36) | Para Tabacow (2006), as atuais diretrizes curriculares da formação de professores no Brasil não levam em consideração estudos relacionados ao funcionamento do cérebro. | Formação de professores/ diretrizes curriculares | A Neurociência na Formação de Profissionais (A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais) |
| A09.18 “inequívoca necessidade de atualização curricular das universidades e dos profissionais | Há necessidade de atualização curricular das universidades e dos | Necessidade de atualização curricular | A Neurociência na Formação de Profissionais |

| | | | |
|--|---|--|---|
| da educação em relação aos avanços científicos, de modo que isso seja refletido na educação escolar básica” (p. 36) | profissionais da educação em relação aos avanços científicos, de modo que isso seja refletido na educação escolar básica. | | (A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais) |
| A04.7-4 Sua prioridade deve ser a de adicionar informações científicas e subsidiar futuras ações práticas não se constituindo apenas em mais um saber disciplinar, mas em um saber pertinente e útil para a prática profissional da docência.” (p. 546) | Sua prioridade deve ser a de adicionar informações científicas e subsidiar futuras ações práticas não se constituindo apenas em mais um saber disciplinar, mas em um saber pertinente e útil para a prática profissional da docência. | Implicações para prática profissional docente | A Neurociência na Formação de Profissionais (A Neurociência como Saber Disciplinar na Formação de Profissionais) |
| D05.4.1 “Burnett (2010) sugere que os cursos de formação de professores incluam em seus programas a compreensão de como os ambientes de aprendizagem são importantes para o desenvolvimento do cérebro, de modo a adequarem seus currículos” (p. 116) | Cursos de formação de professores devem incluir em seus programas a compreensão de como os ambientes de aprendizagem são importantes para o desenvolvimento do cérebro, de modo a adequarem seus currículos. | Formação de professores/ Inclusão no programa | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| T04.7-1 “presume-se que as habilidades metacognitivas devem ser estimuladas desde o início da formação docente, para que, durante o curso, práticas sucessivas se tornem um | As habilidades metacognitivas devem ser estimuladas desde o início da formação, para que, durante o curso, práticas sucessivas | Metacognição na formação docente | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da |

| | | | |
|--|--|--|---|
| potencial de aprimoramento, proporcionando que as alunas se tornem aprendizes estratégicos e se constituam em professores estratégicos” (p. 103) | se tornem um potencial de aprimoramento, proporcionando que os alunos se tornem aprendizes estratégicos e se constituam em professores estratégicos | | Área de Educação) |
| T04.14.1 “cabe às instituições formadoras de professores propiciarem uma formação baseada na intenção de promover a reflexão sobre seus próprios processos de aprendizagem, favorecendo sua capacidade de decisão e autonomia” (p. 108-109) | Cabe às instituições formadoras de professores propiciarem uma formação baseada na intenção de promover a reflexão sobre seus próprios processos de aprendizagem, favorecendo sua capacidade de decisão e autonomia. | Formação de professores reflexivos sobre seus próprios processos de aprendizagem | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A09.2-1 “as diferentes formas como as neurociências são concebidas, implicam em maneiras de serem pensadas em currículos pensados para a formação de professores” (p. 33) | Diferentes formas de conceber neurociências implicam em maneiras de serem pensadas em currículos idealizados para a formação de professores. | Concepção de neurociência/ currículo/ formação de professores | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A09.11 “ao associar neurociências, cognição e educação, outras indagações se fazem necessárias – É pertinente considerar a possibilidade de antecipar discussões desta natureza na formação de professores?” (p. 35) | Ao associar neurociências, cognição e educação, outras indagações se fazem necessárias – É pertinente considerar a possibilidade de antecipar | Neurociências, cognição e educação/ formação de professores | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | discussões desta natureza na formação de professores? | | |
| A09.15 “a questão lançada é a de complementaridade entre neurociência e teorias tradicionais da aprendizagem, ainda assim, deve-se reconhecer que esta relação entre saberes está distante das maneiras de se praticar a formação de professores, especialmente em nosso país” (ANDRADE; PRADO, 2003)” (p.36) | A complementaridade entre neurociência e teorias tradicionais da aprendizagem está distante das maneiras de se praticar a formação de professores (ANDRADE; PRADO, 2003, p. 36). | Neurociência / teorias tradicionais da aprendizagem/ formação de professores | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A09.20 “No caso específico de discussões neurocientíficas na formação inicial de professores, Tabacow (2006) se mostra reticente em defendê-la, ao menos em curto prazo. Afirma que a neurociência é uma área de conhecimento que está em seu nascedouro, o que a leva fazer mais perguntas do que fornecer respostas, comportando cautela no que tange a crença de que possa resolver todos os problemas educacionais” (p. 37) | Tabacow (2006) se mostra reticente em defender discussões neurocientíficas na formação inicial de professores, ao menos em curto prazo. | Neurociência/ formação inicial de professores/ cautela | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A19.5 “Um desafio final para a introdução do conteúdo de neurociências na formação inicial de professores é que os educadores de nível | Para a introdução do conteúdo de neurociências na formação inicial de professores, os educadores | Neurociência/ Formação inicial de professores | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na |

| | | | |
|--|--|---|---|
| universitário precisam estar convencidos de que fazê-lo resultará na preparação de melhores professores para sala de aula” (p. 326) | universitários precisam estar convencidos de que fazê-lo resultará na preparação de melhores professores para sala de aula. | | Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A28.4 “argumentamos que é crucial para o treinamento em aspectos da neurociência cognitiva se tornar uma parte fundamental da formação de professores, enquanto ao mesmo tempo os estudantes de pós-graduação em neurociência cognitiva devem ser expostos a questões educacionais” (p. 40) | É crucial o treinamento em aspectos da neurociência cognitiva se tornar uma parte fundamental da formação de professores, enquanto ao mesmo tempo os estudantes de pós-graduação em neurociência cognitiva devem ser expostos a questões educacionais. | Treinamento de aspectos da neurociência/ formação de professores | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A28.5-1 “acreditamos que os programas de formação de professores precisam integrar cursos sobre neurociência cognitiva em seus currículos ou integrar métodos cognitivos de neurociência e achados em seus cursos atuais” (p. 40) | Os programas de formação de professores necessitam de cursos sobre neurociência cognitiva em seus currículos ou da integração de métodos cognitivos de neurociência e achados em seus cursos atuais. | Programas de formação de professores/ cursos de neurociência cognitiva | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A43.1-2 “é surpreendente que a formação de professores geralmente não inclui cursos sobre alfabetização científica e cérebro e educação” (p. 147) | Geralmente, a formação de professores não inclui cursos sobre alfabetização científica e cérebro e educação. | Formação de professores / cursos de alfabetização científica e cérebro e educação | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Área de Educação) |
| A09.17 “Não se trata de tornar professores especialistas em áreas da saúde, mas sim, de torná-los especialistas em educação, na concepção de Ciasca (1994), qual seja, que tenham capacidade de refletir sobre os processos de ensino e aprendizagem em seus contextos variados e que podem incluir contribuições das neurociências, dentre outras” (p.36) | Não se trata de tornar professores especialistas em áreas da saúde, mas sim, de torná-los especialistas em educação. | Professores especialistas em educação | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A02.1-2 “assim, por meio de exemplos que integrem neurociência básica com situações cotidianas ao educador físico, é possível demonstrar para o aluno que esses conhecimentos são base e substrato de muitas das atividades a serem desempenhadas profissionalmente” (p. 19). | Assim, por meio de exemplos que integrem neurociência básica com situações cotidianas ao educador físico, é possível demonstrar para o aluno que esses conhecimentos são base e substrato de muitas das atividades a serem desempenhadas profissionalmente. | Neurociência com situações diárias/ formação profissional | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A04.8-2 “podemos entrelaçar teorias científicas com a prática docente e, conseqüentemente, fundamentar o saber pragmático dos professores” (p. 546). | Podemos entrelaçar teorias científicas com a prática docente e, conseqüentemente, fundamentar o saber pragmático dos professores. | Teorias científicas com a prática docente | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>A04.9-1 “nesse caso, a interlocução entre neurociências e educação influenciaria a futura ação pedagógica dos acadêmicos (p. 547)</p> | <p>A interlocução entre neurociências e educação influenciaria a futura ação pedagógica dos acadêmicos.</p> | <p>Neurociências e educação</p> | <p>A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação)</p> |
| <p>A04.9-2 “os conteúdos neurocientíficos podem vir a colaborar substancialmente no melhor desempenho docente” (p. 547)</p> | <p>Os conteúdos neurocientíficos podem vir a colaborar no melhor desempenho docente.</p> | <p>Conteúdos neurocientíficos/ desempenho docente</p> | <p>A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação)</p> |
| <p>A20.10 “os professores devem aprender sobre a neurociência simplesmente porque estão no negócio de moldar cérebros. Assim como esperamos que os médicos estudem química, apesar de virtualmente nunca usar o conhecimento da síntese orgânica em seus trabalhos, os entrevistados sentiram que os educadores deveriam saber algo sobre a ciência do aprendizado e do desenvolvimento do cérebro” (p. 338)</p> | <p>Os professores devem aprender sobre neurociência, pois estão no negócio de moldar cérebros.</p> | <p>Professores devem aprender sobre a neurociência</p> | <p>A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação)</p> |
| <p>A31.2-1 “como é evidente, um professor bem informado geralmente tomará melhores</p> | <p>O professor bem informado geralmente tomará melhores</p> | <p>Professor bem informado/ melhores decisões</p> | <p>A Neurociência na Formação de Profissionais</p> |

| | | | |
|---|--|--|---|
| decisões" (p. 167) | decisões. | | (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A02.1-3 “Desse modo, abordando tanto a neurociência diretamente aplicada à prática quanto como ciência de base, é possível promover a construção do conhecimento de maneira integrada e complementar” (p. 19) | Abordando tanto a neurociência diretamente aplicada à prática quanto como ciência de base, é possível promover a construção do conhecimento de maneira integrada e complementar. | Neurociência aplicada à prática (construção do conhecimento) | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A25.4-1 “Um segundo benefício que vemos na introdução dessas práticas na educação é o aprimoramento do desenvolvimento profissional em educadores para nutrir as próprias qualidades, e por sua vez, para nutrir os alunos” (p. 150) | O benefício de introduzir essas práticas na educação é o aprimoramento profissional de educadores para nutrir as próprias qualidades, e por sua vez, as dos alunos. | Práticas contemplativas/ desenvolvimento profissional docente | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A43.7-2 “Isso não só requer a integração de conceitos e métodos de neurociência cognitiva na formação de professores, mas também requer o treinamento de neurocientistas cognitivos na compreensão do processo e prática educacional com todas as restrições do mundo real” (p. 149) | Necessária integração de conceitos e métodos de neurociência cognitiva na formação de professores e também treinamento de neurocientistas cognitivos na compreensão do processo e prática educacional. | Formação de professores/ treinamento de neurocientistas cognitivos | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>A24.2-1 “É importante considerar estratégias para melhorar o desenvolvimento profissional de neurocientistas e educadores que trabalham no campo” (p. 4)</p> | <p>Estratégias são importantes para melhorar o desenvolvimento profissional de neurocientistas e educadores que trabalham no campo.</p> | <p>Desenvolvimento profissional</p> | <p>A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação)</p> |
| <p>A28.8 “Os professores precisam se tornar "alfabetizados em neurociência" e, ao mesmo tempo, os neurocientistas cognitivos precisam se tornar "alfabetizados em educação" para que os campos sejam forjados fortes” (p.40)</p> | <p>Os professores precisam ser "alfabetizados em neurociência" e, os neurocientistas cognitivos precisam se tornar "alfabetizados em educação".</p> | <p>Professores alfabetizados em neurociências</p> | <p>A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação)</p> |
| <p>A24.2-2 “Há necessidade de proporcionar oportunidades para que os neurocientistas sejam treinados em teoria e pedagogia educacional e para pesquisadores educacionais e educadores para equipar com uma compreensão básica sobre descobertas, teorias e métodos neurocientíficos (Ansari, Coch & De Smedt, 2011; Ansari, De Smedt, & Grabner, 2012; Ansari & Coch, 2006).” (p. 4).</p> | <p>“Há necessidade de proporcionar oportunidades para que os neurocientistas sejam treinados em teoria e pedagogia educacional e para pesquisadores educacionais e educadores sejam treinados para uma compreensão básica sobre descobertas, teorias e métodos neurocientíficos (Ansari, Coch & De Smedt, 2011; Ansari, De Smedt, & Grabner, 2012; Ansari & Coch,</p> | <p>Treinamento de neurocientistas e educadores</p> | <p>A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação)</p> |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | 2006).” | | |
| A40.3 “Afirmamos que um dos mecanismos cruciais a estabelecer para desenvolver uma ciência sustentável de MCE e prevenir o uso indevido de descobertas de neurociências na educação é o treinamento para educadores e neurocientistas” (p. 546). | Um dos mecanismos para desenvolver uma ciência sustentável de MCE e prevenir o uso indevido de descobertas de neurociências na educação é o treinamento para educadores e neurocientistas. | Prevenir o uso indevido de descobertas/ treinamento de educadores e neurocientistas | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |
| A43.8 “Assim, enquanto os programas de educação tradicional precisam facilitar um treinamento mais amplo na pesquisa científica, os programas de neurociência cognitiva devem integrar a experiência da sala de aula em seus currículos” (p. 149) | Os programas de educação precisam facilitar um treinamento mais amplo em pesquisa científica e os programas de neurociência cognitiva devem integrar a experiência da sala de aula. | Treinamento amplo em pesquisa científica/ integração de experiência em sala de aula (bidirecional) | A Neurociência na Formação de Profissionais (O Papel da Neurociência na Formação de Profissionais da Área de Educação) |



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br