



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICAS

VALDETE LEAL DE OLIVEIRA

**UM ESTUDO DESCRITIVO-ANALÍTICO SOBRE APRENDIZAGEM EM  
PESQUISAS DOUTORAIS DE NEUROCIÊNCIAS (2007-2018)**

Belém/Pará  
2020

VALDETE LEAL DE OLIVEIRA

**UM ESTUDO DESCRITIVO-ANALÍTICO SOBRE APRENDIZAGEM EM  
PESQUISAS DOUTORAIS DE NEUROCIÊNCIAS (2007-2018)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, do Instituto de Educação Matemática e Científica, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas.

Área de concentração: Educação Matemática

Linha de pesquisa: Filosofia, História e Estudos Culturais

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Iran Abreu Mendes

Belém/Pará  
2020

VALDETE LEAL DE OLIVEIRA

**UM ESTUDO DESCRITIVO-ANALÍTICO SOBRE APRENDIZAGEM EM  
PESQUISAS DOUTORAIS DE NEUROCIÊNCIAS (2007-2018)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, do Instituto de Educação Matemática e Científica, como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas.

Área de concentração: Educação Matemática

Linha de pesquisa: Filosofia, História e Estudos Culturais

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Iran Abreu Mendes

Data da aprovação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Banca examinadora:

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Iran Abreu Mendes – Orientador  
Universidade Federal do Pará

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Carlos Aldemir Farias da Silva – Membro Interno  
Universidade Federal do Pará

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria dos Remédios de Brito – Membro Interno  
Universidade Federal do Pará

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Socorro de Sousa – Membro Externo  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Auxiliadora Lisboa Moreno Pires – Membro Externo  
Universidade Estadual de Feira de Santana

Belém/Pará  
2020

## RESUMO

Desenvolvemos um estudo documental em ambiente virtual, no qual se analisou pesquisas doutorais produzidas em Neurociências e em Educação no Brasil durante o período de 2007-2018, com o objetivo de identificar, catalogar, analisar e organizar dados dispersos para investigarmos quais as contribuições das pesquisas desenvolvidas no campo das Neurociências para as pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem, bem como buscamos evidenciar se as perspectivas de Bear, Connors & Paradiso (2017), Kandel e colaboradores (2014), Lent (2010) sob a aprendizagem fazem-se presente nessas produções. Para tanto, recorreremos ao Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A presente pesquisa constitui-se de quatro capítulos interligados entre si. O primeiro caracteriza-se por ser um capítulo histórico no qual objetivamos responder ao seguinte questionamento: Neurociências ou Neurociência? Para respondê-lo adotamos um enfoque multifereencial ao consultarmos livros, artigos e pesquisas doutorais. No segundo, desenvolvemos um estudo descritivo-analítico com o objetivo de evidenciar se as pesquisas doutorais desenvolvidas no Brasil entre 2007-2017 em Neurociências, Psicologia, Psicologia do Ensino e da Aprendizagem, Interdisciplinar, Educação, Ensino de Ciências e Matemática e no campo das Ciências Sociais e Humanas durante o período de 2007-2017 apresentam contribuições que possam migrar para o campo da aprendizagem, bem como buscamos saber como a Neuroeducação brasileira vem se delineando, a partir dessas pesquisas. Realizamos ainda o estudo descritivo-analítico de pesquisas doutorais produzidas no Brasil ao longo do período 2007-2018, porém, neste momento da pesquisa ampliamos as 'Grandes áreas de Conhecimentos', 'Áreas de Conhecimentos' e as 'Áreas de Concentração' investigadas. Ao passo que no terceiro capítulo investigamos especificamente treze (13) pesquisas doutorais desenvolvidas na interlocução Neurociências e Educação, com o objetivo de revelar as possíveis contribuições dessas pesquisas para o campo da aprendizagem. No quarto capítulo, utilizamos o IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), um *software* de processamento de dados textuais gratuito que oferece formas de processamento de dados textuais, tais como: lexicografia básica (cálculo de frequência de palavras) e processamento multivariado (Classificação Hierárquica Descendente, Grafo de Similitude, Nuvem de Palavras) (LABART & SALEM, 1994; DOISE, CLEMENCE & LORENZI-CIOLDI, 1992). Os resultados demonstram que as pesquisas doutorais produzidas em Neurociências no Brasil (2007-2018) apresentam contribuições que podem migrar para as pesquisas produzidas no campo da aprendizagem, porém, essas informações encontram-se compiladas, fundamentalmente, em pesquisa básica, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisa futuras para aplicá-las com fins educacionais. Nenhuma das treze pesquisas recorreu a Bear, Connors & Paradiso (2017), Kandel e colaboradores (2014), Lent (2010) para discorrer sobre aprendizagem. Bem como se revelou também a diversidade temática existente nessas produções, e que a Neurociência desenvolvida no Brasil (2007-2018) configura-se como um movimento próprio do campo educacional.

**Palavras-Chave:** Educação. Neurociências. Neuroeducação. Psicologia da Aprendizagem.

## ABSTRACT

We developed a documentary study in a virtual environment, in which doctoral research produced in Neurosciences and Education in Brazil during the period 2007-2018 was analyzed with the aim of identifying, cataloging, analyzing and organizing dispersed data to investigate the contributions of the research developed in the field of Neuroscience for research developed in the field of learning, as well as we seek to evidence whether the perspectives of Bear, Connors & Paradiso (2017), Kandel and collaborators (2014), Lent (2010) under learning are present in these productions. To this end, we turn to the Bank of Theses and Dissertations of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). This research consists of four interconnected chapters. The first is characterized by being a historical chapter in which we aim to answer the following question: Neuroscience or Neuroscience? To answer this question, we adopted a multi-differential approach when consulting books, articles and doctoral research. In the second, we developed a descriptive-analytical study in order to show whether the doctoral research developed in Brazil between 2007-2017 in Neurosciences, Psychology, Psychology of Teaching and Learning, Interdisciplinary, Education, Science and Mathematics Teaching and in the field of Social and Human Sciences during the period 2007-2017 present contributions that may migrate to the field of learning, as well as we seek to know how Brazilian neuroeducation has been outlined, from these researches. We also carry out the, we developed a descriptive-analytical study, of doctoral research produced in Brazil over the period 2007-2018, however, at this point in the research, we expanded the 'Large Areas of Knowledge', 'Areas of Knowledge' and the 'Areas of Concentration' investigated. While in the fourth chapter we specifically investigated thirteen (13) doctoral researches developed in the interlocution of Neurosciences and Education with the aim of revealing the possible contributions of these researches to the field of learning. In the fourth chapter, we use o IRAMUTEQ (Interface for R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires) a free textual data processing software that offers ways of processing textual data, such as: basic lexicography (calculation of word frequency) and multivariate processing (Descending Hierarchical Classification, Similitude Graph, Word Cloud) (LABART & SALEM, 1994; DOISE, CLEMENCE & LORENZI-CIOLDI, 1992). The results demonstrate that the doctoral research produced in Neurosciences in Brazil (2007-2018) presents contributions that can migrate to research produced in the field of learning, however, this information is compiled fundamentally in basic research and it is necessary to develop future research to apply them for educational purposes. None of the thirteen researches used Bear, Connors & Paradiso (2017), Kandel *et al* (2014), Lent (2010) to discuss learning. As well as the thematic diversity existing in these productions, and that the neuroscience developed in Brazil (2007) -2018) is configured as a movement specific to the educational field.

**Keywords:** Education. Neurosciences. Neuroeducation. Learning Psychology.

## RESUME

Nous avons développé une étude documentaire dans un environnement virtuel, dans laquelle la recherche doctorale produite en Neurosciences et Éducation au Brésil au cours de la période 2007-2018 a été analysée dans le but d'identifier, de cataloguer, d'analyser et d'organiser des données dispersées pour étudier les contributions de la recherche développée dans le domaine des Neurosciences pour la recherche développée dans le domaine de l'apprentissage, ainsi que nous cherchons à démontrer si les perspectives de Bear, Connors & Paradiso (2017), Kandel et collaborateurs (2014), Carême (2010) en cours d'apprentissage sont présentes dans ces productions. A cet effet, nous nous tournons vers la Banque de thèses et mémoires de la Coordination pour la valorisation du personnel de l'enseignement supérieur (CAPES). Cette recherche comprend cinq chapitres interconnectés. Le premier se caractérise par être un chapitre historique dans lequel nous visons à répondre à la question suivante: Neurosciences ou Neurosciences? Pour répondre à cette question, nous avons adopté une approche multi-différentielle lors de la consultation de livres, d'articles et de recherches doctorales. Dans le second, nous avons développé une étude descriptive-analytique afin de montrer si la recherche doctorale s'est développée au Brésil entre 2007-2017 en Neurosciences, Psychologie, Psychologie de l'Enseignement et de l'Apprentissage, Interdisciplinaire, Éducation, Sciences et Enseignement des Mathématiques et dans le domaine de Les sciences sociales et humaines au cours de la période 2007-2017 présentent des contributions qui peuvent migrer vers le domaine de l'apprentissage, et nous cherchons à savoir comment la Neuroéducation brésilienne a été décrite à partir de ces recherches. Nous avons également réalisé l'étude descriptive-analytique, de la recherche doctorale produite au Brésil sur la période 2007-2018, mais à ce stade de la recherche, nous avons élargi les "Grands Domaines de Connaissances", les "Domaines de Connaissances" et les "Domaines de Concentration". enquêté. Alors que dans le troisième chapitre, nous avons spécifiquement étudié treize (13) recherches doctorales développées dans l'interlocution des Neurosciences et de l'éducation dans le but de révéler les contributions possibles de ces recherches au domaine de l'apprentissage. Dans le quatrième chapitre, nous utilisons O IRAMUTEQ (Interface pour R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires) un logiciel gratuit de traitement de données textuelles qui propose des moyens de traitement de données textuelles, tels que: lexicographie de base (calcul de la fréquence des mots) et traitement multivarié (Classification hiérarchique descendante, Graphique de similitude, Nuage de mots) (LABART & SALEM, 1994; DOISE, CLEMENCE & LORENZI-CIOLDI, 1992). Les résultats démontrent que la recherche doctorale produite en Neurosciences au Brésil (2007-2018) présente des contributions qui peuvent migrer vers la recherche produite dans le domaine de l'apprentissage, cependant, cette information est compilée fondamentalement dans la recherche fondamentale et il est nécessaire de développer la recherche future de les appliquer à des fins éducatives. Aucune des treize recherches n'a utilisé Bear, Connors & Paradiso (2017), Kandel *et al* (2014), Lent (2010 pour discuter de l'apprentissage. Ainsi que la diversité thématique existant dans ces productions, et que les Neurosciences ont développée au Brésil (2007) -2018) est configuré comme un mouvement spécifique au domaine éducatif.

**Mots-clés:** Éducation. Neurosciences. Neuroéducation. Psychologie de L'apprentissage.

## Dedicatória

À Maria de Nazaré e José Delfino (Meus pais)

Júlia e Maria Izabel (Minhas filhas)

## **Agradecimentos**

Ao Instituto de Educação Matemática e Científica e ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará (EIMCI-PPGECM-UFPA) pelo incentivo à formação docente de nível superior na Amazônia. Agradeço, agradeço a todas as pessoas que contribuíram para o desenvolvimento e realização desta pesquisa. Muito Obrigada! Agradeço em especial ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Tadeu Oliver Gonçalves, por estimular o desenvolvimento de pesquisas na Amazônia que buscam relacionar neurociências e o campo da investigação matemática e científica. Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Iran Abreu Mendes orientador desta pesquisa, por me mostrar o caminho, e ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Carlos Aldemir Farias da Silva, pelas as contribuições que me levaram a refletir sobre as combinações necessárias ao desenvolver uma pesquisa doutoral. Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Nelson Coelho de Souza, pelos vários ensinamentos.

Agradeço a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria dos Remédios de Brito, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Socorro de Sousa e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Auxiliadora Lisboa Moreno Pires, por qualificarem a presente pesquisa. Assim como, a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para seu desenvolvimento.

Gratidão.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b> - Apresenta Áreas de Conhecimento e o quantitativo de teses por área de conhecimento.....	60
<b>Quadro 02</b> - Áreas de conhecimento, Instituições de Ensino Superior (IES), Programas de Pós-Graduações (PPG's) e Quantitativo de Teses por PPG's. ....	61
<b>Quadro 03</b> - Autoria, Título da tese, Tipo de Pesquisa. ....	63
<b>Quadro 04</b> - Programas de Pós-Graduação em Psicologia – USP.....	68
<b>Quadro 05</b> - Tipos de pesquisas realizadas na interlocução 'Neurociências e Psicologia' – USP. ....	70
<b>Quadro 06</b> - Sujeitos das pesquisas desenvolvidas em Neurociências na USP.....	71
<b>Quadro 07</b> - Distribuição das teses desenvolvidas em PPG's de Psicologia. ....	72
<b>Quadro 08</b> - Teses desenvolvidas na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) no Programa de Pós-Graduação em Psicologia (Psicologia Clínica). .....	73
<b>Quadro 09</b> - Autor (a), o título da tese, ano, PPG's e IES.....	76
<b>Quadro 10</b> - Programa de Pós-Graduação – Área Interdisciplinar.....	77
<b>Quadro 11</b> - Áreas de concentração identificadas no campo interdisciplinar. ....	78
<b>Quadro 12</b> - Linhas de pesquisas – Área de Conhecimento Interdisciplinar. ....	79
<b>Quadro 13</b> - Produção de teses por ano de defesa – Área Interdisciplinar. ....	79
<b>Quadro 14</b> - Autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES em Ensino de Ciências/Matemática.....	80
<b>Quadro 15</b> - Produção anual de teses em Ensino de Ciências/Matemática (2007-2017).....	81
<b>Quadro 16</b> - Autor (a), título da tese, ano, nível acadêmico e IES em Ciências Sociais e Humanas.....	82

<b>Quadro 17</b> - Autor (a), título da tese, ano, PPG's e IES.....	84
<b>Quadro 18</b> - Autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES. ....	87
<b>Quadro 19</b> - Quantitativo Geral de Pesquisas Doutorais por Estado Brasileiro.....	92
<b>Quadro 20</b> - Autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES .....	94
<b>Quadro 21</b> - Quantidade, de pesquisas doutorais por estados e Instituição de Ensino Superior (IES) .....	108
<b>Quadro 22</b> - Autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES. ....	110
<b>Quadro 23</b> - Registro de teses desenvolvidas por ano de defesa (2007-2018).....	111
<b>Quadro 24</b> - Principais áreas de concentração encontradas – Campo Educacional .....	112
<b>Quadro 25</b> - Linhas de Pesquisa encontradas – Campo Educacional. ....	113
<b>Quadro 26</b> - Pesquisas doutorais ligadas a projetos de pesquisas.....	114

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> - Exemplo de Trepanação .....	34
<b>Figura 02</b> - Frenologia .....	36
<b>Figura 03</b> - Divisão Esquemática do Sistema Nervoso .....	41
<b>Figura 04</b> - Hemisférios cerebrais.....	43
<b>Figura 05</b> - Neurônio, a unidade básica da célula nervosa .....	44
<b>Figura 06</b> - Quatro Lobos cerebrais .....	45
<b>Figura 07</b> - Cinco Lobos cerebrais.....	46
<b>Figura 08</b> - Sistema Nervoso Periférico (SNP) .....	46
<b>Figura 09</b> - Primeiro Momento do Processo de levantamento das informações .....	56
<b>Figura 10</b> - Segundo Momento do Processo de levantamento das informações .....	57
<b>Figura 11</b> - Terceiro Momento do Processo de levantamento das informações.....	57
<b>Figura 12</b> - Quarto Momento do Processo de levantamento das informações.....	58
<b>Figura 13</b> - Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES .....	90
<b>Figura 14</b> - Resultado da Pesquisa com a palavra descritora 'Neurociências' .....	91
<b>Figura 15</b> - Espelho da tela "Grau Acadêmico" – 16 opções.....	92
<b>Figura 16</b> - Temas que emergiram das teses desenvolvidas em três Programas de Pós-Graduação do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (USP) ....	96
<b>Figura 17</b> - Temas que emergiram das pesquisas doutoras desenvolvidas na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação de Psicologia (PUC-RJ) .....	98

<b>Figura 18</b> - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação de Psicologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RGS) e da Universidade Federal da Bahia (UFBA) .....	98
<b>Figura 19</b> - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação de Ciências do Comportamento da Universidade de Brasília (UNB) .....	99
<b>Figura 20</b> - Temas que emergiram pesquisas doutorais desenvolvidas nas Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal do Rio Grande do SUL (UFRGS) .....	100
<b>Figura 21</b> - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas na área de conhecimento Ciências Sociais e Humanas.....	101
<b>Figura 22</b> - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas na área de conhecimento Ensino de Ciências/Matemática .....	102
<b>Figura 23</b> - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas em Programas de Educação.....	103
<b>Figura 24</b> - Regiões que mais produziram pesquisa doutorais na interlocução de Neurociências e Educação (2007-2018) .....	109
<b>Figura 25</b> - Processamento por Grafo de Similitude .....	131
<b>Figura 26</b> - Dendograma de Classificação Hierárquica Descendente .....	137
<b>Figura 27</b> - Dendograma Representativo das Repartições em Classes, Frequência, Associação e Nível de Significância das Palavras com a Classe .....	138
<b>Figura 28</b> - Organização das palavras por classe em um Plano Fatorial .....	139

## LISTA DOS ESQUEMAS

<b>Esquema 01</b> - Pesquisa Doutoral de Amaral (2016).....	116
<b>Esquema 02</b> - Pesquisa Doutoral de Miranda (2016) .....	118
<b>Esquema 03</b> - Pesquisa Doutoral de Mourão (2015).....	119
<b>Esquema 04</b> - Pesquisa Doutoral de Pontes (2013) .....	120
<b>Esquema 05</b> - Pesquisa Doutoral de Furtado (2011).....	121
<b>Esquema 06</b> - Pesquisa Doutoral Tormin (2014).....	122
<b>Esquema 07</b> - Pesquisa Doutoral de Benício (2015) .....	123
<b>Esquema 08</b> - Pesquisa Doutoral de Ribas (2018).....	126
<b>Esquema 09</b> - Pesquisa Doutoral de César (2018) .....	127

## SUMÁRIO

<b>A GUIA DE UMA INTRODUÇÃO: A AUTORA, O TEMA E O ANÚNCIO DA PESQUISA .....</b>	<b>16</b>
<b>1 NEUROCIÊNCIAS E SUAS RELAÇÕES COM A APRENDIZAGEM.....</b>	<b>32</b>
1.1 Contextualização do tema.....	32
1.2 Um breve “olhar” da aprendizagem na ótica neurocientífica.....	40
1.3 Kandel e os princípios de Neurociências relevantes para a aprendizagem.....	47
1.4 Do objeto de estudo às questões de pesquisa, objetivos e métodos.....	52
<b>2 DOS PRIMEIROS RESULTADOS DA PESQUISA .....</b>	<b>59</b>
2.1 Identificação e caracterização das teses desenvolvidas em Neurociências no contexto brasileiro (2007-2017).....	59
2.2 Identificação e Caracterização das teses desenvolvidas na Universidade de São Paulo durante o período de 2007-2017 .....	63
2.3 Dos temas que emergiram das teses doutorais desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP).....	69
2.4 Tipos de pesquisas doutorais da Universidade de São Paulo (2007-2017)....	70
2.5 Sobre os sujeitos das pesquisas desenvolvidas na Universidade de São Paulo durante 2007-2017.....	71
2.6 Das teses desenvolvidas nos Institutos de Psicologia da PUC-RJ, UFPE, PUC-RGS, UFBA E UNB. ....	72
2.7 Das teses desenvolvidas na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) .....	76
2.8 Das teses desenvolvidas na área de conhecimento Ensino de Ciências/Matemática.....	80
2.9 Das teses desenvolvidas na área de conhecimento Ciências Sociais e Humanas .....	82
2.10 Das teses desenvolvidas na Universidade de Brasília no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento. ....	83

2.11 Das teses desenvolvidas em Ciências da Educação durante o período de 2007-2017 .....	86
2.12 Procedimentos de identificação das pesquisas doutorais catalogadas na segunda consulta ao Banco de Teses e Dissertações da CAPES .....	89
2.13 Síntese do Capítulo 2 .....	94
<b>3 RELAÇÕES SOBRE APRENDIZAGEM E NEUROCIÊNCIAS NAS PRODUÇÕES INVESTIGADAS.....</b>	<b>107</b>
3.1 Das Pesquisas doutorais desenvolvidas na interlocução Neurociências e Educação (2007-2018). .....	<b>107</b>
3.2 Principais temas, objetivos, metodologias e resultados encontrados nas pesquisas doutorais que buscaram aproximações e entrelaçamentos entre as Neurociências e a Educação (2007-2018). .....	115
<b>4 ANÁLISE DOS CORPUS TEXTUAIS DOS TRABALHOS INVESTIGADOS A PARTIR DO APLICATIVO IRAMUTEQ .....</b>	<b>128</b>
4.1 Procedimento de análise.....	130
4.2 Sobre os resultados e as discussões .....	130
4.3 Classificação Hierárquica Descendente (CHD) .....	137
<b>REFLEXÕES FINAIS E PERSCTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>145</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>150</b>

## A GUIA DE UMA INTRODUÇÃO: A AUTORA, O TEMA E O ANÚNCIO DA PESQUISA

No ano de 1997 ingressei no Curso de Psicologia da Universidade da Amazônia (UNAMA), neste curso tive acesso às correntes filosóficas que respaldaram a Psicologia durante o final do século XIX e início do século XX, sobretudo, na Inglaterra, França e Alemanha. Igualmente, compreendi que neste período, estudiosos de diferentes áreas buscavam fundamentar suas pesquisas nos pressupostos positivistas de Auguste Comte, o qual considerava válido apenas o conhecimento produzido a partir da observação e da mensuração do objeto investigado. Naquele momento, o interesse da Psicologia estava voltado à investigação de “fatos inquestionáveis, aqueles que tinham sido determinados através dos métodos da ciência” (SCHULTZ & SCHULTZ, 2007, p. 43). Neste sentido, rejeitava-se explicações metafísicas sobre a origem do conhecimento, uma vez que as concepções materialistas ganhavam força ao conceber que todos os fatos físicos, inclusive, a consciência, poderiam ser estudados a partir das leis da física (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981/2007).

Contudo, foi a corrente filosófica conhecida como empirismo que mais contribuiu para o desenvolvimento da Psicologia Científica, ao postular que todo conhecimento se origina da experiência. Os principais representantes desta corrente que deixaram legado para a Psicologia foram John Locke (1632-1704), George Berkeley (1685-1753), David Hume (1711-1776), David Hartley (1705-1757), James Mill (1773-1836) e John Stuart Mill (1806-1873). Dentre eles, John Locke destaca-se por escrever, em 1690, seu *Ensaio acerca do Entendimento Humano*, livro no qual apresentou as bases do empirismo ao questionar-se: Como a mente adquire conhecimento? A resposta para tal questionamento emergiu de suas reflexões, fazendo-o enunciar que todo conhecimento tem base empírica e origina-se de dois tipos distintos de experiência: 1<sup>o</sup>) das experiências advindas das *sensações* e; 2<sup>o</sup>) das experiências advindas da *reflexão*. As sensações para o referido autor são essenciais para que a reflexão ocorra, posto que, durante o processo de reflexão “a pessoa recorda de impressões sensoriais passadas e ao combiná-las de várias maneiras formam abstrações e outras ideias de nível superior” (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981, p. 46).

Além das influências filosóficas não podemos deixar de citar as influências fisiológicas que contribuíram para a consolidação da Psicologia enquanto

conhecimento científico nas primeiras décadas do século XIX, mesmo porque muitas pesquisas desenvolvidas no campo das Neurociências, ainda hoje, são fortemente influenciadas por essa perspectiva científica e dispõem de informações relevantes para a compreensão do processo da aprendizagem. Em decorrência disso, nas primeiras páginas deste texto doutoral, apresentamos, brevemente, a história da Psicologia de modo que o leitor possa compreender de onde falo quando me refiro às Neurociências e, principalmente, porque me dispus a realizar um estudo demonstrando como as pesquisas realizadas no referido campo contribuíram para o alargamento ou extensão conceitual acerca das relações entre aprendizagem e os processos neurais, tomando por base empírica desse estudo as teses produzidas no Brasil, neste campo das Neurociências, durante o período de 2007-2018.

A respeito dessa temática de estudo, evidências históricas indicam que a investigação psicológica de base experimental se originou nas primeiras décadas do século XIX, quando o professor de anatomia e fisiologia da Universidade de Berlim, Johannes Muller (1801-1858), aplicou o método experimental à fisiologia (MILLENSON, 1967). Para esse pesquisador, cada nervo ao ser estimulado desencadeava reações específicas. Ao postular sua teoria das *energias específicas dos nervos*, Muller possibilitou a realização de investigações para identificação e localização de algumas funções encefálicas, bem como para o mapeamento dos “mecanismos sensoriais receptores nas regiões periféricas do organismo” (SCHULTZ & SCHULTZ, 2007, p. 59). Porém, foi com a publicação do ‘Manual de Fisiologia Humana’ que Muller influenciou a Psicologia e outras ciências diretamente.

Com o avanço das pesquisas nesse aspecto, o renomado médico, filósofo e psicólogo alemão Wilhelm Maximilian Wundt (ARAÚJO, 2009), influenciado por Johannes Muller, estudou as sensações e as percepções a partir de suas bases fisiológicas (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981/2007; MILLENSON, 1967), impulsionando assim, o desenvolvimento da Psicologia enquanto uma disciplina independente da filosofia no ano de 1879 (ARAÚJO, 2009; SAMPAIO, 2005; MILLENSON, 1967). As ideias de Wundt sobre as bases fisiológicas do comportamento despertaram o interesse de diferentes estudiosos ao redor do mundo, situação que contribuiu para a fundação de departamentos de Psicologia em vários países (Estados Unidos, Itália, Rússia e Japão).

O processo de consolidação da Psicologia Científica ganhou fôlego com o livro intitulado: *Contribuições para a teoria da percepção sensorial*, de autoria de Wundt,

publicado durante o período de 1858-1862 (ARAÚJO, 2009; SCHULTZ & SCHULTZ, 1981/2007). Além de Wundt, os estudos produzidos por Ernst Heinrich Weber (1795-1878), Gustav Theodor Fechner (1801-1889) e Herman von Helmholtz (1821-1894) contribuíram para a consolidação da Psicologia enquanto ciência.

Wundt estudava a experiência consciente a partir do método introspectivo, isto é, do “exame do próprio estado mental” (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981, p. 82; MILLENSON, 1967), pois de acordo com o autor, só a pessoa que passa pela experiência pode falar sobre ela. As introspecções realizadas em seu laboratório seguiam os seguintes princípios: 1º) o observador deveria ser capaz de identificar as condições internas favoráveis para se iniciar o processo instrospectivo; 2º) o sujeito deveria está totalmente concentrado; 3º) o sujeito deveria repetir o processo de observação inúmeras vezes e; 4º) as condições experimentais deveriam ser passíveis de manipulação. O tipo de instrospecção utilizada por Wundt dizia respeito aos “julgamentos conscientes do sujeito acerca do tamanho, da intensidade e da duração de vários estímulos físicos” (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981, p. 83).

Enquanto Wundt estudava a experiência consciente, o psicólogo alemão Herman Ebbinghaus (1850-1909) dedicava-se ao estudo dos processos mentais superiores, tornando-se o primeiro psicólogo a estudar experimentalmente a aprendizagem e a memória. Para tanto, passou a quantificar o número de associações, tentativas e repetições necessárias para que a memorização de um determinado material fosse estabelecida. Como estratégia metodológica desenvolveu e utilizou as *sílabas sem sentidos* no estudo da aprendizagem e da memória.

Contudo, quem deu continuidade e ampliou alguns dos trabalhos de Ebbinghaus foi o fisiologista e filósofo Georg Elias Muller (1850-1934), excluindo de seus experimentos a introspecção, ao adotar medidas consideradas objetivas sobre as tarefas de aprendizagem. Muller acreditava que a mente tinha um papel dinâmico na organização dos elementos a serem memorizados. O referido autor levou em consideração a participação do sujeito na organização dos elementos da memória, ao acreditar que a aprendizagem não se processa mecanicamente. Com seus estudos sugeriu a importância decisiva da prontidão, hesitação e dúvida sobre a aprendizagem (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981/2007). Podemos dizer que estes foram passos importantes para se reconhecer o indivíduo como agente ativo do processo do conhecimento, visão, esta, posteriormente, discutida pelos estudiosos da Psicologia

da Educação, principalmente, acerca da socialização e referene à autonomia do aluno no ato de aprender.

Além de estudarmos a aprendizagem a partir da história da Psicologia, no decorrer do curso retomamos essa questão na disciplina *Análise do Comportamento* (AC), na qual foram apresentados estudos clássicos desenvolvidos em Psicologia Experimental sobre a aprendizagem, como por exemplo, as pesquisas de Edward Lee Thorndike (1874-1949), da Universidade de Columbia, que investigou uma gama de comportamentos de fuga de seus sujeitos experimentais, como por exemplo, movimentar um cordão, movimentar um trinco, pressionar uma barra e abrir a porta da caixa-problema desenvolvida por ele para estudar a aprendizagem instrumental dos animais que se encontravam no interior da caixa (MILLENSON, 1967). Ao investigar os processos de aprendizagem Thorndike formulou a *Lei do Efeito*, cujo enunciado sugeria que o “cientista do comportamento deveria voltar sua atenção para mudanças na probabilidade da resposta, como função de mudanças na ‘satisfação’ do organismo produzida por sua ação” (TOURINHO, 2011, p.187). Com a Lei do Efeito, Thorndike, preconiza que as ações que geram prazer e satisfação tendem a se repetir, ao passo que as ações que geram consequências desagradáveis tendem a desaparecer.

Vimos também dentro deste contexto acadêmico, estudos de Pavlov (1849-1936), Watson (1878-1958) e Skinner (1904-1990). Situação que despertou meu interesse em estudos relacionados à aprendizagem, desenvolvidos em ambientes experimentais e naturais. Os estudos do fisiologista russo Ivan Pavlov contribuíram significativamente para o desenvolvimento do estudo da aprendizagem devido “... mostrar experimentalmente como os reflexos condicionais eram adquiridos, como poderiam ser removidos (extintos) e que faixa de energia do ambiente era efetiva em sua produção” (MILLENSON, 1967, p.25). Pavlov investigou a função dos nervos cardíacos, as glândulas digestivas, que lhe conferiu em 1904 o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina (TOURINHO, 2011) e os reflexos condicionados, que foram descobertos acidentalmente ao realizar pesquisas sobre glândulas digestivas de cães no momento de suas refeições. Pavlov observou que o cão salivava em contato com o alimento, mas também ao ver a comida ou apenas ao ouvir os passos de quem o alimentava. Daí concluiu que existem estímulos que são condicionados quando pareados a estímulo anteriormente associado (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981/2007). Seus achados de pesquisa acerca dos estímulos condicionados mostraram-se como

uma alternativa para o estudo da aprendizagem em geral e uma possibilidade para o desenvolvimento de um programa amplo de pesquisas (TOURINHO, 2011).

Jonh B. Watson (1878-1958) nasceu nas redondezas de Greenville, Carolina do Sul, graduou-se em 1900 na Universidade Batista de Furman, na qual estudou filosofia, Matemática, latim e grego. Após esse período migrou para Chicago onde estudou Filosofia na Universidade de Chicago sob a orientação de John Dewey. Em 1908, recebeu o convite de James Mark Baldwin (1861-1934) para trabalhar na Universidade Johns Hopkins, Beltimore, instituição na qual passou doze anos. Neste mesmo ano expressou suas ideias sobre o comportamentalismo publicamente, ao proferir uma palestra em Yale. Em 1912, retomou a questão em várias conferências proferidas na Universidade Colúmbia. Em 1913, publicou o manifesto “A Psicologia do Ponto de Vista de um Comportamentalista” na *Psychological Review*, onde apresenta a Psicologia como a ciência do comportamento, cujo objetivo seria a previsão e controle do comportamento, bem como se opõe ao método introspectivo, ao estruturalismo e ao funcionalismo, e mostra-se defensor da pesquisa experimental com animais e humanos (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981/2007).

As concepções de Watson não eram inovadoras, haja vista que o método experimental era utilizado pela Psicologia desde sua origem, e a Psicologia já realizava pesquisas com seres humanos e animais antes dele. Então, qual era a novidade do programa de Watson? Provavelmente, sua resposta estava na convicção de eliminar da Psicologia conceitos mentalistas (mente e consciência) e o desejo de abandonar o método introspectivo. Em contraposição ao método introspectivo, propôs a observação, testes, relatos verbais e o método do reflexo condicionado (SCHULTZ & SCHULTZ, 1981/2007).

Skinner (1904-1990) destacou-se no século XX como um dos mais proeminentes psicólogos americanos ao postular suas concepções sobre as consequências do comportamento operante, que segundo o mesmo é o comportamento modelado pelas contingências (SKINNER, 1969). Em seu livro *Ciência e Comportamento Humano*, que em 1998 encontrava-se em sua 10ª edição, o autor discorre argumentativamente sobre a ciência e como ela pode ajudar ou não, nos apresenta o comportamento como uma disciplina científica, trazendo a tona novamente a discussão dos reflexos condicionados e incondicionados, e principalmente, nos apresentando a ‘Análise do Comportamento’, ao discorrer sobre o comportamento operante, modelagem e manutenção deste tipo de comportamento,

discriminação operante, o controle do comportamento pelo meio ambiente, privação e saciação, emoção, aversão, evitação, ansiedade, punição, autocontrole, pensamento, eu, comportamento social, controle pessoal, controle pelo grupo, governo e lei (SKINNER, 1998).

Em meio ao processo de leitura e reflexão sobre as ideias do autor no livro, foi possível notar, de imediato a abrangência desta abordagem, mas neste momento do trabalho me deterei aos postulados sobre o comportamento operante. O comportamento operante como o próprio nome indica, diz respeito ao comportamento que produz mudanças no ambiente por meio de suas consequências (SKINNER, 1969; SKINNER, 1998). Para melhor explicá-lo, recorro às relações estabelecidas entre o organismo e o ambiente, explicitadas na tríplice contingência onde (S<sup>d</sup>) → estímulo discriminativo (R) → comportamento → (S<sup>r</sup>) são as consequências do comportamento (SKINNER, 1969). Isto porque para Skinner, o revelante é o que acontece no ambiente depois que o organismo se comporta, ou seja, as consequências do comportamento, uma vez que “as consequências do comportamento podem retroagir sobre o organismo” (SKINNER, 1998, p.65). Tais consequências podem ser reforçadoras ou não reforçadoras. Porém, independentemente da consequência ser positiva ou negativa, as consequências reforçadoras são aquelas que aumentam a *probabilidade* de o comportamento ocorrer em situações semelhantes no futuro.

Por exemplo, no reforço positivo, o organismo se engaja na resolução de um dado problema porque ao resolvê-lo, possivelmente, entrará em contato com a sensação de satisfação de resolvê-lo. Ao passo que no reforço negativo, o organismo se engaja na resolução do problema para evitar consequências desagradáveis. Às vezes, nossos alunos estudam não pelo prazer de estudar, mas para livrar-se das consequências aversivas de não estudar, como por exemplo, tirar notas baixas ou ser ridicularizado pelos seus pares. As consequências do comportamento também podem ser aversivas (punição e extinção). Tanto na punição quanto a extinção ocorre uma diminuição da probabilidade de o comportamento ocorrer em situações semelhantes futuras. Sendo que na punição acrescenta-se um estímulo aversivo no ambiente, e na extinção tira-se um estímulo reforçador do ambiente. Entendi que esses conhecimentos possuem relevante valor para a compreensão da aprendizagem, principalmente, porque por muito tempo se considerava a punição como fator favorável ao ato de aprender, porém, na atualidade, os estudos no âmbito da

Pedagogia são contrários aos “castigos” físicos e psicológicos aos alunos, defendendo-se o diálogo, a mediação de saberes. Saber como a interlocução entre Educação e Neurociências pode ajudar nesse âmbito, é uma das questões que justificam esse estudo.

Diante disso, e em vista de melhor compreender essas questões relacionadas à aprendizagem, foi que no ano de 2002 candidatei-me a uma vaga no Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento da Universidade Federal do Pará (PPGTPC-UFGPA), que agrega o Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento (NTPC-UFGPA) no qual obtive aprovação e desenvolvi a dissertação de mestrado intitulada “*Efeitos de Histórias Experimentais e de Esquemas de Reforço sobre o Seguir Regras*” que culminou no artigo com o mesmo nome que foi publicado em parceria com Prof<sup>o</sup>. Dr. Luis Carlos de Albuquerque na revista *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, volume 23, nº 2, 2007. Esta pesquisa visou identificar variáveis que pudessem interferir no seguimento de regras durante uma situação de aprendizagem experimental. Dezesseis estudantes universitários foram expostos a um procedimento de escolha segundo o modelo, no qual deveriam apontar com o dedo para cada um de três estímulos de comparação apresentado pela pesquisadora em sequência. A referida pesquisa organizou-se em fases experimentais. A primeira fase experimental era de linha de base; na segunda fase, a sequência correta era estabelecida por contingência, e na terceira fase apresentávamos a regra discrepante das contingências. Foram manipulados esquemas para reforçar as sequências corretas na segunda e terceira fase. Os resultados demonstraram que a história construída na fase 2 e o esquema de reforço utilizado na fase 3 interferiram no seguimento de regras.

Após o mestrado, durante quatro anos consecutivos, trabalhei como professora substituta do Curso de Graduação em Pedagogia do Departamento de Educação da Universidade Federal de Viçosa (UFV-MG), ministrando as disciplinas: Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem, Dinâmica de Grupo e com a Educação de Jovens e Adultos no Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária - PRONERA, coordenado pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosa Cristina Porcaro. O objetivo principal deste programa consistia em alfabetizar jovens e adultos beneficiados pela reforma agrária no estado de Minas Gerais, bem como desenvolver uma extensão universitária comprometida com as questões sociais. O diferencial deste programa era formar “professores” escolhidos pela comunidade para alfabetizarem jovens e adultos que

frequentavam as “escolas” dos assentamentos e acampamentos existentes em cinco regiões do estado de Minas Gerais.

Faz-se necessário explicitar que, neste contexto, todo o processo de desenvolvimento das atividades para o ensino-aprendizagem envolvia alunos do curso de Pedagogia e professores do Departamento de Educação da UFV. Nossas intervenções fundamentavam-se nas concepções de Paulo Freire sobre Educação de Jovens e Adultos (EJA), que segundo Artigo 37 da Lei de Diretrizes e Bases (Lei 9394/96) diz respeito à educação direcionada “àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos nos ensinos fundamental e médio na idade própria e constituirá instrumento para a educação e a aprendizagem ao longo da vida” (Lei 9394/96).

Posteriormente, a essa experiência profissional, desenvolvi atividades como psicóloga em Centros de Referências de Assistência Social (CRAS) e em Centros de Referências Especializados de Assistência Social (CREAS), em ambas as esferas, trabalhava no atendimento individual e de grupos prestando suporte psicológico para crianças, adolescentes e famílias em situação de risco e vulnerabilidade social. No CRAS, trabalhávamos para que crianças e adolescentes não desfizessem seus vínculos parentais, bem como realizava visitas domiciliares nos casos de suspeitas de violação dos direitos desses sujeitos. No CREAS, atendia crianças e adolescentes em situação de rua e trabalho infantil, o objetivo agora era a restituição dos vínculos parentais rompidos pela violência sexual, física e psicológica. Tal experiência me colocou de cara com a pobreza e a vulnerabilidade social na qual se encontram muitas crianças, adolescentes e suas famílias em dois municípios da região metropolitana de Belém (Ananindeua e Marituba). Foi exatamente observando a miséria material de perto que refleti sobre a importância da educação e da escola para o desenvolvimento integral destes sujeitos.

É válido ressaltar que boa parte desses sujeitos se encontravam inseridos na rede pública de ensino, não para aprender, mas sim, para não perderem o benefício ‘Bolsa Família’, que é condicionado à comprovação da frequência escola, ou seja, esses sujeitos iam para escola não para se desenvolverem física, cognitiva e psicologicamente, mas sim com a finalidade de contabilizar o quantitativo de presença suficiente para não perderem o benefício, a escola, portanto, era vista como fonte de sustento para muitas famílias atendidas tanto no CRAS quando no CREAS.

Depois deste período trabalhando no sistema de assistência social enquanto psicóloga, surgiu a oportunidade de prestar concurso público para composição do quadro de professores efetivos da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Pará, Campus de Cametá, no qual fui aprovada para trabalhar com a disciplina Psicologia da Educação em fevereiro de 2010. Trabalhei três anos em Cametá, ministrando aulas sobre Psicologia, Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem, Educação Especial, Metodologia do Trabalho Científico, dentre outras disciplinas, bem como orientei Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) e desenvolvi um projeto de extensão universitária denominado “Psicologia da educação: mais uma aliada no enfrentamento das dificuldades de aprendizagem de crianças do Ensino Fundamental da Rede Pública do Município de Cametá-PA”, que objetivava identificar e caracterizar as principais dificuldades de aprendizagem existentes entre as crianças da Rede Pública de Ensino Fundamental do Município de Cametá-PA.

Em virtude de algumas necessidades pessoais, no mês de setembro de 2013 fui removida do Departamento de Educação, Campus Cametá, para o Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), Campus Belém, no qual passei a desenvolver a função docente ministrando os seguintes temas: Compreensão e Explicação dos Processos de Desenvolvimento e da Aprendizagem I e II; Linguagem e Conhecimento I e II; Estágio de Docência II e III e Estágio temático de Alfabetização, Estudos Sociais, Ciências e Matemática em Situações Reais e Simuladas para o Curso de Graduação em Licenciatura Integrada em Ciências, Matemática e Linguagens para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental durante o período de 2013-2017.

No decorrer do período supramencionado, o IEMCI, disponibilizou dez horas de minha carga horária para atender as necessidades do Projeto de Pesquisa intitulado “Instituições de Acolhimento de Crianças e Adolescentes em quatro regiões do Estado do Pará: Perfil, Rotinas e Práticas de Cuidado”, coordenado pela Prof<sup>a</sup>. Dra Lilia Iêda Chaves Cavalcante (UFPA-PPGTPC-LED). O objetivo principal deste projeto era investigar o desenvolvimento humano, com ênfase nas interações estabelecidas entre criança-criança e criança-adultos em contextos de desenvolvimento primário, dentre os quais a família e serviços de acolhimento.

Considero este período fértil dentro de minha formação profissional, pois tive a oportunidade de conhecer de perto os serviços de acolhimento de crianças e adolescente localizados em quatro regiões do Estado do Pará, mas principalmente

por ter trabalhado em uma equipe técnica multiprofissional composta por assistentes sociais, psicólogos de diferentes abordagens, analistas do comportamento, juízes, promotores de justiça e educadores que se encontravam ligados ao projeto na condição de mestrandos, doutorandos, alunos especiais e colaboradores.

As ações desenvolvidas neste projeto eram fundamentadas nas concepções do psicólogo russo Urie Bronfenbrenner (1917-2005), que se encontram em seus livros intitulados: “A Ecologia do Desenvolvimento Humano: Experimentos Naturais e Planejados (1996)” e “Bioecologia do Desenvolvimento Humano – tornando os seres humanos mais humanos (2011)”. Ter acesso as ideias de Bronfenbrenner relativas ao desenvolvimento humano foi de suma importância, haja vista que o modelo bioecológico além de enfatizar as características biopsicossociais do sujeito que se encontra em constante processo de desenvolvimento discorre acerca das interações estabelecidas entre as pessoas, o processo, o contexto e o tempo (BARRETO, 2016; CAVALCANTI & SILVA, 2010; MARTINS & SZYMANSKI, 2004).

Após este período fui aprovada no Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM) que integra o Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará (IEMCI/UFPA), durante este processo de transição entre áreas, aproximei-me do Prof<sup>o</sup>. Dr. Tadeu Oliver Gonçalves que desde o primeiro contato deixou claro sua preocupação com a formação de professores na Amazônia, tanto na esfera inicial quanto na continuada. Isto porque, segundo o referido professor, precisávamos enquanto instituto nos aprofundar nos estudos desenvolvidos sob a égide das Neurociências, isto é, da área de conhecimento que busca integrar diferentes disciplinas científicas em prol do estudo do Sistema Nervoso (SN) e suas relações com a fisiologia do organismo abrangendo também as relações estabelecidas entre o Sistema Nervoso Central (SNC) e os comportamentos (SOUZA & ALVES, 2017; GROSSI, LEROY & ALMEIDA, 2015; VENTURA, 2010), em vista de ampliarmos nossas contribuições enquanto Instituto de Educação Matemática e Científica frente uma sociedade que ainda encontra dificuldades no que tange a aprendizagem matemática, sobretudo, na Educação Básica.

Esta preocupação está em consonância com os dados encontrados por Silva e Morino (2012) que, ao realizarem um levantamento bibliográfico sobre as relações existentes entre as Neurociências e formação de professores, identificaram que no âmbito educacional há pelo menos duas correntes de pensamento com concepções

distintas e opostas quanto às contribuições das Neurociências para a área de formação de professores: 1) uma corrente que apóia essa aproximação e; 2) outra que rejeita essa aproximação. Os estudiosos favoráveis a essa interlocução dizem que “a partir do conhecimento e aplicação das Neurociências na formação de professores esses conhecerão os meios neurocientíficos e terão domínios dessas teorias em favor da educação” (SILVA & MORINO, 2012, p.33). Entretanto, temos estudiosos que não acreditam nos benefícios dessa aproximação, por inferirem que os professores estão demasiadamente ocupados com suas atividades docentes e não encontram tempo em suas agendas para estudar e se apropriar de informações postuladas por outros campos que não seja o seu.

Embora a questão da formação de professores não seja o foco desta tese, considerarei fundamental abordá-la, porque são esses profissionais os mediadores do processo da aprendizagem e a partir dos conhecimentos adquiridos podem realizar um ensino pautado na interlocução entre Educação e Neurociências.

Contudo, segundo o que sabemos até o presente momento ainda persiste o abismo existente entre as Neurociências e a formação de professores, possivelmente, para viabilizar uma aprendizagem numa perspectiva mais ampla, baseada na concepção de desenvolvimento integral do ser humano, é imprescindível a mudança nas grades curriculares dos Cursos de Formação de Professores, incluindo os conhecimentos neurocientíficos, possibilitando, assim, ao professor compreender como o Sistema Nervoso Central (SNC) funciona nas situações de aprendizagem.

Frente a essa realidade alguns pesquisadores, como Grossi, Oliveira e Aguiar (2019), investigaram as matrizes curriculares de 1.317 Cursos de Pedagogia e do Programa especial de formação pedagógica com o objetivo de evidenciar os cursos de formação de professores que já apresentam em seus currículos disciplinas que tratam das Neurociências. Tal estudo revelou que apenas aproximadamente 8% do quantitativo total dos cursos investigados possuem disciplinas de Neurociências em seus currículos. Portanto, constatou-se através de leituras que “o conhecimento e aplicação dos dados dos estudos sobre o cérebro na formação de professores é fundamental à formação docente, mesmo existindo as correntes que rejeitam essa teoria” (SILVA & MORINO, 2012, p.49).

Todavia, com base em leituras e reflexões estabelecidas por meio dos estudos até então realizados, admito provisoriamente que as Neurociências, quando implicadas na formação de professores, possibilitarão o acesso aos exames de

neuroimagens que proporcionará o desenvolvimento de estratégias educacionais para atender às necessidades de alunos com disfunções neurológicas e cognitivas. Mas, é importante deixar claro que apenas o acesso a esses exames não é suficiente para definir uma intervenção educacional capaz de responder às demandas educacionais e de aprendizagem desses alunos, é preciso garantir ao professor aprofundar o “olhar” humanizado em sua prática, por meio do qual possa reconhecer em sua práxis que o fato do educando possuir necessidades especiais não o impede de avançar em determinadas competências e habilidades. Nesse aspecto, a interlocução entre Educação e Neurociências tem muito a contribuir, particularmente, os estudos sobre os efeitos do afeto no SNC, no comportamento e na aprendizagem.

Sobre a falta de contato dos profissionais da Educação com as Neurociências, Portes (2015) menciona que esse fato ocorre devido os cursos de licenciatura no Brasil, não contemplarem conteúdos específicos relativos às Neurociências, diretamente em seus currículos, situação que limita a capacidade dos professores em identificar e trabalhar com alunos portadores de dificuldades e transtornos de aprendizagem. No geral, os educadores ainda não atentaram para a importância de se conhecer o funcionamento do SNC no âmbito da aprendizagem. Os que já despertaram para essa possibilidade não se encontram preparados para intervir, devido às lacunas existentes desde a formação inicial. Refletir sobre a interlocução entre Educação e Neurociências na formação de docentes pode representar inovações efetivas no âmbito da aprendizagem em geral e, particularmente em matemática.

Em minhas inquietações com o tema, busquei realizar algumas leituras sobre o papel docente do psicólogo e identifiquei que a categoria tem buscado novos caminhos na relação entre Psicologia e Educação, principalmente, para superar o ensino focado no paradigma positivista, que prioriza questões como rendimento escolar e Q.I. A pluralidade de saberes é o caminho a ser focalizado na prática docente, pesquisa e extensão. Nesse contexto, os docentes psicólogos possuem um amplo campo para ajudar as licenciaturas, relacionando os fatos sociais e as mudanças tecnológicas com as reações no SNC e a influência destas no comportamento, na capacidade de aprender, nos transtornos psíquicos, ajudando, inclusive, a prevenir patologias. Algumas situações merecem destaque, como os efeitos da era digital na inteligência e na aprendizagem, os impactos da criminalidade e vida urbana no estado emocional dos alunos, entre outras questões.

Quanto à Psicologia, percebi que vem desenvolvendo a interlocução entre Educação e Neurociências, na formação de psicólogos professores há um bom tempo, porém, ainda carece de pesquisas mais amplas sobre como o SNC funciona nos momentos de aprendizagem. Desde o início do século XX, a Psicologia tem se debruçado em investigações que ajudam o trabalho docente, particularmente sobre o desenvolvimento infantil, viabilizando diversas contribuições para a Pedagogia (CARVALHO, 2020).

As contribuições da Psicologia ao campo educacional ocorreram numa trajetória de ampliação da interatividade com os seguintes ramos do conhecimento: Fisiologia, Biologia e Ciências Experimentais. Estas tiveram grande influência na Psicologia, que estabeleceu laços com a Pedagogia (CARVALHO, 2020).

As descobertas da Fisiologia iniciaram os debates sobre a importância das atividades cerebrais na intermediação da interação entre organismo e os estímulos ambientais. Na Biologia, as ideias evolucionistas destacaram o papel da adaptação do organismo ao meio no processo de evolução das espécies. As Ciências Experimentais viabilizaram a cientificidade do conceito de inteligência, que ganhou força sobre o conceito de espírito (CARVALHO, 2020).

Diante do contexto descrito anteriormente, busquei desenvolver uma pesquisa de doutorado que evidenciasse as Instituições de Ensino Superior (IES), os Programas de Pós-Graduação, as linhas de pesquisa, temas, tipos de pesquisa e sujeitos das teses doutorais desenvolvidas no Brasil em Neurociências e outras áreas de conhecimento investigadas dentro do âmbito deste estudo, com o objetivo de realizar um estudo descritivo-analítico sobre esses trabalhos doutorais em Neurociências, produzidos no Brasil durante o período de 2007-2018, a fim de focalizar como foram discutidas relações sobre aprendizagem na perspectiva conceitual estabelecida pelas Neurociências, supondo que de posse de informações nessa seara será possível delinear um encaminhamento para futuros estudos e pesquisas em prol da melhoria na formação de professores dos anos iniciais e suas ações nas escolas, atinentes à aprendizagem de seu alunado.

Para conduzir minhas buscas em torno do problema central de minha pesquisa doutoral, inicialmente fiz a seguinte indagação: O que as teses brasileiras em Neurociências enfocam sobre aprendizagem? Como as teses brasileiras em Neurociências tratam o conceito de aprendizagem nos entrelaçamentos de seus problemas de pesquisas e discussões estabelecidas? Quais formas de tratar das

relações conceituais sobre aprendizagem estão abordadas nessas pesquisas? Que tipo de contribuições podem apontar para se repensar a aprendizagem na ótica das Neurociências? Essas teses abordam a necessidade de repensar a formação dos professores licenciados, na qual a aprendizagem seja compreendida numa perspectiva mais ampla de interlocução entre Educação e Neurociências? Quais as aproximações e distanciamentos dessas relações conceituais com a abordagem conceitual proposta por Eric Richard Kandel (2014), um dos estudiosos que centraram seus estudos sobre essas relações na atualidade?

De outra maneira de anunciar o estudo, questionei-me se as pesquisas desenvolvidas em Neurociências apresentavam algum tipo de contribuição às pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem em geral? Para responder a esta questão realizei uma pesquisa exploratória a fim de identificar como tais aspectos se manifestaram implícita ou explicitamente nas teses produzidas em Neurociências durante o período delineado (2007-2017), a partir da perspectiva neurocientífica propostas por Kandel *et al* (2014). Igualmente, a intenção era, ainda, revelar quais concepções de aprendizagem foram mobilizadas nessas produções, caso elas existissem e fossem diferentes das propostas de Kandel *et al* (2014).

Não imaginei até onde poderia obter informações, nem se os tipos de informações me levariam à respostas que pudessem contemplar minhas indagações. Porém, ao adentrar nos conteúdos das teses, identifiquei a escassez de produções que relacionassem diretamente Neurociências com aprendizagem. Assim, tornou-se evidente a partir de um levantamento prévio, que aprendizagem ainda não aparece como uma prioridade na agenda neurocientífica, muito embora algumas das teses doutorais investigadas tratassem de temas fundamentais para a área, por exemplo, temas como controle inibitório, impulsividade, depressão, ansiedade, memória, TDAH, dentre outros. Diante desse quadro, foquei meu investimento investigativo nos estudos desenvolvidos na interlocução estabelecida entre Educação e Neurociências.

Nos parágrafos anteriores caracterizei os aspectos essenciais relativos ao problema de pesquisa, os pressupostos da tese a ser sustentada com base na pesquisa realizada, para responder ao problema, alguns dos fundamentos teóricos basilares do estudo. Destaco, ainda que a pesquisa foi organizada em **três momentos**:

O **primeiro** de caráter exploratório, no qual fiz um levantamento geral das produções doutorais relativas às Neurociências presente na plataforma Sucupira e

banco de teses da Capes, tendo em vista explorar o melhor possível para meu objeto de estudo.

No **segundo** momento, fiz um novo estudo exploratório no sentido de selecionar apenas os estudos doutorais que tratavam sobre aprendizagem, visando analisar cada um deles, e assim, poder relacioná-los com as teorias adotadas de base da presente pesquisa e, posteriormente, poder analisar as informações mais pormenorizadamente e registrar contribuições para estudos futuros.

No **terceiro** e último momento, utilizei o aplicativo IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*). Trata-se de um *software* de processamento de dados textuais gratuito que oferece possibilidades de se apontar o posicionamento, a estruturação e as relações de palavras no texto e auxilia na descrição da análise do *corpus* textual e de matrizes de dados, ou seja, pode ser aplicado à análise de textos (*corpus* textual) como dados, especificamente, de material verbal transcrito, tais como: entrevistas, documentos, redações, textos jornalísticos etc.

Diante do que foi descrito anteriormente nesta introdução, finalizo apresentando os capítulos que compõem este texto doutoral, organizado com a intenção de atender ao objetivo de relatar um estudo descritivo-analítico realizado acerca dos trabalhos doutorais em Neurociências, produzidos no Brasil durante o período de 2007-2018, com vistas a identificar de que modo foram discutidas relações conceituais sobre aprendizagem na perspectiva das Neurociências.

Assim, nos próximos capítulos tratarei dos fundamentos relacionados aos estudos das Neurociências visando delinear a base teórico-metodológica e o método de pesquisa adotado, as categorias de análise e validação das informações pesquisadas.

O primeiro capítulo faz uma síntese histórica acerca da institucionalização dos estudos sobre Neurociências desde os primórdios na tentativa de compreender como o sistema neuronal é composto e de que modo funciona, tendo em vista compreender as diversas ações e reflexões humanas como a aprendizagem, tema investigado nas teses analisados neste trabalho.

O segundo capítulo trata dos primeiros aspectos investigados, ou seja, a “porta de entrada” do estudo. Foi o momento em que estudei o ambiente onde posteriormente fiz o levantamento dos trabalhos doutorais relativos à temática de pesquisa, a seleção das informações e categorização de cada trabalho para depois

estabelecer meu planejamento de análise. Procurei responder algumas das primeiras questões propostas considerando suas relações com o problema central da pesquisa e com o objetivo geral, bem como da tese a ser sustentada ao longo deste trabalho.

No terceiro capítulo abordo sobre aprendizagem e Neurociências que foram identificadas nas produções investigadas, tendo em vista retomar essas relações no quarto capítulo com auxílio do aplicativo IRAMUTEQ como apoio para análise dos *corpus* textuais dessas produções.

No quarto capítulo faço uma análise dos *corpos* textuais dos trabalhos investigados, utilizando os resultados do aplicativo IRAMUTEQ. Por fim, apresento minhas reflexões finais e perspectivas futuras, por considerar que este trabalho não se encerra aqui, mas abre possibilidade de continuidade e aprofundamento no tema e nas questões levantadas desde o início e que, talvez não tenham sido respondidas com a aproximação máxima do objeto ao qual me debrucei no estudo.

Esclareço, ainda, que os capítulos a seguir foram escritos na primeira pessoa do plural por considerar que o trabalho foi uma produção pensada e discutida conjuntamente com o orientador. Portanto, não a tomarei como uma produção individual.

## 1

**NEUROCIÊNCIAS E SUAS RELAÇÕES COM A APRENDIZAGEM**

Neste Capítulo 1 apresentamos uma síntese histórica acerca da origem do estudo do encéfalo, em vista de respondermos ao seguinte questionamento: Neurociências ou Neurociência? Antes de nos aprofundarmos nas pesquisas doutorais (Capítulos 2 e 3) foi necessário esclarecer esta questão. Navegamos pela história para compreender como se constituiu este campo de pesquisa. Esta situação nos proporcionou o desenvolvimento de uma linha do tempo que retrata este processo.

Contudo, é também neste Capítulo que fazemos referência a dois equipamentos utilizados por profissionais da medicina em períodos distintos da história que foram relevantes para o avanço das Neurociências, ou seja, o trépano e as neuroimagens. Sendo o trépano utilizado para trepanar crânios de pessoas vivas ou mortas. Ao passo que as neuroimagens, são procedimentos não invasivos que dão acesso ao sistema nervoso, em pleno funcionamento.

**1.1 Contextualização do tema**

Compreender como se desenvolveu o estudo do encéfalo (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017), se fez necessário, pois, ao remontarmos essa história a partir da literatura específica da área tornou-se evidente a escassez de material produzido para atender as necessidades de professores do ensino fundamental. Diante disso, nessas primeiras páginas, contamos um pouco dessa história respaldada na leitura de livros, artigos científicos e teses de doutorado produzidas no Brasil no campo das neurociências durante o período de 2007 a 2018.

Para tanto, recorreremos ao estudo de crânios encontrados soterrados em diferentes partes do mundo para reconstituir essa história, uma vez que a partir desses estudos constatou-se que nossos ancestrais há aproximadamente sete mil anos atrás já utilizavam a técnica conhecida pelo nome de trepanação (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2017; ANDRUSHKO & VERANO, 2008; KUSHNER, VERANO & TITELBAUN; 2018). Mas o que é trepanação? Trepanação consistia na técnica de abrir orifícios de diferentes circunferências na caixa craniana de pessoas vivas ou em cadáveres por intermédio de raspagem, corte ou perfuração com o objetivo de intervir

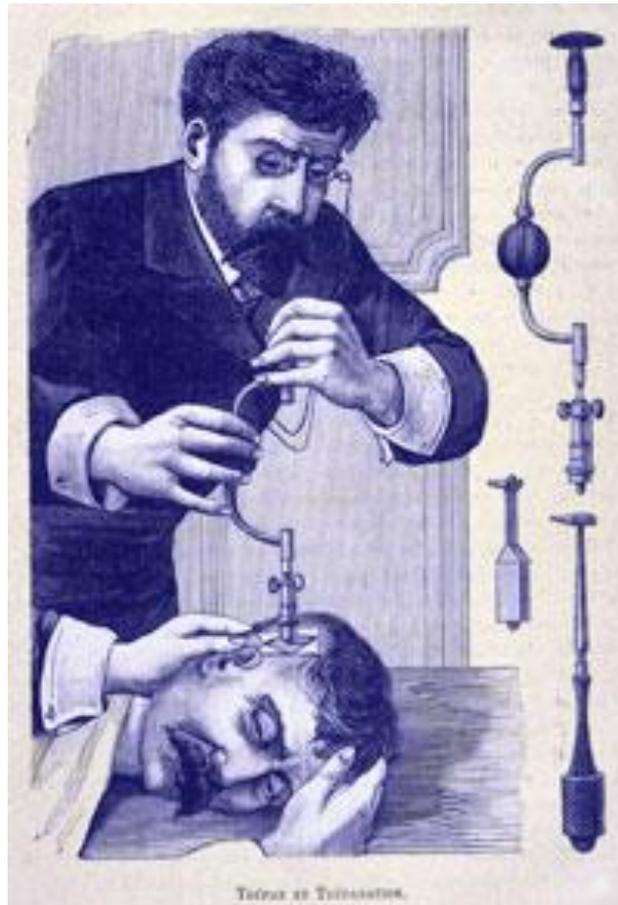
nos casos de indivíduos possuídos por maus espíritos (TALAMONI, 2014) ou acometidos por doenças encefálicas (KUSHNER, VERANO & TITELBAUN, 2018; CASTRO & LANDEIRA-FERNANDEZ, 2010).

Além dessas evidências, citamos o papiro de Edwin Smith (1822-1906), um egiptólogo norte-americano que nos princípios do ano de 1858 migrou para o Egito, Luxor, "... cidade egípcia construída sob as ruínas de Tebas" (VARGAS *et al*, p. 1358, 2012), onde se manteve por cerca de vinte anos. Edwin Smith adquiriu o papiro em 1862 das mãos de um comerciante, após sua morte em 1906 sua filha o doou a Sociedade de História de Nova York. (VARGAS *et al*, 2012). Segundo Hamdan, Pereira e Riechi (2011), este papiro é considerado o mais antigo documento escrito que correlacionam lesões encefálicas às funções mentais a partir da descrição de 48 casos de pacientes com lesões encefálicas. A citação abaixo ilustra esta situação:

Las 17 columnas de la parte anterior corresponden al tratado quirúrgico propiamente tal. Consta de 48 casos ordenados topográficamente según la ubicación de la lesión en sentido céfalo - caudal. En cada grupo las lesiones están ordenadas según la severidad de la lesión en orden creciente. Cada lesión está estructurada comenzando con un título, luego un examen, un diagnóstico, un tratamiento y finalmente un comentario y glosas. El Título identifica la ubicación y órganos afectados por la lesión; el Examen corresponde enteramente a semiología, es decir, inspección, palpación, auscultación y en algunos casos tomar el olor de la lesión, además de lo relatado por el paciente. Sigue el Diagnóstico que, repitiendo el enunciado del título de la lesión, decide si esa lesión será tratada, no tratada o se luchará por ella. Luego, el Tratamiento da una solución objetiva y no mágica a la lesión, lo que diferencia a este papiro de muchos otros que resuelven los casos con hechicerías y conjuros. Finalmente, están las Glosas y Comentarios, que son principalmente la explicación de terminología que en el papiro se llama "antigua", lo que respalda la teoría de que el papiro original data de una fecha mucho más anterior (VARGAS *et al*, 2012, 1357).

Esse documento é considerado uma relíquia dentro dos âmbitos da medicina e áreas afins, por apresentar procedimentos cirúrgicos e descrições detalhadas da rotina dos atendimentos médicos dispensados às pessoas acometidas por vários tipos de lesões, inclusive, encefálicas. Mas também, por retratar a rotina dos atendimentos médicos, sobretudo, no que se referem aos exames clínicos, diagnósticos, prognósticos e indicações terapêuticas (HAMDAN, PEREIRA & RIECHI, 2011; VARGAS *et al*, 2012).

**Figura 01.** Exemplo de Trepanação



**Fonte:** [chrome://settings/content/siteDetails?site=https%3A%2F%2Fwww.muyinteresante.es](https://www.muyinteresante.es)  
Acesso: 04/03/2020

Outros registros demonstram como os egípcios tratavam os corpos de seus mortos durante o processo de mumificação. Neles, constata-se que os encéfalos eram extirpados e descartados, ao passo que o coração recebia tratamento diferenciado por ser um órgão considerado sagrado devido abrigar a alma, a consciência e a memória (MARQUES, 2016; GAZZANIGA & HEATHERTON, 2005). O coração era concebido como o centro das atividades vitais do ser humano. Surgem nesse contexto, conflitos quanto à localização das atividades mentais (hipótese cardíaca versus hipótese encefálica). A hipótese encefálica, não foi totalmente aceita tendo como principal opositor o filósofo grego Aristoteles (384-322 a.C) que fragmentou a atividade mental em faculdades mentais (pensamento, julgamento, imaginação...) que teriam como sede o coração (HAMDAN, PEREIRA & RIECHI, 2011).

Na Antiguidade grega, destacamos as concepções de Hipócrates, médico grego, nascido em Cós (460-370 a.c) cujas idéias encontram-se organizadas na coleção denominada *Corpus Hippocraticum*. Um acervo de setenta textos escritos,

provavelmente, por Hipócrates, seus discípulos e outros médicos de sua época (BEZERRA, VIANA & BACELAR; 2012; BEIER, 2010; REBOLLO, 2006). Esses textos contam a história da medicina, da doença e da cura, e como eram concebidas na Antiguidade grega:

A coleção dos tratados médicos hipocráticos é uma realização coletiva, no interior da qual coexistem significativas diferenças teóricas e de orientação prática, suficientes para que se possa afirmar uma pluralidade de doutrinas e concepções médicas que, longe de espelhar um sistema teórico coerente e acabado, é o registro de uma diversidade oriunda de vários autores, diversos compiladores e inúmeras edições. Tal diversidade de doutrinas e concepções foi, ao longo da posteridade, exaustivamente glosada, interpretada e comentada, em um esforço do espírito que resultou na própria construção da medicina ocidental (REBOLLO, 2006, p. 45).

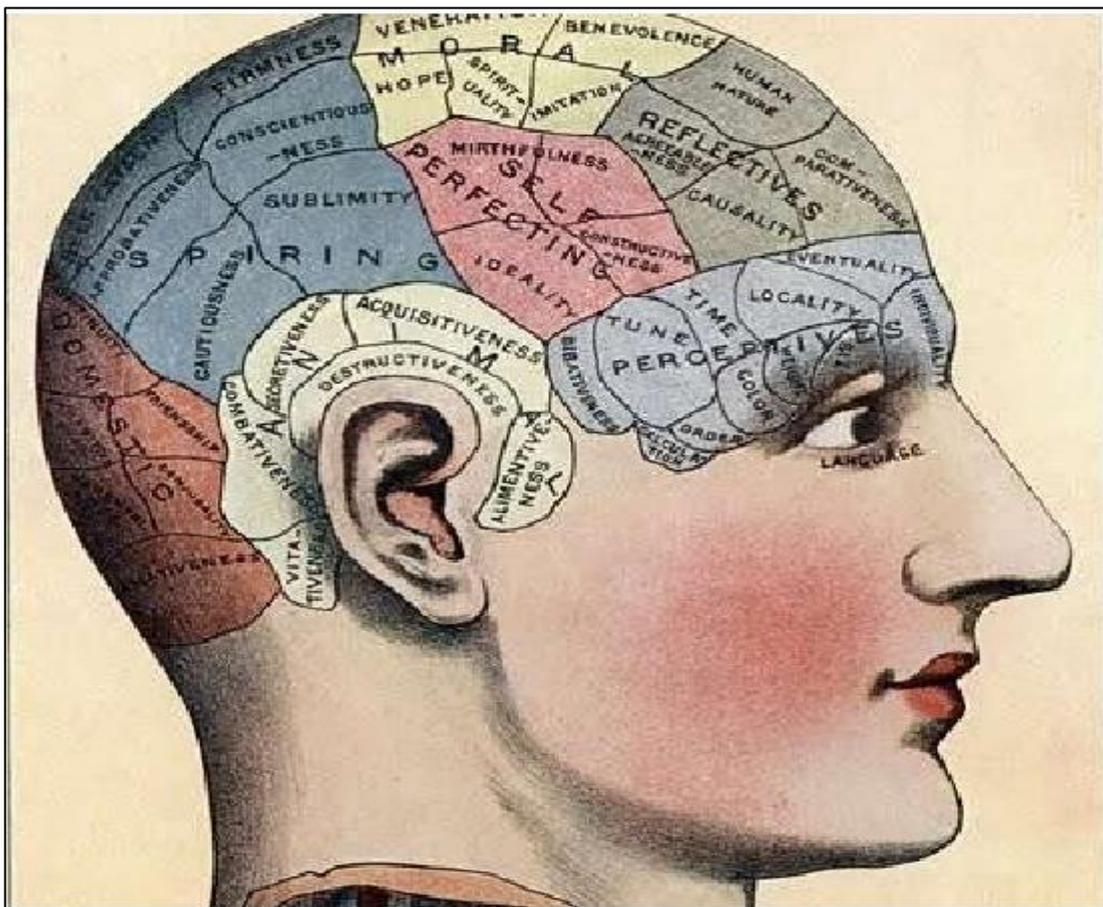
Portanto, em Hipócrates, os conhecimentos sobre a anatomia e o sistema funcional do corpo humano eram elementares. Sabia-se pouco sobre as causas das doenças e como tratá-las, situação que se configurou no exercício de uma medicina que gradativamente desvinculava-se das práticas mágicas-superticiosas e aproximava-se da observação sistemática do paciente e da doença em busca de meios eficazes para tratá-lo (CAIRU & JÚNIOR, 2005). O encéfalo era dividido em dois hemisférios (direito e esquerdo) isolados por uma membrana que se liga a medula espinhal a partir de uma rede de fibras nervosas (REZENDE, 2009), era considerado a sede dos movimentos, consciência e sensações (CANGUILHEM, 2006; COSENZA & GUERRA, 2011).

No Império Romano, destaca-se a figura do médico e filósofo Galeno de Pergamo (130-200 d.C) como um dos responsáveis pelo desenvolvimento da medicina nesse período. As concepções de Galeno são compatíveis com as de Hipócrates acerca das funções do encéfalo. Para Galeno, o encéfalo seria o órgão responsável pelas sensações, percepções e memórias, enquanto o cerebelo seria responsável pela motricidade. Através de seus estudos demonstrou a existência do cérebro, do cerebelo e dos ventrículos (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017).

Entre os séculos XVII e XVIII, os estudos do matemático e filósofo francês René Descartes (1596-1650) ganharam visibilidade, suas hipóteses acerca da natureza da mente, do corpo, e do processo de interação existente entre eles causaram impacto no pensamento vigente. Para Descartes, a mente era uma substância imaterial e o corpo provido de matéria, estando sujeito às leis da física. Isto é, mente e corpo eram vistos como entidades separadas, com propriedades distintas, mas que interagem

entre si no encéfalo (SCHULTZ & SCHULTZ, 2007). No século XVII René Descartes levantou a hipótese que as faculdades mentais estariam localizadas na mente e eram geridas por Deus. A mente tinha a função de pensar e as demais funções eram de responsabilidade do corpo. Logo, o foco de interesse seria a mente e suas operações. Constata-se uma transição de análises metafísica para análises mais objetivas. Neste período, descobriu-se a existência de dois tipos de substâncias no sistema nervoso central (substância branca e a substância cinzenta). Sendo a substância branca formada por feixes de fibras nervosas, condutoras de informações que entram e saem do encéfalo, e a substância cinzenta formada por elevada concentração de corpos de neurônios, que quando agregados lhes confere o aspecto acinzentado (LENT, 2010). Mesmo com esses achados acerca das estruturas e funções encefálicas, ainda persistiam posições teóricas que vislumbravam o encéfalo como uma estrutura homogênea, cuja finalidade era a distribuição de energia pelo corpo (RODRIGUES & CIASCA, 2010).

Figura 02 – Frenologia



Fonte: <https://image.slidesharecdn.com/crebro-010-f-101015154609-phpapp02/95/crebro-010f-5-728.jpg?cb=1287158183>. Acesso: 07/03/2020.

Todavia, no final do século XVIII e início do século XIX, o Sistema Nervoso Central (SNC) passa a ser reconhecido como constituído pelo encéfalo, medula espinhal e por uma rede extremamente ramificada de fibras nervosas que se espalham por todo o corpo. Foram identificados a presença de giros, sulcos, fissuras e lobos na superfície do encéfalo. O cenário estava propício para o surgimento de teorias localizacionistas sobre as funções encefálicas.

Diante desses fatos, em 1810, Franz Joseph Gall publicou sua obra intitulada *Anatomia e fisiologia do sistema nervoso em geral e do cérebro em especial*, na qual considerou o encéfalo como um conjunto de órgãos separados uns dos outros com funções e faculdades mentais específicas. Para Gall, as protuberâncias do crânio sugeriam o desenvolvimento ou subdesenvolvimento de regiões encefálicas, essa concepção ficou conhecida como frenologia. Gall identificou 27 faculdades mentais que foram posteriormente expandidas para 35 por Johann Spurzheim (LENT, 2010).

Em contraposição a essas concepções, Marie-Jean-Pierre Flourens, lançou em 1823 a teoria do campo agregado, valendo-se do método denominado ablação experimental em animais. Tal metodologia consistia em destruir partes do sistema nervoso e observar os prováveis déficits sensoriais e motores ocasionados por esse tipo de destruição. De acordo com Flourens, não existem regiões cerebrais únicas responsáveis por comportamentos específicos no sistema nervoso. Pelo contrário, as regiões interagem entre si. Neste período, o médico francês Pierre Paul Broca (1824-1880) ficou mundialmente conhecido por ter localizado o centro da linguagem no lobo frontal, sendo esse dado considerado um marco no âmbito das pesquisas cujo foco principal era o encéfalo (RODRIGUES & CIASCA, 2010).

Segundo Souza (2013), na década de 1960 criou-se a palavra *Neurociências* que se popularizou com a fundação da primeira sociedade neurocientífica do mundo, registrada em 1969 nos Estados Unidos-Washington D.C, objetivando congregar profissionais com diferentes formações acadêmicas interessados em pesquisar o encéfalo (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017). Para Kandel, Schwartz e Jessel (1997). Nesse contexto, o objetivo geral da Neurociência foi definido em compreender como o encéfalo nos torna único no mundo, mediante os conhecimentos produzidos por um conjunto de ciências que estudam o sistema nervoso e suas relações com o comportamento e a aprendizagem (SILVA & MORINO, 2012), contemplando um enfoque interdisciplinar (FERREIRA, GONÇALVES E LAMEIRÃO, 2019). A partir dos achados das Neurociências foram desenvolvidos conhecimentos e tecnologias para

melhorar a qualidade de vida de pessoas com transtornos de aprendizagem, déficits neurológicos, neuropsicológicos e neuropsiquiátricos (BRANDÃO & CALIATTO, 2019).

Contudo, os avanços das pesquisas sobre o sistema nervoso ao longo das décadas de 1970 e 1980 levaram o então presidente norte-americano Jorge Bush, em resposta aos relatórios emitidos pelo Conselho Consultivo Nacional, Instituto Nacional de Desordens Neurológicas e Acidente Vascular Encéfalico, Instituto Nacional de Saúde Mental, Congresso e Senado norte-americano, a assinar no dia 25 de julho de 1989, a declaração que designou a década de 1990 como a *Decade of the Brain*, isto é, a *Década do Cérebro* (GOLDSTEIN, 1994; AMARAL, 2016; FERREIRA, GONÇALVES & LAMEIRÃO, 2019).

Desde então observou-se avanços no âmbito das pesquisas neurológicas, com investimentos vultosos em empreendimentos que visavam desvelar o encéfalo quanto a sua estrutura e funcionalidade, em condições normais e patológicas (GOLDSTEIN, 1994). Foram desenvolvidas tecnologias consideradas menos invasivas para o estudo do encéfalo, como por exemplo, as tecnologias de neuroimagens. Tais tecnologias trouxeram avanços para ao desenvolvimento da Tomografia Computadorizada (TC), Imagem por Ressonância Magnética (IRM), Tomografia de Emissão de Pósitrons (TEP), Imagem de Ressonância Magnética Funcional (IRMF) e a Neuroimagen Funcional. O avanço dessas técnicas foi de fundamental importância para a consolidação dessa área enquanto campo de estudo científico (MADUREIRA *et al*, 2010).

Os exames de neuroimagens contribuíram significativamente para o desenvolvimento da Neuropsicologia, ciência que correlaciona às funções cognitivas ao comportamento e a atividade do sistema nervoso em condições normais e disfuncionais (SOUZA & ALVES, 2017; NITRINI, 1996). A citação a seguir discorre sobre essa concepção:

Neuropsicologia é um dos ramos da Neurociência que se preocupa com a complexa organização cerebral, que trata da relação entre cognição e comportamento e a atividade do SNC em condições normais e patológicas; sendo assim, a Neuropsicologia é de natureza multidisciplinar, e que permite a elaboração de um estudo prático do cérebro, contribuindo para diagnósticos precoces e precisos das patologias e de alterações das funções cerebrais superiores (SOUZA & ALVES, 2017, p.321).

Em linhas gerais, o conhecimento produzido sobre o domínio da Neuropsicologia tem contribuído para a compreensão de transtornos de déficit de atenção/hiperatividade (COSTA *et al*, 2014; MATTOS, 2015), transtorno bipolar (MALLOY-DINIZ *et al*, 2014); Neuropsicologia das demências (SOUSA & TEIXEIRA, 2014; PAULA, DINIZ & MALLOY-DINIZ, 2014; BAHIA, TAKADA & NITRINI, 2015; BERTOLUCCI, 2015), avaliação neuropsicológica aplicada às epilepsias (FUENTES *et al*, 2014; MADER-JOQUIM, 2015).

Oliveira, Sciovoletto e Cunha (2010) analisaram artigos disponíveis nas bases de dados Medline/Pudmed durante o período de 1989-2009 no âmbito da Neuropsicologia que correlacionaram o estresse emocional precoce a exames de neuroimagens. De um modo geral, os dados encontrados demonstram que o estresse emocional precoce pode gerar prejuízos de atenção, inteligência, linguagem, funções executivas, tomadas de decisões e danos em regiões encefálicas (OLIVEIRA, SCIOVOLETTO & CUNHA, 2010). Ter acesso a esse tipo de informações mostra-se particularmente relevante para compreendermos como o SNC funciona. Daí, na posição de educadores, poderemos propor metodologias mais próximas da realidade cognitiva de nossos alunos. Ou seja, passamos a 'olhar' para o aluno como um ser único no mundo, com limitações e possibilidades próprias. Tal compreensão faz toda a diferença dentro de um sistema educacional que costumeiramente homogeneiza todos como um, negligenciando as diferenças individuais, sociais, afetivas, emocionais e econômicas desses indivíduos.

Diante do exposto, e imbuídos do propósito de evidenciar as possíveis aproximações e/ou distanciamentos entre as Neurociências e os modos de conceber e explicar a aprendizagem, voltamos nossa atenção à localização de teses de doutorado registradas no Brasil, na grande área de conhecimento denominada 'Neurociências', que apresentassem de maneira direta ou indireta resultados que pudessem trazer implicações para se configurar novas maneiras de conceber e explicar os processos humanos de aprendizagem, com vistas a elencar contribuições para a aprendizagem dos alunos atualmente. Desse modo, focaremos a seguir, um breve olhar sobre a aprendizagem, sob a ótica das Neurociências, ou seja, levando em consideração os aspectos abordados nesta seção.

## 1.2 Um breve “olhar” da aprendizagem na ótica neurocientífica

Saber como o encéfalo funciona mostra-se de fundamental importância em situações de ensino-aprendizagem. Nesta seção, apresentamos o Sistema Nervoso (SN) e do Sistema Nervoso Central (SNC), seus componentes, funções e importância para a sobrevivência de nossa espécie e, conseqüentemente, para a aprendizagem. Evidências neurocientíficas demonstram que no momento da aprendizagem ocorrem várias modificações em nível encefálico quando se originam e fortalecem-se sinapses, redes e circuitos neurais (FONSECA, 2014), sendo particularmente importante que professores conheçam esses processos neuropsicológicos para desenvolverem intervenções que favoreçam a superação de dificuldades e transtornos de aprendizagem.

Com a finalidade de compreender como as Neurociências concebem a aprendizagem, recorreremos a Bear, Connors e Paradiso (2017), Kandel *et al* (2014) e Lent (2010). Por entendermos que professores precisam conhecer como as funções cognitivas se originam e se fortalecem em nível encefálico para proporcionar intervenções neuropsico pedagógicas que visem potencializar a aprendizagem. Os referidos autores compreendem a aprendizagem como uma combinação de fatores filogenéticos, ontogenéticos e histórico-culturais que atravessam o desenvolvimento do indivíduo, produzindo a linguagem, o pensamento, os processos de tomada de decisões, as emoções, dentre outras funções cognitivas própria dos seres humanos.

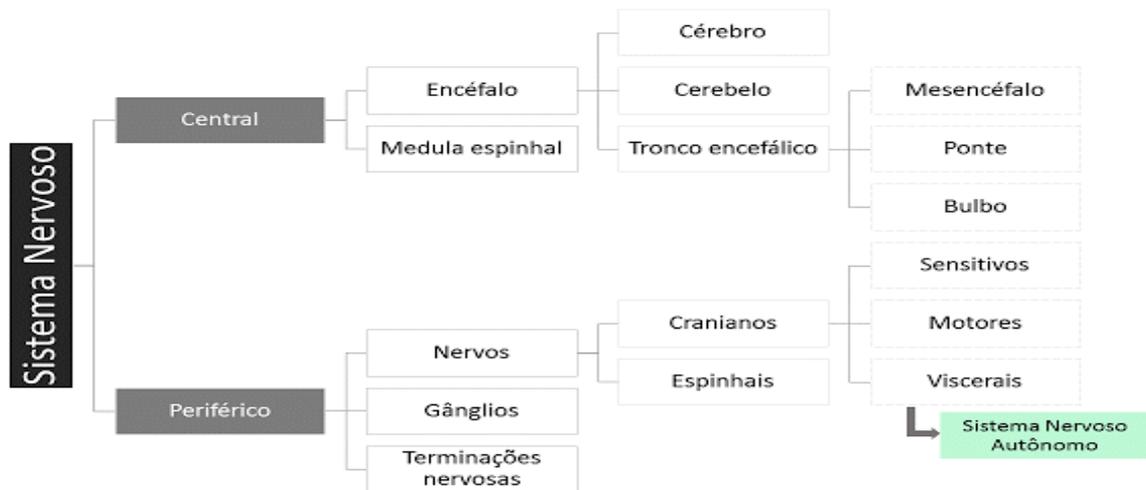
Em nosso entendimento compreendemos que se torna necessário nos aprofundarmos no estudo do encéfalo para conhecermos teorias, metodologias, técnicas e tecnologias, próprias deste campo de investigação científica, que possam migrar para operar processos de pesquisas a serem desenvolvidas no campo da aprendizagem, de modo que possamos aumentar a probabilidade de nosso aluno aprender frente às circunstâncias ambientais e cognitivas, muitas vezes desfavoráveis. Ou seja, o professor do século 21 precisa conhecer a conjugação de processos biológicos, sociais e psicológicos envolvidos na aprendizagem para maximizar as chances de seus alunos aprenderem de maneira significativa. De acordo com Kandel *et al* (2014), nós, seres humanos, aprendemos em função do manejo de outras capacidades cognitivas fundamentais, as quais, quando articuladas conjuntamente, podem gerar aprendizagem, entendida nesse contexto como o

surgimento e/ou fortalecimento de sinapses, redes e circuitos neurais (KANDEL *et al*, 2014).

Entretanto, para compreendermos como se ocorre o processo de aprendizagem sob a ótica das Neurociências de Kandel *et al* (2014), faz-se necessário, conhecermos o SN estrutural e funcionalmente, haja vista que esse conhecimento, ainda hoje, não se encontra diretamente disponíveis nas matrizes curriculares dos Cursos de Formações de Professores registrados no Brasil, muito embora este sistema seja responsável pela integração das funções motoras e sensoriais no córtex cerebral dos seres humanos. A seguir apresentaremos a organização estrutural e funcional desse sistema.

Estudos demonstram que o SN se subdivide em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP), sendo que o SNC é composto pelo encéfalo (cérebro, cerebelo e tronco encefálico) e pela medula espinhal, que é formada por uma rede extremamente ramificada de fibras nervosas que conduzem informações sensoriais e motoras por todos os órgãos e tecidos do organismo (LENT, 2010). Em linhas gerais, a Figura 03 demonstra a divisão do SN.

**Figura 03:** Divisão Esquemática do Sistema Nervoso



Fonte: Google Images, em pesquisa realizada em 20/01/2020

Na Figura 03 apresentamos o modo como se organiza o SN, com o objetivo de atingirmos professores em formação inicial que atuarão em seu cotidiano profissional com crianças e adolescentes que se encontram nos anos iniciais da Educação Básica. Haja vista que ao longo do desenvolvimento desta pesquisa doutoral revelou-se a

carência de material produzido para atender esses profissionais do campo educacional. Esses materiais são quase sempre pensados e desenvolvidos para profissionais das áreas médicas e área afins, tendo os profissionais de outras áreas, que recorrer aos mesmos para poderem se aproximar desse conhecimento, pois os conhecimentos das Neurociências, ainda hoje, não se encontram diretamente disponíveis como uma disciplina ou tema dentro das grades curriculares dos cursos de formação de professores, comprometendo a competência destes em compreender a aprendizagem em uma perspectiva mais ampla de interlocução Educação e Neurociências.

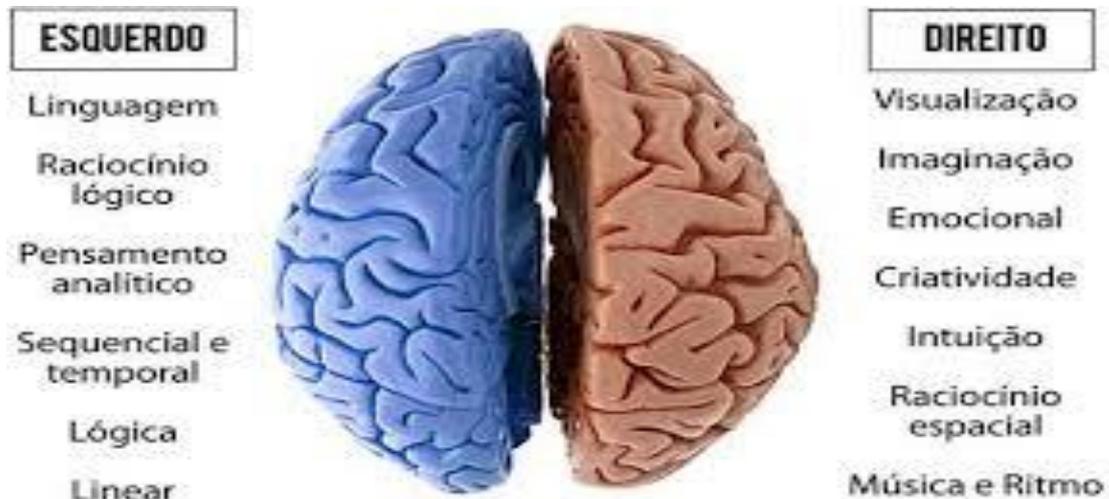
Sobre o encéfalo, podemos dizer que se trata de uma porção do sistema nervoso que se localiza dentro da caixa craniana. Caracterizando-se pelo seu aspecto irregular constituído de dobraduras e saliências cuja função principal diz respeito ao orquestramento de todas as capacidades cognitivas e afetivas dos seres humanos em nível cortical. O encéfalo é constituído pelo cérebro, cerebelo e tronco encefálico (LENT, 2010).

No que se refere ao cérebro, esse órgão é formado por dois hemisférios cerebrais, isto é, pelo hemisfério cerebral direito e pelo hemisfério cerebral esquerdo. Os hemisférios cerebrais são interligados por inúmeros feixes de fibras nervosas denominados de corpo caloso e comissura anterior. O corpo caloso é um grosso feixe de fibras nervosa cuja importância se encontra exatamente na quantidade de fibras nervosas que agrega. A comissura anterior é um feixe menor de fibras nervosas que interconecta as regiões anteriores e mediais dos dois lobos temporais. Quanto aos hemisférios cerebrais direito e esquerdo, esses são interconectados por esses dois feixes de fibras, o que permite a comunicação continua entre eles. É válido ressaltar, também, que lesões tanto no corpo caloso quanto na comissura anterior podem levar os hemisférios a funcionarem independentemente um do outro (GUYTON, 1991).

A seguir, na Figura 04, apresentamos os hemisférios cerebrais e as principais funções exercidas por eles. Conforme mencionado anteriormente, os hemisférios cerebrais encontram-se divididos em duas porções (hemisfério cerebral esquerdo e hemisfério cerebral direito), que exercem funções cognitivas distintas embora trabalhem conjuntamente. O hemisfério cerebral esquerdo é responsável pela fala, pela realização de cálculos mentais, raciocínio lógico, pensamento analítico, comando da escrita, reconhecimento de faces. Ao passo que o hemisfério cerebral direito é

responsável pela imaginação, emoções, criatividade, intuição, raciocínio espacial, música e ritmo, dentre outras funções.

**Figura 04:** Hemisférios cerebrais



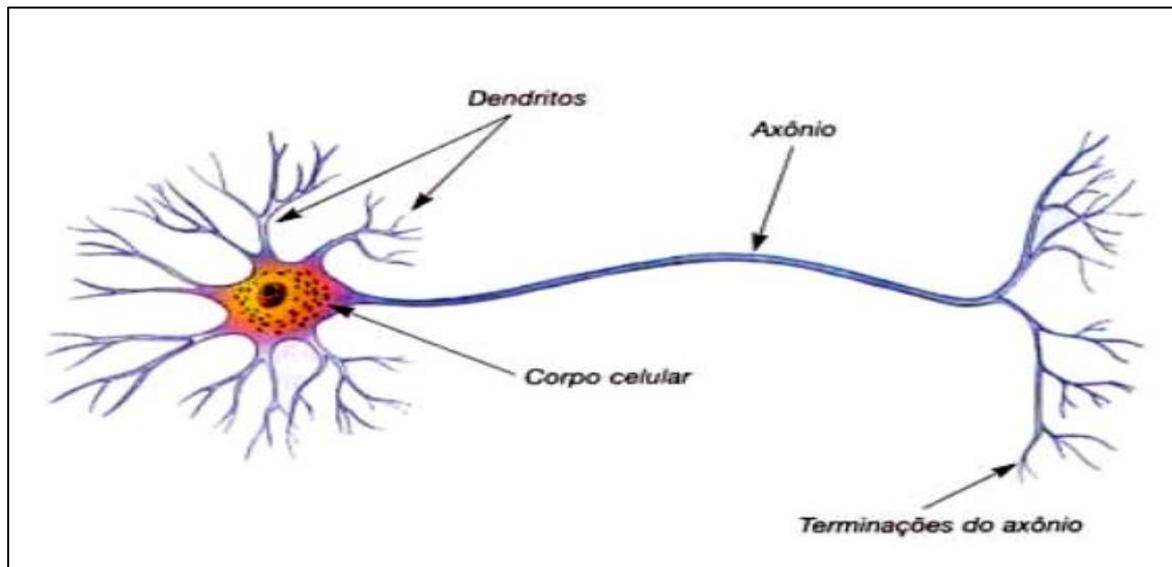
Fonte: Google Images, em pesquisa realizada em 20/01/2020

As células que se localizam no SNC são chamadas de células nervosas. Existem dois tipos distintos células nervosas: os neurônios e as células da glia. Os neurônios são células nervosas altamente especializadas na transmissão e processamento de sinais eletroquímicos conhecidos pela denominação de impulsos nervosos. Segundo os renomados neurocientistas Roberto Lent e Suzana Herculano-Houzel (2010), em estudo realizado com indivíduos do gênero masculino, com idade variando entre 50 e 70 anos, estima-se que o sistema nervoso tenha em média cerca de 86 bilhões de neurônios, bem como um número aproximado de células gliais. Ou seja, existe uma variedade de tipos de neurônios espalhados por todo SN, sendo que essas células nervosas se diferenciam entre si em forma e tamanho. Morfologicamente os neurônios são classificados da seguinte maneira: 1) Pseudo-unipolar; 2) estrelado; 3) Purkinje e; 4) piramidal. E funcionalmente são classificados em neurônios motores, sensoriais e intermediários. A transmissão de informações entre neurônios ocorre via axônios, por meio de um processo de troca de informações conhecido como transmissão sináptica.

A Figura 05 a seguir, apresenta a unidade básica da célula nervosa do SN. Ou seja, apresenta o neurônio. O neurônio é a célula nervosa que se localiza no SN responsável pela captação e consolidação de memórias no SNC, bem como é

responsável pela transmissão sináptica que ocorre no momento do contato dentre as células nervosas.

**Figura 05:** Neurônio, a unidade básica da célula nervosa



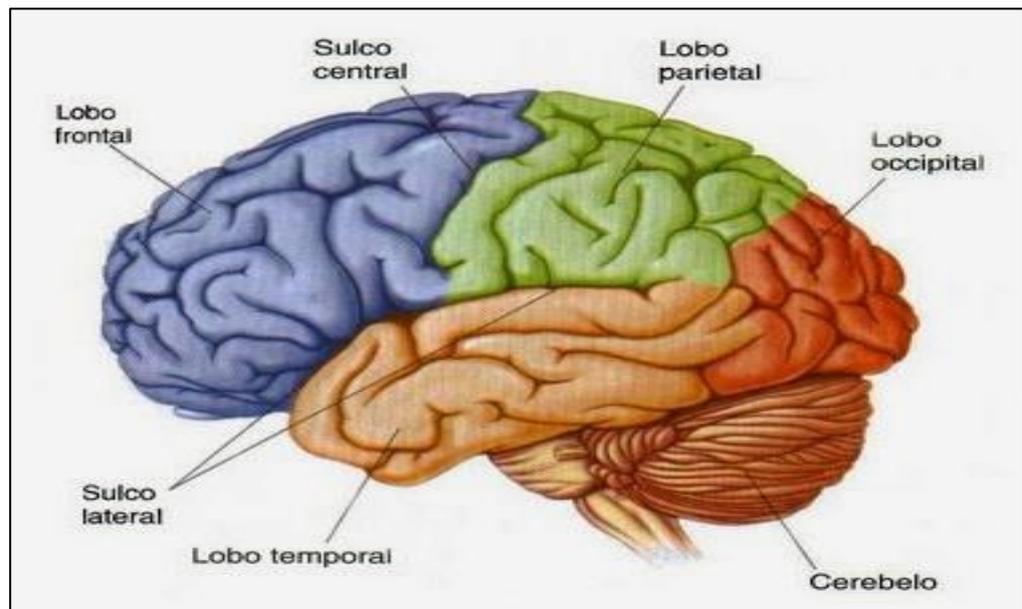
Fonte: Google Images, em pesquisa realizada em 20/01/2020

Faz-se oportuno destacar que, os neurônios apresentam regiões celulares distintas que juntas são responsáveis pela entrada, integração, condução e saída de informações no SN. As partes do neurônio são as seguintes: 1) dendritos; 2) corpo celular; 3) axônio; e 4) terminações sinápticas, cada uma dessas regiões apresentam funções diferenciadas. Por exemplo, os dendritos, são responsáveis pela recepção de sinais eletroquímicos, processamento e modificação das informações que serão conduzidas ao corpo celular. O corpo celular é responsável pela nutrição e memória celular, ao passo que o axônio conduz a informação nervosa ramificando-se em sua extremidade para possibilitar a distribuição de informações entre os neurônios por meio das terminações sinápticas (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017; KANDEL *et al*, 2014; LENT, 2010).

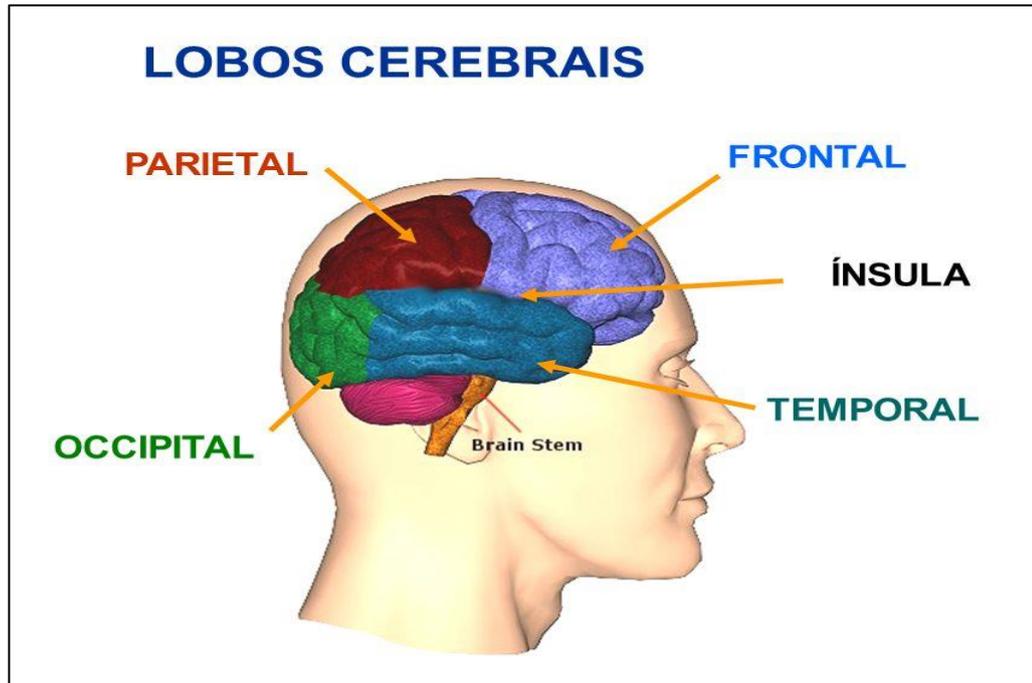
Ao estudarmos o SNC entramos em contato com cérebro. Esse órgão se caracteriza pela nítida presença de dobras em sua superfície, essas dobras são chamadas de circunvoluções cerebrais. Cada circunvolução constitui-se em um giro, as depressões entre os giros são denominadas de fissuras ou sulcos. As principais fissuras e sulcos do cérebro são as seguintes: 1) fissura longitudinal cuja função é a separação dos dois hemisférios cerebrais; 2) o sulco central que divide o cérebro nas porções anterior e posterior; 3) a fissura lateral também conhecida como fissura de

Sylvius que perpassa a face lateral dos hemisférios cerebrais e; 4) o sulco parietoccipital que tem como função principal separar os lobos parietais e occipitais. As fissuras e os sulcos cerebrais delimitam partes do cérebro que exercem funções distintas. Quanto aos lobos cerebrais, podemos dizer que o cérebro se encontra organizado em cinco lobos: 1) lobo frontal; 2) lobo parietal; 3) lobo occipital; 4) lobo temporal e; 5) lobo da insula (Ver Figuras 06 e 07) expostas a seguir.

**Figura 06:** Quatro Lobos cerebrais



Fonte: *Google Images*, em pesquisa realizada em 21/01/2020

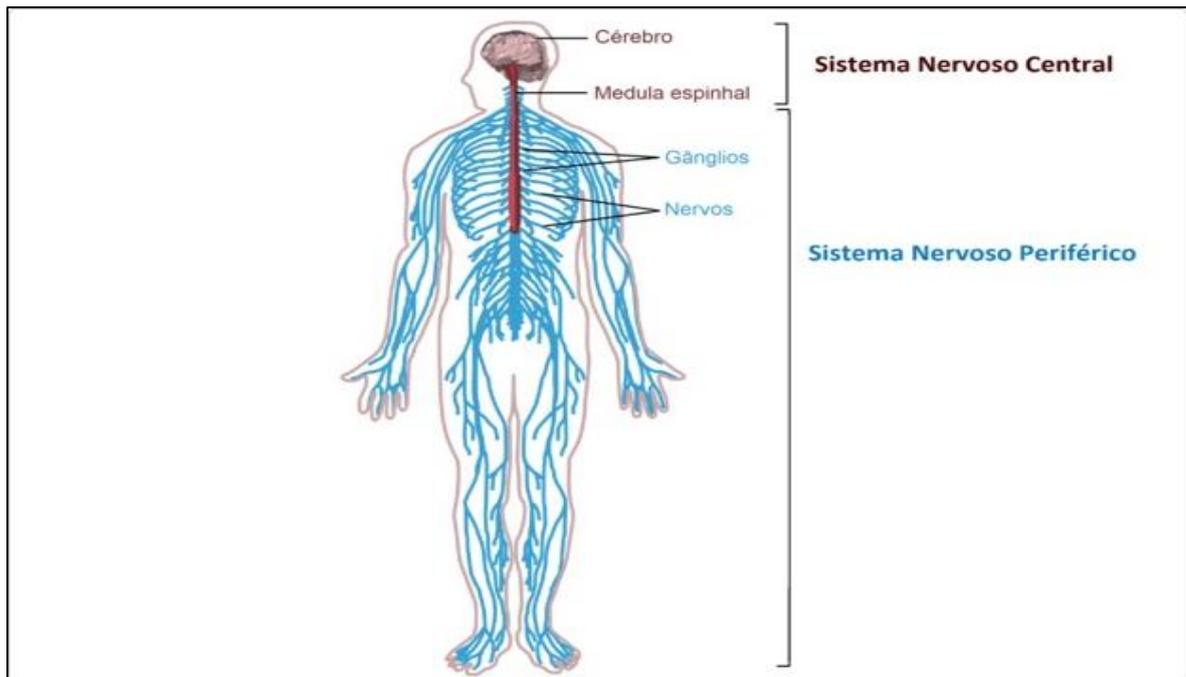


**Figura 07:** Cinco Lobos cerebrais

Fonte: *Google Images*, em pesquisa realizada em 21/01/2020

O SNP é constituído basicamente de nervos transmissores de impulsos nervosos. Ver figura 08:

**Figura 08:** Sistema Nervoso Periférico (SNP).



Fonte: *Google Images*, em pesquisa realizada em 21/01/2020

Além dos nervos, o SNP constitui-se de células que se agrupam em gânglios. Os nervos são condutores de informações sensoriais e motoras. Porém, as informações sensoriais são transmitidas pelas fibras nervosas aferentes e as informações motoras são conduzidas pelas fibras nervosas eferentes (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017; KANDEL *et al*, 2014; LENT, 2010).

### **1.3 Kandel e os princípios de Neurociências relevantes para a aprendizagem**

Os estudos de Kandel *et al* (2014) evidenciam que os padrões motores da fala adquiridos nos estágios iniciais da aprendizagem da língua passam a persistir durante toda a vida e influenciam os sons, o tempo e o ritmo de uma segunda língua aprendida posteriormente. Argumenta que a linguagem é exclusivamente humana, a maior habilidade e a maior conquista dos seres humanos. Na última década o debate teórico acerca desse fenômeno cultural ampliou-se para além dos debates do inato-adquirido e da visão-padrão de áreas cerebrais especializadas responsáveis pela linguagem.

Kandel *et al* (2014) aponta dois eventos que contribuíram para os avanços dos debates sobre a linguagem humana. Primeiramente, o desenvolvimento de técnicas de imageamento encefálico funcional permitiram examinar padrões de ativação no encéfalo enquanto o indivíduo realiza tarefas de linguagem, como designar objetos, escutar sons ou identificar erros gramaticais. Segundo, descobriu-se que o ser humano na infância, antes de aprender a falar aprendem os padrões de sons das unidades fonéticas, as palavras, as frases da língua que escutam. O fato de ouvir esses elementos contribui para alterar o encéfalo, ou seja, a relação com a própria linguagem produz alterações no cérebro.

Salla (2014) comunga das explicações de Kandel *et al* (2014) quando esclarece que o cérebro sofre modificações em contato com o meio durante toda a vida. As experiências vivenciadas no ambiente interferem no SN e causa alterações anatômicas no cérebro. A quantidade de neurônios e as conexões entre eles (sinapses) são modificadas com as novas experiências.

No âmbito da Neurociência já se descobriu que ambientes ricos contribuem para ampliar as sinapses. Nesse aspecto particular, devem-se buscar explicações na pedagogia sobre quais estratégias de ensino estimulam o aprendizado, isto é, tornam o meio rico para a aprendizagem (SALLA, 2014). Todavia, para Jean Piaget (1896-1980) não basta ter apenas um meio provocativo e motivador, mas o organismo dos

indivíduos precisa estar apto, ser capaz de se sensibilizar com os estímulos oferecidos e reagir a eles. Por isso, a aprendizagem não é igual para todos, difere com os níveis de desenvolvimento de cada um. A construção de determinados conhecimentos também depende certos domínios.

A Neurociência evidencia que o desenvolvimento do cérebro decorre da integração entre o corpo e o meio social. Essa visão foi defendida por Lev Vygotsky, ao afirmar que o homem aprende interagindo com outros homens e elementos do meio. Este teórico rejeitou a tese do inatismo de que o ser humano já traz ao nascer as características a serem desenvolvidas ao longo da vida. Também criticou os empiristas e comportamentalistas, para os quais o homem é um produto dos estímulos externos. Na sua concepção o ser humano mantém uma relação dialética com a sociedade, e na interação com determinado ambiente desenvolve a experiência pessoalmente significativa (SALLA, 2014).

Lev Vygotsky entendeu que as funções psicológicas superiores só se formam e se desenvolvem pelo aprendizado, entre estas estão a consciência e o discernimento. Considerou a mediação como toda relação do indivíduo com o meio mediada por instrumentos técnicos e pela linguagem. Por meio desta o ser humano tem acesso desde os primeiros anos de vida a conceitos consolidados pela cultura (SALLA, 2014).

A informação visual também ajuda na comunicação infantil para aprendizagem da língua, porque influencia a percepção da fala na vida diária. Sendo assim, as categorias da fala são afetadas tanto auditiva, quando visualmente. Portanto, a percepção humana é controlada pela imagem e pelo som, no processo de aprendizagem da linguagem “(...) as crianças precisam descobrir como os sons são agrupados em sua língua para diferenciá-los de maneira significativa” (KANDEL *et al*, 2014, p.1.180). No caso das crianças pequenas elas memorizam associando imagens uma a outra. Com o desenvolvimento, a criança passa a memorizar e aprender pela influência também da linguagem, estabelecendo uma relação conceitual. A memória deixa de ser apoiada mais especificamente nos sentidos para ser mais ancorada na própria prática cultural da linguagem (SALLA, 2014).

As “pistas” visuais são de grande relevância no processo de aprendizagem, porque desde as primeiras descobertas da linguagem a criança que possui visão sem deficiência a utiliza para compreender a fala, como evidencia Kandel *et al* (2014, p. 1.184):

Estudos adicionais indicam que uma informação visual de outro tipo, o rosto falante, não só é muito útil para a comunicação, mas também influencia a percepção da fala na vida diária. Todos já devem ter experimentado os benefícios da leitura labial em festas barulhentas. Observar os movimentos da boca auxilia a compreender a fala em ambiente ruidoso. A demonstração em laboratório mais convincente de que a visão desempenha um papel na percepção da fala na vida diária é a ilusão que resulta quando são enviadas informações visuais discrepantes em relação à fala ouvida. Quando os sujeitos escutam o som /ba/ enquanto observam uma pessoa pronunciar “ga”, eles relatam ouvir uma articulação intermediária /da/. Tais demonstrações apoiam a ideia de que as categorias da fala sejam definidas tanto auditiva quanto visualmente e de que a percepção seja controlada tanto pela imagem quanto pelo som.

As colocações evidenciadas na citação anteriormente expostas permitem cogitar que os elementos visuais auxiliam o ser humano a aprender a linguagem. Essa constatação permite argumentar que mesmo em anos posteriores do desenvolvimento o ser humano se beneficia dos meios visuais para aprender, inclusive no ensino da matemática, onde as figuras geométricas, por exemplo, estão presentes no cotidiano, as quais ao serem visualizadas favorecem a memorização das fórmulas e as utilidades dos cálculos.

A memorização é um fenômeno que desde os primeiros anos de aprendizagem auxilia os bebês a desenvolver a linguagem. Isso ocorre por meio de pistas prosódicas na fala, como tom, duração e mudanças de sonoridade das palavras. O desenvolvimento desses processos depende da ativação de circuitos ou redes neurais, que ocorre por associações. Uma rede é ativada por outra e assim sucessivamente. Quanto mais frequente essa associação acontece, maior é a probabilidade de se tornar estáveis e fortes conexões sinápticas serem estabelecidas, viabilizando mais facilmente a recuperação da memória. A repetição da informação e a associação do novo dado aos conhecimentos já adquiridos favorecem a aprendizagem, que se torna consolidada quando o aprendiz consegue criar ativamente vínculos e relações do conteúdo com o que já está armazenado no seu “arquivo” conhecimentos (KANDEL *et al*, 2014, p. 1.184).

Oliveira (2015) pontua a necessidade de o professor compreender a relevância do diálogo com os alunos para saber o que eles trazem de conteúdo, conceitos, entendimentos sobre o saber matemático, e a partir desse repertório cognitivo associar novas informações, e se possível utilizar o método da repetição para favorecer a memorização.

Com relação ao objeto do saber matemático, Jean-Pierre Chargeux e Alain Cones (1996) asseveram que no decorrer da história humana apenas uma parte fracionada dos objetos matemáticos produzidos pelo cérebro humano foi mantida, selecionada e armazenada no cérebro dos matemáticos, de modo a ser transformada em matemática na sua memória de curto alcance e na sua memória de trabalho, que utiliza esses objetos matemáticos para representá-los na forma de textos, como uma espécie de memória externa não cerebral, que armazena essa matemática para torná-la pública. É nesse processo que ocorre a apropriação dos objetos matemáticos na forma de aprendizagem.

A oportunidade de escutar os alunos é fundamental para promover a aprendizagem. Um dos argumentos a favor dessa afirmativa ancora-se no fato das crianças aprenderem a língua escutando, como ressalta Kandel *et al* (2014, p. 1.184):

Na realidade, as crianças aprendem a língua por meio de uma análise detalhada e sofisticada da linguagem que escutam, uma análise capaz de revelar padrões de variação da língua natural. O aprendizado desses padrões, por sua vez, altera a percepção para favorecer a língua nativa (...).

Essa tarefa não é tão simples porque o sistema auditivo precisa rastrear as mudanças rápidas ocorridas nos ritmos e frequências da fala. É mais fácil realizar as distinções na linguagem escrita porque ela apresenta espaços entre as palavras, mas na fala não há intervalos acústicos entre as palavras (KANDEL *et al*, 2014).

A potencialidade das crianças para aprender a linguagem desde seus primeiros anos de vida foi confirmada pelo psicólogo Peter Eimas, no início da década de 1970, ao demonstrar que os bebês são particularmente bons em escutar mudanças acústicas e apresentam a capacidade de distinguir unidades fonéticas dos idiomas existentes no mundo. Identificou que os bebês são capazes de distinguir tais mudanças nas fronteiras entre categorias fonéticas, inclusive em idiomas que nunca tenham experimentado (KANDEL *et al*, 2014).

Todavia, o desenvolvimento da criança se caracteriza por mudanças nas habilidades associadas à aprendizagem da linguagem. Por exemplo, "(...). Ao final do primeiro ano, as crianças não discriminam mudanças fonéticas que reconheciam bem seis meses antes. Ao mesmo tempo, elas tornam-se significativamente mais aptas a escutar distinções fonéticas da língua nativa. (...)" (KANDEL *et al*, 2014, p.1.184).

A aprendizagem de uma língua nativa desde os primeiros anos de vida é acompanhada de um compromisso neural com aquela língua, e que perdura para toda

a vida. Nesse processo, o ser humano aprende um sotaque, distinto do verificado em outras línguas, por isso, é mais difícil depois da puberdade se aprender uma segunda língua, como evidencia Kandel *et al* (2014, p.1.185):

Aprender uma língua nativa produz um compromisso neural para a detecção dos padrões acústicos dessa língua, e esse compromisso interfere no aprendizado posterior de uma segunda língua. A exposição precoce à linguagem resulta em um circuito neural que é “afinado” para detectar as unidades fonéticas e os padrões prosódicos dessa língua. O compromisso neural com a língua nativa aumenta a capacidade de detectar padrões com base naqueles já aprendidos (p. ex., o aprendizado fonético dá suporte ao aprendizado da palavra), mas reduz a capacidade de detectar padrões que não se assemelham aos já conhecidos. Aprender os padrões motores exigidos para se falar uma língua também leva a um compromisso neural. Os padrões motores aprendidos para uma língua são, muitas vezes, incompatíveis com os exigidos para pronúncia de uma segunda língua, e, portanto, podem interferir no esforço em pronunciar a segunda língua sem sotaque.

O conhecimento da existência de um compromisso neural e de sua interferência na aprendizagem de uma língua posterior permite compreender que o aprendizado com qualquer tipo de linguagem poderá exigir um esforço maior, particularmente, porque a linguagem matemática é científica, por isso, não possui uma oralidade própria, encontrando-se totalmente voltada para a escrita. Trata-se de uma forma de linguagem essencialmente caracterizada pela relação entre sinais, com elevado teor de abstração. Ademais, a relação com a língua materna não permite de imediato captar as transformações e operações atinentes à linguagem matemática, como explica Oliveira (2015, p. 131):

Por um lado, a língua materna é aquela na qual são lidos os enunciados, na qual se fazem comentários e que permite interpretar o que se dê de modo preciso ou aproximado, explícito ou vago. Nesse caso, a linguagem usual serviria para estabelecer relações entre o pensamento e a palavra, entre a escrita e sua interiorização, entre a escrita e a sua interpretação. Por outro lado, a língua materna é parcialmente aplicada no trabalho matemático, já que os elos de raciocínio matemático se apoiam na língua, em sua organização sintática e em seu poder dedutivo. Mas as transformações, as operações que podem ser realizadas sobre as escritas matemáticas não têm equivalente na língua materna.

Essa falta de equivalência entre as transformações e operações características do raciocínio e da linguagem matemática com a língua materna precisa ser, portanto, conhecida pelos professores, pois muitos deles não possuem noção desse aspecto ligado a linguagem e cuja interferência prejudica a aprendizagem. Entende-se a

necessidade de aprimorar o debate sobre tal questão, desenvolver pesquisas acerca de como articular as duas linguagens: matemática e materna, tendo por subsidio a informação de que a aprendizagem da língua nativa ou materna possui um compromisso neural e o aprendizado de outras línguas ou formas de linguagem exigem esforço maior.

#### **1.4 Do objeto de estudo às questões de pesquisa, objetivos e métodos**

Em Neurociências, quando se aborda a aprendizagem se fala em processos neurais, neurônios e redes que se estabelecem. A aprendizagem é um processo complexo pelo qual o encéfalo reage aos estímulos do ambiente, ativa sinapses, tornando-as mais intensas essas sinapses (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017; KANDEL *et al*, 2014; LENT, 2010). A cada estímulo novo, a cada repetição de um comportamento que queremos que seja consolidado, temos circuitos que processam as informações a serem consolidadas. O encéfalo é ativo no processo de aprender. Suas regiões, lobos, sulcos e reentrâncias possuem funções e importância no trabalho em conjunto, onde cada um interage com o outro.

Através das Neurociências é possível entender como essas redes neurais são estabelecidas no momento da aprendizagem, como os estímulos chegam e saem do encéfalo, como as memórias se consolidam e se efetiva o acesso às informações armazenadas quando o ser humano precisa lembrar de um evento. As Neurociências cognitivas chamam a atenção para os processos biológicos envolvidos na aprendizagem, convida o professor a levar em consideração, na hora de ensinar, não somente o conteúdo, mas, também, os fatores biopsicossociais que atravessam o indivíduo que aprende dentro e fora da escola. As Neurociências apresentam implicações práticas ao apresentar estudos referentes à importância da música, da estimulação visual, do reconhecimento facial, atenção dividida, controle inibitório, impulsividade, neurogênese, inteligência para aprendizagem.

Portanto, saber como o encéfalo aprende e quais as bases biológicas da aprendizagem é o interesse da neuroeducação. Diante disso, buscamos evidenciar as bases sob as quais as pesquisas doutorais produzidas em neuroeducação (Neurociências/Psicologia/Educação) se estabelecem. Pois, mesmo com o acúmulo de conhecimento de bases em neurociências amplamente divulgados, pode-se afirmar, com segurança, que as ações em termos práticos destinadas a desenvolver

melhorias no âmbito da aprendizagem ainda são incipientes (CHRISTODOULOU; GAAB, 2009; MASON, 2009), mesmo em pleno 'século do cérebro' (século XXI).

Para evidenciarmos tais questões, foram necessárias duas pesquisas de levantamento documental no Portal do Banco de Teses e Dissertações da Capes. Sendo que tanto a primeira, quanto a segunda visaram identificar, catalogar e analisar as referidas pesquisas doutorais visando compor nosso corpus de análise. A primeira consulta ocorreu no dia 13 de fevereiro de 2018 e a segunda no dia 18 de fevereiro de 2019. Na primeira, localizamos onze teses desenvolvidas na interlocução entre Neurociências e Educação. Enquanto na segunda pesquisa, identificamos duas produções. Portanto, após este processo selecionamos e investigamos treze pesquisas doutorais desenvolvidas em Programas de Pós-graduação de Educação que estabeleceram relações com as Neurociências. A seguir descreveremos o processo inicial de busca desses documentos no portal da Capes.

No que se refere aos critérios de inclusão das teses selecionadas e investigadas na presente pesquisa de doutorado, levamos em consideração as seguintes situações: 1) as pesquisas deveriam encontrar-se registradas como teses de doutorado; 2) bem como deveriam encontrar-se dentro do período investigado (2007-2018). Quanto aos critérios de exclusão: 1) foram excluídas as pesquisas registradas como mestrado profissional e mestrado profissionalizante; 2) assim como as teses que se encontravam fora do intervalo de tempo investigado (2007-2018). Portanto, após a definição de nosso objeto de estudo, levantamos a seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições das pesquisas doutorais produzidas em Neurociências para as pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem, sob o enfoque da Neuroeducação?. A partir das leituras e análises realizadas, acreditamos evidenciar contribuições para a melhoria da aprendizagem e o panorama de como o *estado da arte* da pesquisa em nível de doutorado vem abordando a relação entre Educação e Neurociências no Brasil.

Preliminarmente, identificou-se que as contribuições para a melhoria da aprendizagem nas teses pesquisadas foram aprofundar algumas das teorias do Construtivismo, especialmente Jean Piaget e Lev Vygotsky, bem como se percebeu que as abordagens só ratificam a condição da aprendizagem ser um processo complexo, cujo entendimento requer uma interlocução mais próxima entre Educação e Neurociências.

Quanto ao panorama da abordagem entre Educação e Neurociências, percebi que este ainda é superficial, deixando margem para várias interrogações, as interações entre ambas se limitam a questões já estudadas convencionalmente, não se verifica a explicação de relações peculiares, como o avanço entre o conhecimento abstrato e os estímulos gerados no SNC, com repercussões na aprendizagem, ou como a aprendizagem pode ser favorecida por atividades pedagógicas que estimulam regiões específicas do SNC.

Sobre os procedimentos de identificação e catalogação das pesquisas doutorais investigadas, primeiramente escolhi as áreas de conhecimento que melhor responderiam à questão de pesquisa, pois precisava saber se as pesquisas desenvolvidas em Neurociências apresentavam algum tipo de contribuição às pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem. Para responder à questão fiz uma pesquisa exploratória visando identificar como tais aspectos se manifestavam implícita ou explicitamente nas teses produzidas em Neurociências durante o período delineado (2007-2017), a partir da perspectiva neurocientífica proposta por Kandel *et al* (2014), ou seja, se a conceitualização de aprendizagem evidenciada na obra de Kandel *et al* (2014) estava mobilizada nessas produções, ou se apresenta interpretações diferentes.

Deste modo, primeiramente identifiquei e caracterizei as teses produzidas no campo de investigação científica denominado de Neuroeducação (OLIVEIRA & ROSSI, 2017) que, segundo Tracey Noel Tokuhama-Espinosa (2008) e Zaro *et al* (2010), teve suas origens e a definição de seus princípios fundamentais na década de 1970, com as contribuições de Show e Stewart (1972) e Howard Gardner (1974). Assim sendo, visando conhecer como essa área de conhecimento vem se configurando no Brasil, a partir das teses desenvolvidas nas interlocuções entre *Neurociências e Educação; Neurociências e Ensino de Ciências/Matemática; Neurociências e Interdisciplinaridade; Neurociências e Psicologia; Neurociências e Psicologia do Ensino e da Aprendizagem; e Neurociências e Ciências Sociais/Humanas*, desenvolvemos a presente investigação.

Quanto à área de conhecimento denominada ensino de Ciências/Matemática, sua escolha ocorreu devido eu estar inserida neste campo de investigação científica como professora formadora de professores no Curso de Licenciatura Integrada em Ciências Matemática e Linguagens do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará (IEMCI-UFPA), o qual se caracteriza por contemplar

um projeto interdisciplinar, agregando profissionais de diferentes formações acadêmicas, interessados em desenvolver pesquisas referentes à formação de professores, ensino e aprendizagem de Ciências e Matemáticas, relação professor-aluno, Neuroeducação e Neuropsicologia da aprendizagem Matemática. Em linhas gerais, elegi a área de conhecimento interdisciplinar como de fundamental importância para realizar a pesquisa exploratória inicial e devido a necessidade de compreender a aprendizagem mediante a interlocução Neurociências/Psicologia/Educação, a partir da produção de teses desenvolvidas durante o período de 2007 a 2017.

Também considerei a área de Ciências Humanas e Sociais na pesquisa exploratória inicial devido algumas subáreas disciplinares, como as Ciências da Educação e a Psicologia, por exemplo. Assim, a construção deste panorama foi relevante para vislumbrar como as Neurociências vêm se delineando no âmbito da pesquisa brasileira ao longo do período (2007-2018), no que concerne aos estudos doutorais elaborados nas referidas áreas de conhecimento.

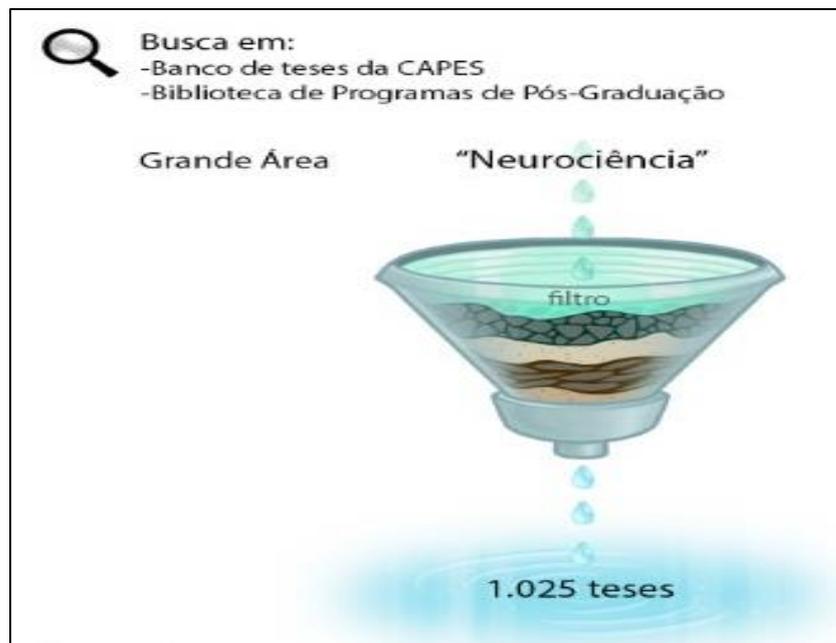
Como procedimento adotado no processo de identificação e catalogação das teses utilizadas na primeira parte do trabalho, primeiramente, recorri à ferramenta de busca Google e em seguida digitei a frase “*Banco de teses capes*”, que me direcionou ao catálogo de teses e dissertações da Capes. Posteriormente, digitei a palavra descritora Neurociências entre aspas (“Neurociências”) e em seguida cliquei na palavra “Busca”. Tal procedimento me conduziu a um acervo de 1.025 teses, das quais foram excluídas aquelas que estavam fora do período estabelecido para a investigação, bem como as pesquisas desenvolvidas em nível de mestrado acadêmico e profissional (ou profissionalizante). Entretanto, para melhor delimitar meu objeto de estudo incluí os seguintes filtros: *área de conhecimento*, *nível acadêmico* e *ano de defesa* com o objetivo de me aproximar das teses que formariam o *corpus* de análise neste momento da pesquisa.

Ao aplicar o filtro ‘ano de defesa’, o sistema apresentou as seguintes opções de anos: 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018, dos quais selecionei apenas as teses de 2007 até 2017. Com esses procedimentos foram identificadas e catalogadas 138 teses, das quais destaquei a princípio os principais temas, metodologias e resultados alcançados. No processo tive acesso ao Banco de teses da Capes e às bibliotecas virtuais dos Programas de Pós-Graduação, de modo a complementar as buscas quando necessário, principalmente, no caso de

disponibilidade dos arquivos na plataforma Capes. Assim fiz os percursos para a identificação e aquisição das 138 teses de doutorado para um estudo inicial. A seguir apresento as Figuras 09, 10 e 11, que trazem a representação imagética do primeiro, segundo, terceiro e quarto momento de busca e localização das teses utilizadas na primeira etapa desta investigação científica.

A Figura 09 mostra o primeiro momento tomado para a identificação e localização das teses que constituiram o primeiro *corpus* de análise dentro do âmbito da investigação. A lupa no lado esquerdo na Figura 09 faz referência aos acervos que foram consultados para a localização das teses (objeto de estudo).

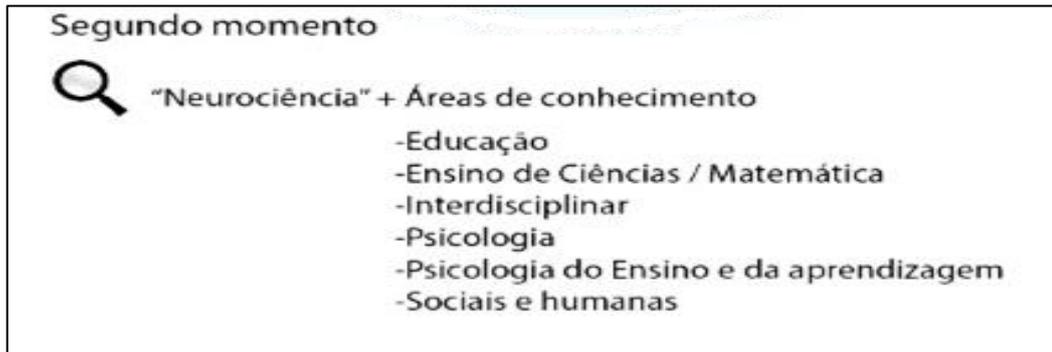
**Figura 09:** Primeiro Momento do Processo de levantamento das informações



Fonte: Oliveira (2020)

É possível visualizar na Figura 10 a Grande Área de Conhecimento selecionada como foco de interesse da presente pesquisa, isto é, as Neurociências, bem como o quantitativo 1.025 de teses localizadas pelo sistema após a aplicação deste filtro de busca. Esta Figura 10, sintetiza o segundo momento dos procedimentos adotados para o levantamento das informações necessárias à seleção das teses utilizadas na primeira parte deste estudo. Nesse momento combinamos a Grande Área de Conhecimento, mais as demais áreas de conhecimento (Educação; Ensino de Ciências/Matemática; Interdisciplinar; Psicologia; Psicologia do Ensino e da Aprendizagem e Ciências Sociais e Humanas).

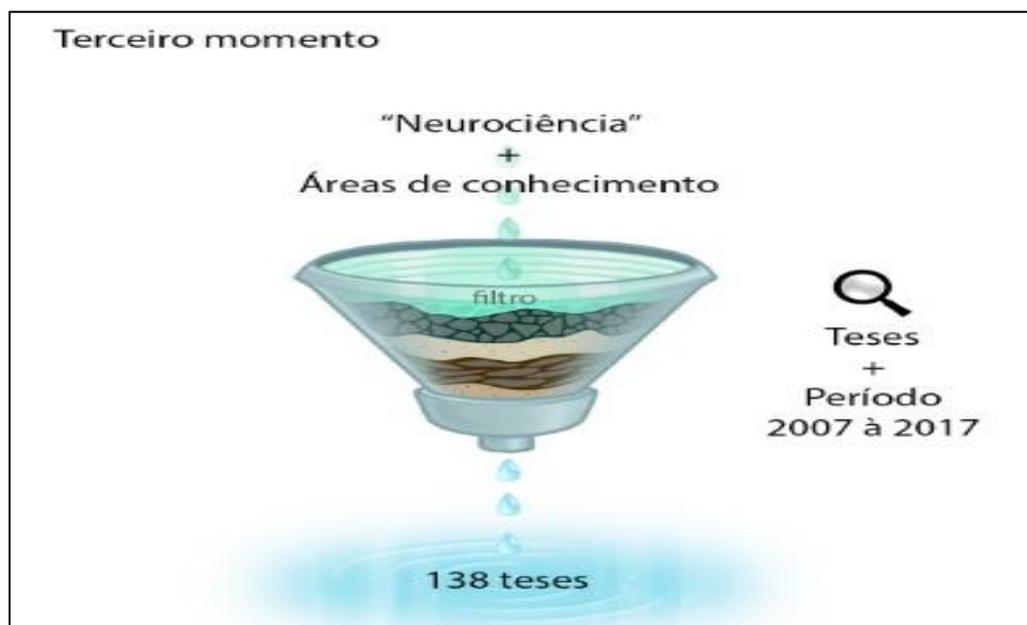
**Figura 10:** Segundo momento do Processo de levantamento das informações.



Fonte: Oliveira (2020)

No terceiro momento (Figura 11), combinei a 'Grande Área de Conhecimento' às 'Áreas de Conhecimento' elencadas anteriormente, sendo que acrescentei o intervalo de tempo de meu interesse, isto é, o período de 2007-2017. É válido ressaltar que a realização dos procedimentos adotados no primeiro, segundo e terceiro momento de busca e catalogação das informações necessárias para a compilação das teses utilizadas como referência deste estudo, resultou no quantitativo de 138 (cento e trinta e oito) documentos estudados e avaliados, buscando saber se os mesmos iam ao encontro ou de encontro às pressuposições iniciais definidas.

**Figura 11:** Terceiro momento do Processo de levantamento das informações.



Fonte: Oliveira (2020)

No quarto momento (Figura 12), organizei as informações contidas nas teses buscando evidenciar o título da tese, o nome do autor, orientador, co-orientador quando existia esse tipo de trabalho conjunto, bem como o programa de pós-graduação onde a tese foi desenvolvida. A *posteriori*, li os resumos, com destaque para os objetivos, metodologias e resultados antes de adentrar com profundidade nos documentos propriamente ditos.

**Figura 12:** Quarto momento do Processo de levantamento das informações.

**Quarto momento**

Título	Autor	Orientador	Co-orientador	Programa de Pós-graduação

Leitura de resumos, com destaque para  
Objetivos | Metodologia | Resultados

Fonte: Oliveira (2020)

Assim, ao término deste capítulo podemos afirmar que tivemos a oportunidade de compreender a trajetória histórica de constituição do campo de pesquisa das Neurociências e a preocupação dos estudiosos ao longo dos séculos em compreender o fascinante funcionamento do encéfalo, do SN, SNP e SNC. Os primeiros experimentos cirúrgicos ainda ocorreram nas civilizações antigas do Egito, Grécia e Roma, porém, avançaram, sobretudo, no século XX, até chegar a criação das tecnologias avançadas de imagem, que ajudaram nas análises neurológicas e, conseqüentemente, podem auxiliar em questões relacionadas à aprendizagem na ótica das Neurociências, a qual possui um amplo campo de estudo a desvendar na interlocução com a Educação, processo já favorecido pela abordagem de *Kandel et al* (2014). Também foi possível traçar os momentos básicos que nortearam a pesquisa desta Tese, cujos primeiros resultados serão evidenciados no capítulo a seguir.

## 2

**DOS PRIMEIROS RESULTADOS DA PESQUISA**

Identificamos e analisamos pesquisas doutorais produzidas em Neurociências, Psicologia, Educação, Ensino de Ciências/Matemática, na área interdisciplinar e em ciências sociais e humanas, com a finalidade de respondermos ao seguinte questionamento: Quais as contribuições das pesquisas doutorais produzidas em neuroeducação no Brasil durante 2007-2017 para as pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem? Elaboramos esse questionamento com a finalidade de evidenciarmos pesquisas doutorais que investigam a aprendizagem e seus múltiplos desdobramentos. Bem como por tentarmos revelar os conceitos e perspectivas de aprendizagem mobilizadas nessas pesquisas. Para respondermos a esse questionamento, tivemos que construir um estudo descritivo-analítico, a partir do estudo de pesquisas doutorais. Sendo que nosso objetivo principal foi desenvolver e sustentar a tese de que as pesquisas desenvolvidas em Neurociências, Psicologia, Educação e áreas afins ao longo do período 2007-2017 no Brasil apresentam contribuições que podem migrar para as pesquisas desenvolvidas no campo das ciências educacionais e ciências psicológicas, ensino de ciências, ensino de matemática e formação de professores que prestam serviços educacionais nos primeiros anos do ensino fundamental. De acordo com consulta realizada no banco de teses e dissertações da capes em fevereiro de 2018, podemos dizer que a neuroeducação que vem sendo constituída dentro dos limites brasileiro segundo informações postas em pesquisas doutorais encontra-se fundamentada em estudos desenvolvidos no âmbito das ciências psicológicas, Neurociências e Educação.

**2.1. Identificação e caracterização das teses desenvolvida em Neurociências no contexto brasileiro (2007-2017)**

No Quadro 01, apresentamos as correlações estabelecidas entre os campos 'Neurociências e Educação', 'Neurociências e ensino de Ciências/Matemática', 'Neurociências e a Área de Conhecimento Interdisciplinar', 'Neurociências e Psicologia', 'Neurociências e Psicologia do Ensino Aprendizagem' e 'Neurociências e a Área de Conhecimento Ciências Sociais e Humanas'. Faz-se necessário dizer que essas relações foram estabelecidas devido às *Neurociências*, a *Educação* e a

*Psicologia* constituem o campo de pesquisa interdisciplinar conhecido pelo nome de neuroeducação. Essa área tem como objetivo principal o estudo das bases neurobiológicas da aprendizagem. Para tanto, adentrarmos neste campo de pesquisa buscando evidenciar a existência de teses doutorais que tenham tratado da aprendizagem matemática em seu *corpus* textual segundo as concepções de aprendizagem do neurocientista austríaco Eric Richard Kandel (2014). Diante disso, analisamos 138 (cento e trinta e oito) teses já mencionadas anteriormente, e em seguida destaquei apenas as onze teses produzidas na interlocução Neurociências e Educação, conforme consta no Quadro 01.

**Quadro 01.** Apresenta as Áreas de Conhecimento e o quantitativo de teses por área de conhecimento

Áreas de Conhecimento	Quantitativo de teses	%
Educação	08	5,80 %
Educação	03	2,17 %
Ensino de Ciências/Matemática	02	1,45 %
Ensino de Ciências/Matemática	01	0,72 %
Interdisciplinar	18	13,04 %
Psicologia do Ensino Aprendizagem	01	0,72 %
Sociais e Humanas	04	2,90 %
Psicologia	50	36,23 %
Psicologia	51	36,96 %
<b>TOTAL</b>	<b>138</b>	<b>100%</b>

Fonte: Oliveira (2020)

De acordo com o levantamento exposto no Quadro 01, foram produzidas onze teses (8%) em Educação, três (2%) em Ensino de Ciências/Matemática, dezoito (13%) na área de conhecimento Interdisciplinar. Localizei, também, uma produção em Psicologia do Ensino Aprendizagem (1%), cento e uma pesquisas em Psicologia (73%), e quatro em Ciências Sociais e Humanas (3%).

A partir dessas informações criamos nosso banco de teses (Ver Quadro 02), no qual apresentamos as informações por áreas de conhecimento, instituições de ensino superior e programas de pós-graduação. Assim como, indicamos o quantitativo dessas produções por Programas de Pós-Graduações.

**Quadro 02:** Áreas de conhecimento, Instituições de Ensino Superior (IES), Programas de Pós-Graduações (PPG's) e Quantitativo de Teses por PPG's.

Áreas de Conhecimento	IES	PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO (PPG's)	Nº	%
Psicologia	USP	Psicologia (Neurociências e Comportamento)	74	53,62 %
	USP	Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano	01	0,72 %
	USP (Ribeirão Preto)	Psicologia	01	0,72 %
	UNB	Ciências do Comportamento	15	10,86 %
	UFBA	Psicologia	03	2,17 %
	UFPE	Psicologia	01	
	PUC-RGS	Psicologia	01	0,72 %
	PUC-RJ	Psicologia (Psicologia Clínica)	05	3,62 %
	UFRJ	Teoria Psicanalítica	01	0,72 %
Interdisciplinar	UFMG	Neurociências	17	12,31 %
	UFRGS	Informática na Educação	01	0,72 %
Educação	UFRGS	Educação	02	1,44 %
	UFSC	Educação	02	1,44 %
	USP	Educação	01	0,72 %
	UNB	Educação	01	0,72 %
	UEAM	Educação	01	0,72 %
	UNICAMP	Educação	01	0,72 %
	UNIVERSIDADE TIRADENTES	Educação	01	0,72 %
	UFC	Educação	01	0,72%
	UFMT	Educação	01	0,72%
Sociais e Humanas	FIOCRUZ	Informação e Comunicação em Saúde	01	0,72%
	UFBA	Difusão do Conhecimento	01	0,72%
	UFRJ	História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia	01	0,72%
	UNICAMP	Política Científica e Tecnológica	01	0,72%
Ensino de Ciências/Matemática	FIOCRUZ	Ensino em Biociências e Saúde	01	0,72%
	UFMT-UFPA-UEA	Educação em Ciências e Matemática	01	0,72%
	UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL	Ensino de Ciências e Matemática	01	0,72%
	<b>Total Geral</b>			<b>138</b>

Fonte: Oliveira (2020)

Ao estudarmos essas produções encontramos em torno de 56% das teses desenvolvidas na Universidade de São Paulo em três Programas de Pós-Graduação de Psicologia (Psicologia (Neurociências e Comportamento); Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano, e Psicologia (USP- RP), dos cinco Programas de Pós-Graduação ofertados por essa instituição para o desenvolvimento de dissertações de mestrado e teses de doutorado. Com base nos procedimentos metodológicos adotados nessa etapa da pesquisa, a Universidade de São Paulo (USP) aparece com o maior número de teses produzidas na interlocução Neurociências e Psicologia, quando comparada com outras instituições de ensino superior localizadas em diferentes regiões do Brasil.

Entretanto, no que se refere às teses desenvolvidas na interlocução Neurociências e a área interdisciplinar, encontramos aproximadamente 13% dos trabalhos, dos quais 12% estão ligados a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e 1% referente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mais especificamente ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.

Em educação, as instituições de ensino superior que desenvolveram teses doutorais que estabeleceram relações com as Neurociências durante 2007-2017 foram a UFRGS, UFSC, USP, UNB, UEAM, UNICAMP, Universidade Tiradentes (UNIT/SE), UFC e UFMT. Essas instituições apresentam um quantitativo de pesquisas relacionadas a essa temática aproximadamente entre 1 e 2% cada uma.

Em Ciências Sociais e Humanas, foram encontrados 3% das teses, cujas instituições responsáveis pelas produções foram a FIOCRUZ, UFBA, UFRJ e UNICAMP. No que se refere ao ensino de ciências e matemática, identificamos três produções, das quais uma foi desenvolvida pela FIOCRUZ, uma pela rede UFMT-UFPA-UEA e outra pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA/RS).

Em síntese, buscamos identificar para caracterizar essas produções com a finalidade de traçarmos um panorama dessas pesquisas a fim de sabermos como a Neuroeducação vem sendo delineada dentro do contexto brasileiro ao longo do período de 2007-2017, a partir das interlocuções investigadas nas teses. Bem como buscamos revelar se as concepções do neurocientista Eric Richard Kandel (2014) sobre aprendizagem encontram-se presente em alguns dos estudos desenvolvidos na interlocução Educação e Neurociências.

## 2.2 Identificação e caracterização das teses produzidas na Universidade de São Paulo durante o período de 2007-2017

A seguir identificamos e caracterizamos as teses desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP), com destaque para: autoria, título da tese, tipo de pesquisa (teórico ou experimental), bem como para possíveis contribuições às investigações relativas aos estudos sobre aprendizagem, especificamente aprendizagem matemática.

**Quadro 03:** Autoria, Título da tese, Tipo de Pesquisa

Nº	Tese	Autor(a)	Tipo de Pesquisa		
01	A teoria neuronal de Santiago Ramón y Cajal	Ferreira, Francisco Romulo Monte	Pesquisa Teórica	Sim	PT
02	Holding: O contexto da neurogênese. Uma aprox. de Wimmicott à Neurociência do desenvolvimento	Canduro, Célia Regina de Souza	Pesquisa Teórica	Sim	PT
03	Atividade preparatória de circuitos neuronais medulares durante expectativa para contração muscular voluntária	Martins, Emerson Fachin	Experimental	Não	PH
04	Efeitos ETCC sobre Memória operacional e controle motor	Boggio, Paulo Sergio	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
05	Processos não declarativos em tomadas de decisão: modelos e experimentos	Dias, Álvaro machado	Experimental	Não	PH
06	Interferência da moxidectina na motivação sexual e ereção peniana de ratos: envolvimento de neurotransmissores hipotalâmicos e estriatais	Alves, Patrícia de Sá Benevides Rodrigues	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
07	Aquisição e retenção de transferência de habilidades motoras em crianças de 07 a 12 anos	Sá, Cristina dos santos Cardoso de	Experimental	Sim	PH
08	Desenvolvimento de funções de acuidade visual e sensibilidade ao contraste visual medida por potenciais visuais corticais provocados de varredura em crianças nascidas a termo e prematuras	Oliveira, André Gustavo Fernandes de	Experimental	Não	PH
09	Estudo terapêutico do implante intravítreo de ácido micofenólico em uveíte autoimune experimental	Ioshimoto, Gabriela Lourenço	Experimental	Não	PA
10	Estudos da resposta da melanopsina na neuropatia óptica e no distúrbio do sono através do reflexo pupilar a luz	Chica, Glória Liliana Duque	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
11	Avaliação oftalmológica e psicofísica do sistema visual com Albinismo	Sano, Ronaldo Yuiti	Experimental	Não	PH

12	Avaliação do modelo animal de anedonia/depressão induzida por estresse crônico leve	Homem, Karen Silva Carvalho	Experimental	Não	PA
13	Análise do comportamento de escolha por etanol e efeitos do treinamento com ondansetrona de ratos criados em ambiente enriquecido e isolado	Bernardes, Ana Martins Torres	Experimental	Não	PA
14	Efeitos da desnutrição proteica na percepção de contraste e acuidade visual em humanos e ratos	Alencar, Caroline Costa Gomes	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH PA
15	Perfil de atividade física em pacientes com transtorno alimentares	Teixeira, Paula Costa	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
16	Caracterização eletrofisiológica da circuitaria hipocampal durante o ciclo sono-vigília do rato	Schenberg, Eduardo Ekman	Experimental	Não	PA
17	Percepção de contraste e perdas neurais na esclerose múltipla	Moura, Ana Laura de Araújo	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
18	Expressão dos genes de ativação imediata c-fos e egr-1 em encéfalos de ratos submetidos ao modelo de desamparo apreendido	Yochiy, Angélica	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
19	Memória e transtorno do déficit de atenção e Hiperatividade	Abreu, José Neander Silva	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
20	Ritmos Biológicos em índios guarani adultos	Lapa, Daniela Wey Camilo	Experimental	Não	PH
21	Ativação de receptores nicotínicos modula a atividade de células dendríticas OVA sensibilizadas	Pinheiro, Milena Lobão	Experimental	Não	PA
22	Estudo multivariável do controle postural humano em respostas de pistas sensoriais somestésicas	Silva, Cristiano Rocha da	Experimental	Não	PH
23	Neuropatia auditiva/dessincronia auditiva em crianças usuárias de implante coclear	Martinho, Ana Claudia de Freitas	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
24	Manejo e bem estar de frangos de corte: grau de alteração no andar e incidência de deformidades ósseas	Falcone, Cleide	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
25	Área depressora gigantocelular (GIDA) eferenciais espinhas	Kalassa, Fernanda	Experimental	Não	PA
26	Fluxo sanguíneo encefálico em memórias traumáticas antes e depois da psicoterapia: estudo com SPECT	Peres, Júlio Fernando Pietro	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
27	Efeitos do isolamento social: sobre a persistência na procura em contextos associados ao álcool	Patino, Diana Milena	Experimental	Não	PA
28	Estudos de aspecto da experiência melódica com uso de medidas de tempo reação	Muniz, Marcelo	Experimental	Não	PH
29	O indivíduo em extinção: Personalidade e conservação em roedores de mata atlântica	Marques, Juliana Malange	Experimental	Não	PA
30	A influência da idade e da escolaridade na execução e no aprendizado de uma tarefa cognitivo-motora	Voos, Mariana Calil	Experimental	Sim	PH

31	Raciocínio Transitivo ativado por condicionamento	Cruz, Marcio	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
32	Avaliação neuropsicológica de pacientes com distrofia muscular de Duchenne	Zachi, Elaine Cristina	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
33	Estudo de plasticidade cruzada nos centros da fala e audição em pessoas ouvintes e surdas através de psicofísica e ressonância magnética funcional	Carvalho, Altiere Araújo	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
34	O processamento na visão de pacientes com doença de Parkinson	Santana, Claudia Feitosa	SI	SI	SI
35	Treino de Marcha com demandas motoras e cognitivas integradas em um contexto funcional em pacientes com doenças de Parkinson	Souza, Cynthia Bedeschi de	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
36	Aprendizado motor em escolares: comparação entre prática mental, prática física e prática combinada	Mazzitelli, Carla	Experimental	Sim	PH
37	Análise de itens lexicais do discurso oral do paciente com doença de Alzheimer	Alegria, Renne Panduro	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
38	Complexidade de associações de estímulos condicionais de "occasion setting" do contexto do uso de droga, com abstinentes de cocaína: uma interface entre laboratório e clínica	Almeida, Agostinha Mariana Costa de	Pesquisa Teórica	Não	PT
39	Ecologia e evolução do sistema visual em serpentes caenophidia: Estudos comparativos da morfologia retiniana e genética de opsinas	Hauzman, Einat	Experimental	Não	PA
40	Identificação, caracterização molecular, mapeamento e colocalização do receptor 1 do hormônio concentrador de melanina em mama de ratas lactantes e não lactantes	Batagello, Daniella Sabino	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
41	Avaliação das vias do sistema visual por eletrorretinograma e testes psicofísicos na distrofia muscular de Duchenne e diabetes Mellitus tipo 1	Martins, Cristiane Maria Gomes	Experimental	Não	PH
42	O processamento de informações rítmicas em pessoas com ouvido absoluto	Rodrigues, Fabrizio Veloso	Experimental	Não	PH
43	Modelo neurocomputacional dos estágios iniciais da doença de Alzheimer	Furucho, Mariana Antônia Aguiar	Experimental	Não	PH
44	Terapia combinada com uso da estimulação transcraniana com corrente contínua associado ao treino de exercício aeróbico em pacientes com fibromialgia: ensaio clínico randomizado duplo-cego	Mendonça, Mariana Emerenciano de	Experimental	Não	PH
45	Neuroecologia na ordem rodentia: aspectos da cognição espacial em ratos-de- espinho e a evolução da encefalização	Freitas, Jorge Nei Silva de	Experimental	Sim	PA

46	Efeito da influência da anóxia neonatal no comportamento maternal e no desenvolvimento somático e sensorio-motor de ratos wistar	Vasconcelos, Renata Gonçalves	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
47	Correlatos eletrofisiológicos da percepção cenestésica em idosos e efeito da estimulação elétrica subliminar no desempenho sensorio-motor	Toledo, Diana Rezende de	Experimental	Não	PH
48	Influência da ação temporal em tarefas de discriminação visual e auditiva	Bueno, Viviane Freire	Experimental	Não	PH
49	Influência de processos cognitivos em respostas posturais automáticas a perturbações extrínsecas	Coelho, Daniel Boari	Experimental	Não	PH
50	Efeito da administração nasal da ocitocina sobre os parâmetros autonômicos e níveis salivares de cortisol em um modelo de stress social	Lima, João Paulo Correia	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
51	Avaliação da visão de cores em primatas do gênero Alouatta	Henriques, Leonardo Dutra	Experimental	Não	PA
52	Avaliação dos efeitos tóxicos do metilmercúrio na retina de duas espécies de teleosteos: hoplias malabaricus e dano reio, utilizando um conjunto de biomarcadores biológicos	Prodocimo, Maritana Mela	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
53	Rhythmic movement: the role of expectancy and skill in e event and emergente timing	Janzen, Thenille Braun	Experimental	Não	PH
54	Relação entre o questionário de função visual infantil e as medidas psicofísicas de acuidade visual e visão de cores em crianças com deficiência visual	Lopes, Marcia Caires Bestilleiro	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
55	Estudo morfológico e eletrofisiológico dos efeitos da injeção intravítrea de ácido micofenólico em coelhos utilizando um modelo de uveíte crônica experimental	Líber, André Maurício Passos	Experimental	Não	PA
56	O efeito do exercício físico sobre a visãode indivíduos com diabetes mellitus tipo 1: avaliação psicofísica e eletrofisiológica	Garcia, Valéria Duarte	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
57	N-metil 3,4 metilendioximetanfetamina	Paula, Viviane Ferraz de	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
58	Estudos dos pigmentos visuais de macaco-prego (cebus sp) e da relação entre psicofísica e a genética da visão de cores em humanos	Bonci, Daniela Maria Oliveira	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH PA
59	Efeitos de tens e vibrações sobre a geração de força sobre o controle postural humano	Magalhães, Fernando Henrique	Experimental	Não	PH
60	Estudo da distribuição da atenção visuo-espaical em escolares	Reis, Valéria Pinheiro	Experimental	Sim	PH

61	Adaptações neurais na medula espinhal de humanos para diferentes tipos de treinamento físico	Mattos, Eugenia Casella Tavares de	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
62	Avaliação funcional da visão de pacientes diabéticos em estado pré e pós retinopatia diabética	Gualtieri, Mirella	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
63	Exposição de ratas prenhes a diferentes tipos de estressores: efeitos na resposta de hiperresponsividade pulmonar da prole na idade adulta	Carmo, Maria Beatriz Barreto do	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PA
64	O controle neural do tríceps sural e implicações na manutenção da postura ortostática	Mello, Emanuele Moraes	Experimental	Não	PH
65	Aprendizado motor pós treinamento baseado em realidade virtual na doença de Parkinson, efeito de demandas motoras e cognitivas dos jogos	Mendes, Felipe Augusto dos Santos	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
66	Tratamento do Transtorno depressivo maior com estimulação transcraniana por corrente contínua: ensaio clínico aleatorizado duplo-cego fatorial	Brunoni, André Russowsky	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
67	Percepção visual de contraste em portadores de esquizofrenia e parentes não acometidos	Nogueira, Renata maria Toscana Barreto Lyra	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
68	Papel do antidepressivo amitriptilina sobre a resposta inflamatória aguda em ratos	Vismari, Luciana	Experimental	Não	PA
69	Avaliação precoce do comportamento oculomotor em bebês com displasia broncopulmonar	Pereira, Silvana Alves	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
70	Estudo comparativo da adição de terapia cognitivo-comportamental e da psicoeducação ao tratamento padrão do transtorno bipolar em idosos	Oliveira, Roseli Lage de	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
71	Processamento visual de contraste em pacientes com depressão maior	Lacerda, Aline Mendes	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
72	Avaliação eletrofisiológica e psicofísica das vias visuais ON e OF em jovens adultos com distrofia muscular de Duchenne	Barboni, Mirella Telles Salgueiro	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
73	Relação entre funções cognitivas e perdas adquiridas na visão de cores de pacientes com esclerose múltipla tipo remitente recorrente	Teixeira, Rosani Aparecida Antunes	Grupo controle e Grupo experimental	Não	PH
74	Melhora funcional de pacientes com doença de Parkinson após treinamento em ambiente real e virtual	Pompeu, José Eduardo	Grupo controle e Grupo experimental	Sim	PH
75	Emoções e vivências em Vigotski: investigação para uma perspectiva histórico-cultural	Toassa, Gisele (Psicologia escolar e do desenvolvimento humano)	Pesquisa teórica	Sim	PT

76	A psique entre a natureza e a cultura com Edith Stein e William Stern	Cardoso, Carolina de Resende Damas	Pesquisa teórica	Não	PT
----	-----------------------------------------------------------------------	------------------------------------	------------------	-----	----

Fonte: Oliveira (2020)

Nota: PA – Pesquisa com Animais; PH – Pesquisa com Humanos; PT – Pesquisa Teórica; SI – Sem Informação

Com base nos estudos sobre as informações apresentadas, anteriormente, no Quadro 03, podemos afirmar que a Universidade de São Paulo através de seu Instituto de Psicologia, campus capital, disponibiliza a comunidade acadêmica cinco programas de pós-graduação *strictu sensu* para o desenvolvimento de pesquisas em nível de mestrado e doutorado. Os programas ofertados por esse instituto na capital do estado são os seguintes: Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano; Psicologia Experimental; Psicologia Clínica; Psicologia Social e Neurociências e Comportamento. No campus de Ribeirão Preto, localizamos uma tese vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Processos Culturais e Subjetivação que buscou relacionar ambas as áreas de conhecimento científico.

No Quadro 04, evidenciamos esses programas e o quantitativo de teses desenvolvidas nesses programas.

**Quadro 04:** Programas de Pós-Graduação em Psicologia – USP

Nº	PPG's USP (Capital)	Quantitativo de teses	%
01	Psicologia (Neurociências e comportamento).	74	97,36%
02	Psicologia Experimental;	-	
03	Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano	01	1,32%
04	Psicologia Clínica	-	
05	Psicologia Social	-	
	<b>PPG's USP (Ribeirão Preto)</b>		
06	Psicologia, Processos Culturais e Subjetivação	01	1,32%
	<b>Total Geral</b>	<b>76</b>	<b>100%</b>

Fonte: Oliveira (2020)

Quanto às linhas de pesquisa, podemos dizer que Universidade de São Paulo dispõe de quatro linhas de pesquisas para a realização de dissertações de mestrado e teses de doutorado no âmbito da ciência psicológica (Campus Capital), a saber: Sensação, Percepção e Movimento, Neurotransmissores e Comportamento, Desenvolvimento e Plasticidade, História, Filosofia e Educação em Neurociências. Porém, dessas quatro linhas de pesquisas, apenas as linhas Sensação, Percepção e Movimento, Neurotransmissores e Comportamento e Desenvolvimento e Plasticidade

constam no sistema do banco de teses da capes com teses registradas na interlocução Neurociências e Psicologia.

Sobre as respectivas linhas de pesquisas podemos dizer que as informações catalogadas demonstraram que das teses desenvolvidas em programas de Pós-Graduação de Psicologia ofertados pela Universidade de São Paulo ao longo do período de 2007-2017, 58% das produções não apresentaram informações sobre linhas de pesquisa. Porém, localizamos 22% dessas produções na linha de pesquisa denominada 'Sensação, Percepção e Movimento', sete 9% na linha de pesquisa 'Neurotransmissores e Comportamento' e 11% na linha de pesquisa 'Desenvolvimento e Plasticidade'. Não encontramos nenhuma tese na linha de pesquisa denominada 'História, Filosofia e Educação em Neurociências'. A tese desenvolvida no Programa de Pós-Graduação de Psicologia (USP- Ribeirão Preto) também não apresentou esse tipo de informação.

### **2.3. Dos temas que emergiram das teses doutorais desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP)**

Das setenta e seis teses desenvolvidas no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo que buscaram estabelecer relações com as Neurociências, dezesseis, investigaram questões relevantes para o campo da aprendizagem matemática, cabendo a nós, professores/pesquisadores fazermos as devidas generalizações em vista de compreendermos como o encéfalo de nosso aluno aprende, haja vista que na perspectiva neurocientífica de Kandel *et al* (2014) as preferências perceptivas, sensoriais, afetivas, cognitivas e motoras desses sujeitos devem ser levadas em consideração na hora de ensinar, ficando a aprendizagem condicionada a uma gama de fatores biopsicossociais que acabam por estrapolar os limites dos currículos. Situação que torna o paradigma neurocientífico uma abordagem interacionista no sentido de levar em consideração tanto os fatores biológicos quanto os sociais envolvidos na aquisição e consolidação de comportamentos.

É válido ressaltar que nenhuma das produções focalizou a aprendizagem da matemática como centro de suas investigações. Tal situação me levou a considerar apenas os estudos que pudessem se desdobrar no desenvolvimento de pesquisas futuras para o campo da aprendizagem matemática, ou seja, os temas identificados na presente pesquisa, que podem contribuir para se avançar das pesquisas no campo

da aprendizagem matemática e de outras disciplinas sob o enfoque das Neurociências, os quais destaco a seguir: análise das emoções em Vygotsky (TOASSA, 2009), teoria neuronal (FERREIRA, 2013), neurogênese (CANDURO, 2008), memória operacional e controle motor (BOGGIO, 2007), habilidades motoras (SÁ, 2007), aprendizado motor de escolares (MAZZITELLI, 2013), cognição espacial (FREITAS, 2013), memória e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade-TDAH (ABREU, 2007), investigação de demandas cognitivas e motoras (VOOS, 2009), plasticidade cruzada nos centros da fala e audição (CARVALHO, 2009), raciocínio transitivo (CRUZ, 2010), avaliação neuropsicológica (ZACHI, 2009), treino de marchas com demandas cognitivas e motoras (SOUZA, 2013), atenção visuo-espacial em escolares (REIS, 2010), aprendizado motor (MENDES, 2012), efeitos de treinamento real e virtual na doença de Parkinson (POMPEU, 2012).

#### 2.4 Tipos de pesquisas doutorais da Universidade de São Paulo(2007-2017)

No Quadro 05, apresentamos os principais tipos de pesquisas evidenciadas nas produções acadêmicas desenvolvidas na interlocução Neurociências e Psicologia pela USP durante o período de 2007 a 2017.

**Quadro 05:** Tipos de pesquisas realizadas na interlocução 'Neurociências e Psicologias' - USP

<b>Tipo de Pesquisa</b>	<b>N=76</b>	<b>%</b>
Pesquisa Teórica	05	7%
Pesquisa Experimental	34	45%
Pesquisa Exp (Grupo controle e Grupo Experimental)	36	47%
Sem Informação	01	1%
<b>Total Geral</b>	<b>76</b>	<b>100%</b>

Fonte: Oliveira (2020)

Ao observarmos o Quadro 05 exposto anteriormente, identificamos que das setenta e seis produções desenvolvidas nesta instituição de ensino superior, apenas cinco pesquisas foram desenvolvidas a partir de levantamento sistemático da literatura específica da área. Ao passo que trinta e quatro pesquisas foram desenvolvidas segundo os princípios da pesquisa experimental, bem como encontramos trinta e seis teses desenvolvidas segundo a pesquisa experimental com grupo controle e grupo experimental. Ou seja, dos setenta e seis estudos catalogados, o total de setenta teses recorreram ao paradigma experimental para sua execução. Apenas uma das teses

não apresentou este tipo de informação em seu *corpus* textual. Depois de traçarmos uma visão panorâmica das setenta e seis pesquisas que foram realizadas nesta interlocução, apresentaremos os tipos de pesquisas desenvolvidas nas dezesseis teses desenvolvidas na USP que apresentam possíveis contribuições para as pesquisas produzidas no âmbito da aprendizagem matemática.

Das dezesseis teses que apresentam contribuições que podem migrar para as pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem matemática, encontramos três estudos teóricos (19%), cinco estudos (31%) desenvolvidos a partir de modelos experimentais, e oito produções (50%) que adotaram o modelo experimental com grupo controle e grupo experimental.

## 2.5 Sobre os sujeitos das pesquisas desenvolvidas na Universidade de São Paulo durante 2007-2017

No Quadro 06 exposto a seguir, apresentamos o quantitativo de pesquisas que utilizaram animais, seres humanos e animais, ou apenas seres humanos em seus delineamentos, e fazemos referências as teses que não utilizaram nem animais nem seres humanos em seus delineamentos, devido seu carácter eminentemente teórico.

**Quadro 06:** Sujeitos das Pesquisas desenvolvidas em Neurociências na USP.

<b>Sujeitos</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
Animal	21	28%
Humanos	47	62%
Animal/Humano	02	3%
Pesquisa Teórica	05	6%
Sem Informação	01	1%
<b>Total Geral</b>	<b>76</b>	<b>100%</b>

Fonte: Oliveira (2020)

Quanto aos sujeitos utilizados nessas pesquisas, encontramos em vinte e uma (28%) produções referência a utilização de animais para a realização dos experimentos. Enquanto quarenta e sete pesquisas (62%) foram conduzidas com seres humanos na condição de participantes. Ao passo que duas (3%) pesquisas combinaram animais e seres humanos durante sua condução, cinco pesquisas (6%) não utilizaram nem seres humanos nem animais em suas investigações devido seu carácter eminentemente teórico. O levantamento das informações catalogadas a partir

do estudo dessas produções evidenciou que apenas uma (1%) tese não apresentou informações acerca do tipo de sujeito envolvido na pesquisa.

Entre as pesquisas que apresentam contribuições para o campo da aprendizagem matemática na interlocução 'Neurociências e Psicologia' doze estudos foram desenvolvidos com seres humanos. Ao passo que três pesquisas desenvolveram estudos teóricos e uma tese foi realizada com sujeitos não humanos.

Faz-se necessário dizer que não foram identificados estudos que trataram diretamente da aprendizagem matemática, mas sim, estudos que trazem à tona temas imprescindíveis para a compreensão e desenvolvimento de funções cognitivas envolvidas neste tipo de aprendizagem, como por exemplo, os estudos que investigaram as capacidades dos componentes da memória operacional, aprendizado motor, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), avaliação neuropsicológica das funções cognitivas, inteligência e atenção visuo-espacial.

## 2.6 Das teses desenvolvidas nos Institutos de Psicologia da PUC-RJ, UFPE, PUC-RGS, UFBA E UNB

A seguir, apresentamos a distribuição geral das vinte e seis teses (25%) produzidas em institutos de psicologia localizados em diferentes regiões do território brasileiro (PUC-RJ, UFPE, PUC-RGS, UFRJ, UFBA, UNB), as quais apresentaram respectivamente os seguintes quantitativos de teses doutorais desenvolvidas nessas instituições ao longo do período investigado 05, 01, 01, 01, 03 e 15. Para apresentá-las, levamos em consideração os presentes descritores: 1) as instituições de ensino superior que as teses foram produzidas; 2) os programas de pós-graduações (PPG's) de psicologia e; 3) o quantitativo de teses desenvolvidas por programas (Ver Quadro 07).

**Quadro 07:** Distribuição das teses desenvolvidas em PPG'S de Psicologia

Nº	IES	PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO (PPG's)	Nº	%
01	PUC-RJ	Psicologia (Psicologia Clínica)	05	19%
02	UFPE	Psicologia	01	4%
03	PUC-RGS	Psicologia	01	4%
04	UFRJ	Teoria Psicanalítica	01	4%
05	UFBA	Psicologia	03	11%
06	UNB	Ciências do Comportamento	15	58%
<b>Total Geral</b>			<b>26</b>	<b>100</b>

Fonte: Oliveira (2018)

Após observarmos o Quadro 07 concluímos que das teses desenvolvidas em programas de pós-graduação de Psicologia, cinco produções são oriundas da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), seis foram desenvolvidas em diferentes instituições de ensino superior (UFPE, PUC-RGS, UFRJ e UFBA), ao passo que quinze produções advêm da Universidade de Brasília.

A seguir, apresentamos no Quadro 08, as cinco produções oriundas da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) que foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Psicologia, na área de concentração denominada Psicologia Clínica.

**Quadro 08:** Teses desenvolvidas na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) no Programa de Pós-Graduação em Psicologia (Psicologia Clínica)

Nº	Autor (a)	Tese	IES	Área de Concentração	Tipo de Pesquisa		
01	Neto, Tânia Maria	Treinamento cognitivo da memória de trabalho em adultos idosos	PUC-RJ	Psicologia clínica	Pesquisa Teórica/Empírica	Sim	P.H
02	Pereira, Cássia Maria Chaffin Guedes	A Perdição	PUC-RJ	Psicologia clínica	Pesquisa teórica	Não	P.T
03	Fioravanti, Ana Carolina Monnerat	Efeito da raça na percepção de faces em crianças de origem japonesa e não japonesas no Brasil em duas faixas etárias	PUC-RJ	Psicologia clínica	Pesquisa Teórica/Empírica	Não	P.H
04	Gomes, Vitor de Castro	Seleção genética de duas novas linhagens de ratos apresentando níveis divergentes da resposta de congelamento condicionada	PUC-RJ	Psicologia clínica	Grupo controle Grupo Experimental	Não	P.A
05	Galvão, Bruno de Oliveira	Efeitos de estimulação elétrica da MCPD em comportamentos de defesa: participação do córtex cingulado anterior rostral e nas linhagens carioca alto e baixo congelamento	PUC-RJ	Psicologia clínica	Grupo controle Grupo Experimental	Não	P.A

Fonte: Oliveira (2020)

Após análise das teses desenvolvidas na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, no Programa de Pós-Graduação em Psicologia do Departamento de Psicologia, identificamos a tese de Neto (2010) que propõe o treinamento cognitivo da memória de trabalho em adultos idosos. Essa pesquisa apresenta contribuições que podem ser generalizadas para o campo da aprendizagem matemática, pois, uma das diversas linhas de pesquisa que buscam identificar e compreender as causas das dificuldades de aprendizagem matemática propõe que déficits cognitivos podem ser fatores que contribuem para o surgimento dessas dificuldades. Esta linha surge a partir de pesquisas realizadas com crianças que apresentavam dificuldades de

aprendizagem em leitura e matemática e nas quais também foram encontrados baixos níveis de desempenho em testes que avaliam as capacidades dos componentes da memória de trabalho (ARCHBALD & GATHERCOLE, 2006; SIEGEL & RYAN; 1989; SWANSAM, 1994).

Estes resultados levaram a especulação de que “pobres habilidades de memória de trabalho podem contribuir diretamente para as dificuldades experimentadas por algumas crianças na aprendizagem acadêmica” (GATHERCOLE *et al*, 2016, p. 385). Estas especulações têm sido confirmadas por estudos que evidenciam uma alta correlação entre déficits na memória de trabalho e o baixo desempenho em testes de matemática. Por exemplo, uma meta-análise de 110 estudos encontrou significativa correlação da memória de trabalho com a aprendizagem matemática (PENG *et al*, 2016). Porém, apesar de esta relação geral entre memória de trabalho e aprendizagem matemática estar bem evidenciada, as relações específicas de como os déficits nas capacidades dos componentes da memória de trabalho impactam as habilidades matemáticas, ainda permanecem obscuras (BRESGI, ALEXANDER & SEABI; 2017). Conhecer estas correlações específicas é importante, pois quanto mais cedo forem identificados déficits nos componentes da memória de trabalho, mais cedo se poderá intervir clínica e/ou educacionalmente.

A intervenção precoce nos anos iniciais é crucial para se minorar dificuldades na aprendizagem de habilidades fundamentais para a aprendizagem matemática, evitando-se assim que estas dificuldades venham futuramente comprometer a aprendizagem de conteúdos de matemática nas séries subsequentes.

Identificamos seis teses desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação de Psicologia localizados nos estados de Pernambuco, Rio Grande do Sul, Bahia e Rio de Janeiro, as quais apresentamos a seguinte síntese de seus conteúdos:

Brandão (2011) desenvolveu a tese com o seguinte título “Uma perspectiva psicanalítica sobre o transtorno de déficit de atenção e hiperatividade”, sendo oportuno dizer neste momento que o transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) consiste em um transtorno do neurodesenvolvimento que atinge cerca de 5% da população infantil mundial (COSTA *et al*, 2014). Este transtorno é o mais frequente entre os transtornos psiquiátricos do início da infância e se caracteriza por desatenção, hiperatividade e impulsividade. O TDAH pode ser classificado como desatento, hiperativo-impulsivo e combinado. Sendo que a desatenção pode aparecer travestida

de esquecimento, distração, desorganização, falta de concentração e falta de atenção aos detalhes. Ao passo que a hiperatividade consiste em atividade motora e inquietação excessiva. A impulsividade configura-se como a dificuldade em esperar. A avaliação de indivíduos com suspeita de TDAH perpassa pela avaliação médica, educacional e psicossocial. As manifestações comportamentais do TDAH, como por exemplo, atividade motora excessiva, controle inibitório disfuncional e déficits de atenção são comumente encontrados em crianças pré-escolares saudáveis. Porém, em casos de diagnósticos confirmados de TDAH, além dessas manifestações comportamentais serem mais contudentes, conseqüentemente geram prejuízos significativos como acidentes frequentes e baixo desempenho acadêmico. Crianças com TDAH frequentemente apresentam outras comorbidades.

No que se refere às crianças em idade escolar com diagnóstico de TDAH tem-se observado baixos desempenhos escolares e prejuízos nas relações interpessoais. Entre os déficits experienciados por indivíduos com TDAH relacionados à matemática evidenciam-se problemas de atenção/controlado inibitório e memória operacional (SEMRUD-CLIKEMAM & BLEDSOE, 2011)

Azambuja (2012), por sua vez, defendeu a tese “Da alma para o corpo e do corpo para o cérebro: os rumos da psicologia com as neurociências” esta pesquisa foi realizada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RGS) e caracteriza-se por seu enfoque qualitativo. Já Carvalho (2017), desenvolveu a tese denominada “Programa de estimulação das funções executivas: contribuições para o desenvolvimento cognitivo de crianças em situação de vulnerabilidade expostas ao Manganês” pela Universidade Federal da Bahia (UFBA-BA). Ao passo que Silva (2017), defendeu a tese denominada “Muito além da questão ambiental: discurso sobre as gestões dos riscos no contexto das emergências e desastres” pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE-PE). Sendo que Vasconcelos (2017) defendeu a tese intitulada “Por outra psicologia da surdez” pela Universidade Federal da Bahia (UFBA-BA) e Ravanello (2009) apresentou a tese “Elementos para uma abordagem discursiva do afeto: estudo de interface entre psicanálise e semiótica tensiva”.

## 2.7 Das teses desenvolvidas na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Quando no momento da consulta ao banco de teses e dissertações da Capes correlacionamos a grande área de conhecimento chamada de 'Neurociências' com a área de conhecimento denominada de 'interdisciplinar', identificamos o quantitativo de dezoito pesquisas cadastradas nesta plataforma de busca virtual (Ver Quadro 09).

**Quadro 09** - autor (a), o título da tese, ano, PPG's e IES

Nº	Autor	Título	Ano	Doutorado	IES
01	Barbosa, Izabela Guimarães	Avaliação de fatores neurotróficos e marcadores imunológicos em indivíduos com transtorno bipolar	2012	Neurociências	UFMG
02	Vasconcelos, Alina Gomide	Adaptação cultural e investigação das propriedades psicométricas da Barratt Impulsiveness Scale (BIS-11)	2012	Neurociências	UFMG
03	Romeiro, Ricardo Ribeiro	Aspectos genéticos do edema cerebral de etiologia traumática: o papel das mutações do gene da aquaporina-4	2010	Neurociências	UFMG
04	Dias, Fernando Machado Vilhena	Transtornos psiquiátricos e gestação: associação entre parâmetros clínicos e biológicos em uma comunidade rural de baixa renda	2011	Neurociências	UFMG
05	Oliveira, Guilherme Nogueira Mendes	Aspectos Neuropsiquiátricos da Depressão na Epilepsia do Lobo Temporal	2011	Neurociências	UFMG
06	Rodrigues, Ana Carolina Oliveira e	Efeito do Treinamento Musical em Capacidades Cognitivas Visuais: Atenção e Memória	2012	Neurociências	UFMG
07	Anhoque, Carolina Fiorin	Avaliação da cognição e da integridade axonal óptico em pacientes com síndrome clinicamente isola	2012	Neurociências	UFMG
08	Resende, Leticia de Souza	Parâmetros comportamentais e neuroquímicos em modelo experimental de deficiência grave de tiamina	2012	Neurociências	UFMG
09	Júnior, Ariovaldo Alberto da Silva	Comparação das características das cefaleias primárias na comunidade com as de um centro terciário de atendimento	2011	Neurociências	UFMG
10	Fialho, Patricia Paes Araujo	Programa de intervenção cognitivo-comportamental para cuidadores-familiares de idosos com demência	2010	Neurociências	UFMG
11	Lage, Guilherme Menezes	Associação entre impulsividade e controle motor	2010	Neurociências	UFMG
12	Andrade, Peterson Marco de Oliveira	Avaliação da funcionalidade em crianças com disfunções neurológicas usando a classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde (CIF) como referência	2012	Neurociências	UFMG
13	Paz, Clarissa Cardoso dos Santos Couto	Prática mental orientada a tarefas funcionais na recuperação de indivíduos com acidente vascular encefálico	2012	Neurociências	UFMG
14	Santos, Rodrigo Ribeiro dos	Parâmetros imunológicos na demência frontotemporal	2012	Neurociências	UFMG
15	Cruz, Luciana Hoffert Castro	Exercício prévio à lesão modifica parâmetros motores e produção de fatores neurotróficos em modelo experimental da doença de Parkinson	2012	Neurociências	UFMG

16	Alves, Marcela Mansur	Treinamento cognitivo em escolares de diferentes níveis intelectuais	2012	Neurociências	UFMG
17	Starling, Daniela Siqueira Veloso	Investigação de biomarcadores diagnósticos para a doença de Alzheimer no líquido cefalorraquidiano, na saliva e na mucosa oral	2012	Neurociências	UFMG
18	Chiaramonte, Marilda Spindola	Habilidade cognitiva espacial: medida com eletroencefalografia	2010	Informática na Educação	UFRGS

Fonte: Oliveira (2020)

Dessas dezoito produções apresentadas no Quadro 09, dezessete, foram desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), ao passo que uma tese foi desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mas especificamente do programa de pós-graduação em Informática na Educação.

O Programa de Pós-Graduação em Neurociências da UFMG caracteriza-se por sua interdisciplinariedade, haja vista que agrega profissionais de diferentes áreas do saber com a finalidade de estudar o comportamento sob perspectivas diversas, como por exemplo, observamos que profissionais vindos da Medicina, Bioquímica, Farmacologia, Fisiologia, Morfologia, Psicologia, Engenharia, Estatística e Música tem procurado esse programa para o desenvolvimento de suas teses doutorais.

No Quadro 10, explanamos os programas de pós-graduação em que constam registros de teses na interlocução 'Neurociências e a Área de Conhecimento Interdisciplinar'. Neste quadro, identificamos que o estado de Minas Gerais através do Programa de Pós-graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) foi o programa com o maior índice de registros de teses na presente interlocução. Bem como encontramos uma tese registrada no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (Ver Quadro 10).

**Quadro 10:** Programas de Pós-Graduação - Área Interdisciplinar.

Nº	IES	PPG's	Nº
01	<b>UFMG</b>	Neurociências	17
02	<b>UFRGS</b>	Informática na Educação	01
		Total	18

Fonte (Oliveira, 2020)

O Programa de Pós-Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais registrou o quantitativo de dezessete produções nesta interlocução. E o

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) apresentou um registro.

Quanto as área de concentração identificamos as seguintes dentro do âmbito da UFMG: Neurociências Clínicas, Neuropsiquiatria, Neurociências Básicas, Neurobiologia, Neurociências, Ciências Sociais e Educação. De acordo com as informações expostas no Quadro 11, as teses desenvolvidas na UFMG se encontram alocadas basicamente em quatro programas de pós-graduação distintos, a saber:

**Quadro 11:** Áreas de concentração identificadas no campo Interdisciplinar

<b>IES</b>	<b>Áreas de concentração</b>	<b>Quantitativo de teses</b>
<b>UFMG</b>	Neurociências Clínica	01
	Neuropsiquiatria	02
	Neurociências básicas	02
	Neurobiologia	01
	Sem informações	11
<b>UFRGS</b>	Sem informação	01
	Total	18

Fonte (Oliveira, 2020)

Encontramos onze teses desenvolvidas na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sem esse tipo de informação. Uma tese foi desenvolvida na área de concentração chamada de Neurociências Clínica, duas em Neuropsiquiatria, duas em Neurociência Básica e uma em Neurobiologia. No que se refere à tese desenvolvida na UFRGS é válido dizer que não encontramos essa informação na tese. As áreas de concentração anteriormente citadas se desdobram em quatorze linhas de pesquisa conforme se segue: Abuso de drogas; Aprendizagem e memória; Bioengenharia e modelos computacionais; Doença de Parkinson, outros distúrbios do movimento, epilepsias; Envelhecimento e demências, acidente vascular encefálico; Neurociências, arte e música; Neurociências e Ciências Sociais Aplicadas; Neurociências e Educação; Neurociências da fala, linguagem e processamento simbólico; Neuroendocrinologia e Neuropsicoimunologia; Neurogenética e Neuroproteômica, Neuropsicofarmacologia e Neurotoxicologia; Neuropsicologia; Sistemas sensoriais; Transtornos psiquiátricos.

Mesmo com uma gama de linhas de pesquisas, encontramos quinze teses sem esse tipo de informação (Ver Quadro 12). Identificamos uma produção inscrita na linha de pesquisa Neuropsiquiatria Clínica e outra em Neurociências molecular, sistêmica,

comportamental e computacional que trazem esse tipo de indicação em sua folha de rosto. A tese desenvolvida na UFRGS não apresentou este tipo de informação.

**Quadro12:** Linhas de Pesquisa- Área de Conhecimento Interdisciplinar

IES	Linhas de Pesquisa identificadas na área de conhecimento interdisciplinar	Quantitativo de teses
UFMG	Neuropsiquiatria clínica	01
	Neurociências molecular, sistêmica, comportamental e computacional	01
	Sem informações	15
UFRGS	Sem informação	01
Total		18

Fonte: Oliveira (2020)

No Quadro 13 estão as onze teses registradas no ano de 2012, três em 2010 e 2011, respectivamente. Encontramos uma tese defendida em 2010 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mas especificamente em seu Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.

**Quadro 13:** Produção de teses por ano de defesa- Área Interdisciplinar

IES	Ano de defesa	Quantitativo de teses
UFMG	2010	03
	2011	03
	2012	11
UFRGS	2010	01
Total		18

Fonte: (Oliveira, 2020)

Os temas investigados nas teses desenvolvidas na Área de Conhecimento Interdisciplinar foram os seguintes: psicometria, memória de trabalho e inteligência, disfunção neurológica, avaliação cognitiva, Transtorno Bipolar, doença de Parkinson, transtornos psiquiátricos, doença de Alzheimer, demência frontotemporal, demências, cefaléias, impulsividade e controle motor, depressão e epilepsia, AVE, deficiência de tiamina, capacidades cognitivas visuais, mutação genética. A tese desenvolvida na UFRGS investigou as habilidades cognitivas espaciais, a partir das ciências cognitivas e da utilização de equipamentos neurocientíficos (eletroencefalograma). Todavia, em nenhuma delas se verifica o foco na aprendizagem, não há uma interlocução precisa entre Educação e Neurociências.

É oportuno ressaltar que das dezoito pesquisas realizadas na Área de Conhecimento Interdisciplinar, dezessete estudos foram desenvolvidos no Programa

de Pós-graduação em Neurociências (UFMG), dos quais identificamos um que foi realizado a partir da revisão sistemática da literatura. Seis estudos recorreram ao modelo experimental, quatro ao modelo experimental com grupo controle e grupo experimental.

Dois estudos desenvolveram tanto estudo teórico quanto empírico para a sua realização, e quatro estudos realizaram avaliação neuropsicológica de habilidades cognitivas. O estudo desenvolvido na UFRGS caracteriza-se por ser uma pesquisa experimental.

A UFMG dentro de suas atribuições legais desenvolveu duas pesquisas com sujeitos infra-humanos (animais), ao passo que treze estudos foram desenvolvidos com seres humanos, e apenas dois estudos recorreram à combinação de estudos teóricos e empíricos para sua realização. O estudo desenvolvido na UFRGS recorreu à utilização de seres humanos para sua efetivação.

## 2.8 Das teses desenvolvidas na área de conhecimento Ensino de Ciências/Matemática

As três teses identificadas e catalogadas que tratam do ensino de Ciências/Matemática foram às seguintes: Bandeira (2015), Seibert (2014) e Porto (2008). Ressalto, no entanto, que as mesmas foram agrupadas no Quadro 01 como se fizessem parte da mesma área de investigação científica, ou seja, ensino de Ciências/Matemática. Porém, após consultar o material empírico apresentado no Quadro 14 a seguir, as informações sobre esses trabalhos.

**Quadro 14:** autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES em Ensino de Ciências/Matemática

Nº	Autor	Título	Ano	Doutorado	IES
01	Bandeira, Salete Maria Chalub	Olhar sem os olhos: Cognição e aprendizagem em contextos de inclusão-estratégias e percalços na formação inicial de docentes de Matemática	2015	Em Educação em Ciências e Matemática	UFMT-UEA-UFPA-UFA
02	Seibert, Tânia Elisa	Aprendizagem Matemática de um jovem com espinha bífida e síndrome	2014	Em Ensino de Ciências e Matemática	Universidade Luterana do Brasil
03	Porto, Felipe Cavalcanti da silva	O Tema comportamento no Ensino de biologia	2008	Ensino em Biociências e Saúde	FIOCRUZ

Fonte: Oliveira (2018)

Identificou-se, também, dois registros nesta área de conhecimento científico, ou seja, a tese da doutora Tânia Elisa Seibert denominada “Aprendizagem Matemática de um jovem com espinha bífida e síndrome” defendida em 2014 no Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil, e a tese da doutora Salete Maria Chalub Bandeira (2015) que tem como título “Olhar sem os olhos: Cognitiones e aprendizagens em contextos de inclusão- estratégias e percalços na formação inicial de docentes de Matemática” que se encontra registrada no Programa de Pós-Graduação Em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC – UFMT- UFPA- UEA-UFA). Ao passo que Porto (2008) desenvolveu a pesquisa intitulada “O tema comportamento no ensino de biologia”, foi registrada no programa de doutorado em Ensino de Biociências e Saúde da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

Quanto à produção de teses que buscaram estabelecer interlocuções entre Neurociências e Matemática no Brasil (2007-2017), podemos observar, no Quadro 15, que durante o período de 2007- 2013 não existem registros de teses que envolvam questões relacionadas à Matemática. Tendo sido registradas pesquisas que tratam dessa temática somente a partir de 2014, situação que denota interesse tardio dos professores que ensinam Matemática para as questões do campo das Neurociências e as possíveis relações entre esses dois campos.

**Quadro 15:** Produção anual de teses em Ensino de Ciências/Matemática (2007-2017)

<b>PRODUÇÃO ANUAL (2007 A 2017)</b>		
<b>ANO</b>	<b>Nº de TESES</b>	<b>PPG's</b>
2007– 2013	-	-
2014	01	Universidade Luterana do Brasil Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
2015	01	Programa de Pós-Graduação Em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC)
2016	-	-
2017	01	Universidade Tiradentes Programa de Pós-Graduação em Educação
-	03	-

Fonte: Oliveira (2020)

Em suma, o Quadro 15, destaca as três teses desenvolvidas no Brasil entre os anos 2007-2017 que discutiram questões matemáticas. A partir de sua observação e análise podemos dizer que o interesse em questões diretamente ligadas à Matemática surge basicamente nos anos de 2014, 2015 e 2017, oriundas de Programas de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação Em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) e Programa de Pós-Graduação em Educação. Essa situação revelou que o interesse em investigar questões que podem contribuir para a aprendizagem matemática no Brasil, a partir da perspectiva das Neurociências e também a partir do desenvolvimento de pesquisas doutorais é relativamente recente dentro do contexto brasileiro.

## 2.9 Das teses desenvolvidas na área de conhecimento Ciências Sociais e Humanas

Em Ciências Sociais e Humanas, encontramos o seguinte (Ver Quadro 16):

**Quadro 16:** autor (a), título da tese, ano, nível acadêmico e IES em Ciências Sociais e Humanas

Nº	Autor	Título	Ano	Doutorado	IES
01	Veiga, Viviane Santos de Oliveira	A percepção dos pesquisadores portugueses e Brasileiros da área de Neurociências quanto ao compartilhamento de artigos científicos e dados de pesquisa no acesso aberto verde	2017	Informação e comunicação em saúde	FIOCRUZ
02	Barreto Claudio Embirussu	Redes Neurais: Bases biológicas da cognição humana- uma abordagem teórica	2015	Difusão do conhecimento	UFBA
03	Portugal, Valéria	O potencial criador do cérebro: unificação dos processos referentes ao objeto e autoreferentes através do insight	2016	História das ciências e das técnicas e epistemologia	UFRJ
04	Cheida, Rodrigo Saraiva	Os imaginários sociotécnicos das origens da comunidade neurocientífica brasileira e da governança de suas agendas de pesquisa	2017	Política científica e tecnológica	UNICAMP

Fonte: Oliveira (2020)

Veiga (2017) desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de saber como os neurocientistas brasileiros e portugueses compartilham suas pesquisas em Neurociências nos meios de divulgação científica. Para tanto, foi aplicado um questionário on-line e realizada entrevista com profissionais renomados da área. Os

resultados deste estudo demonstraram que, o principal entrave para a publicação de informações científicas tanto no Brasil quanto em Portugal encontra-se na desinformação sobre qual plataforma utilizar para este fim. Além desse estudo desenvolvido no campo das Ciências Sociais e Humanas, identificamos o estudo produzido por Embirussu (2015), no qual o referido autor desenvolveu uma tese teórica que discute as bases biológicas da cognição humana, a partir da formação de redes neurais biológicas (RNB), com o objetivo de incentivar a difusão de conhecimento. Enquanto Portugal (2016) investigou “O potencial criador do cérebro: unificação dos processos referentes ao objeto e autoreferentes através do insight”, onde discorre sobre o insight a partir de sua manifestação, processo e origem, utilizando-se do método experimental da técnica de meditação transcendental védica para a realização da presente pesquisa.

Cheida (2017) desenvolveu a tese cujo título é “Os imaginários sociotécnicos das origens da comunidade neurocientífica brasileira e da governança de suas agendas de pesquisa”, esta pesquisa fundamentou-se em estudos oriundos das ciências sociais e tecnológica, e discute desde a concepção do termo neurociências até a prioridade de suas agendas. Para seu desenvolvimento foi realizada uma revisão sistemática da literatura, mas estudos empíricos, nos quais foram realizadas entrevistas com neurocientistas brasileiros e a participação em eventos da área.

## **2.10 Das teses desenvolvidas na Universidade de Brasília no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento**

Quando cruzamos os campos de pesquisas denominados ‘Neurociências e Psicologia’, encontramos quinze teses registradas no Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília (UNB), mas especificamente no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento. A seguir, apresentamos os resultados encontrados a partir da combinação dessas duas áreas de investigação científica. No Quadro 25, por exemplo, disponibilizamos informações relativas à autoria, título da tese, ano de defesa, programa de pós-graduação e instituição de ensino superior na qual a pesquisa foi desenvolvida e registrada. Sintetizando, a partir da constituição deste quadro, tornou-se possível identificarmos o programa de pós-graduação que tem se destacado nesta interlocução, as linhas de pesquisas, tipos de pesquisas e

sujeitos comumente utilizados nesses delineamentos de pesquisas doutorais (Ver Quadro 17).

**Quadro 17:** autor (a), o título da tese, ano, PPG's e IES

Nº	Autor	Título	Ano	Doutorado	IES
01	Silva, Ana Idalina de Paiva	Reconhecimento de expressões emocionais em crianças com queixa de comportamento ansioso e problemas de pensamento	2017	Ciências do Comportamento	UNB
02	Costa, Helida Arrais	O padrão da trajetória visual para o reconhecimento de expressões faciais	2015	Ciências do Comportamento	UNB
03	Silva, Flávia Martins da	Estudo psicofísico da atenção visual e avaliação cognitiva em adolescentes com tdah.	2015	Ciências do Comportamento	UNB
04	Pontes, Marta Kerr	Influências de carga de memória de trabalho e intensidade de expressões faciais no reconhecimento de faces de raiva e nojo em jovens universitários	2017	Ciências do Comportamento	UNB
05	Andrade, Luciana Carelli Henriques de	Treino auditivo em reconhecimento de fala em condições de ruído para adultos mais velhos.	2017	Ciências do Comportamento	UNB
06	Mello, Lucylle Frois de	Impacto da intervenção assistida por animais nas habilidades sociais, motivação e estresse em crianças cursando o ensino fundamental: um estudo etológico, neurofisiológico e neuropsicológico.	2014	Ciências do Comportamento	UNB
07	Chariglione, Isabelle Patrícia Soares	Intervenções cognitivas para aprimoramento da memória em idosos com envelhecimento cognitivo normal	2014	Ciências do Comportamento	UNB
08	Ribeiro, Aline Maria Iannone	Contribuições ao estudo do efeitos da neuromodulação não invasiva sobre parâmetros neuropsicológicos normais e em distúrbios neuropsiquiátricos	2017	Ciências do Comportamento	UNB
09	Leonardo, Roberta Ladislau	A relevância do trabalho na qualidade de vida dos idosos aposentados estatutários e celetistas no Distrito Federal	2014	Ciências do Comportamento	UNB
10	Vorraber, Gabriela Andrade	O papel da representação mental da tática no desenvolvimento da proficiência tática esportiva	2015	Ciências do Comportamento	UNB
11	Melchiades, Adriana Manso	Movimentos oculares como biomarcadores de desempenho em pilotos de helicóptero	2017	Ciências do Comportamento	UNB
12	Tschiedel, Renata de Souza	Programa de reabilitação para adultos com otite média crônica: abordagem a dificuldades decorrentes da alteração auditiva	2017	Ciências do Comportamento	UNB
13	Salviano, Marcelo de Faria	Análise fisiológica e comportamental de modelos animais desenvolvidos geneticamente para o estudo da ansiedade e da doença de Alzheimer	2013	Ciências do Comportamento	UNB
14	Santana, Carla Cristina Vasconcelos Pena	Esforço para ouvir e envelhecimento auditivo: análise de relações funcionais entre idades, sensibilidade e atenção dividida	2017	Ciências do Comportamento	UNB
15	Preste, Marta Regueira Dias	Dislexia e alteração no processamento auditivo temporal: colocando a alteração perceptual auditiva em seu lugar	2016	Ciências do Comportamento	UNB

**Fonte:** Oliveira (2020)

O Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília conta na atual conjuntura com quatro Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu, a saber: 1) Programa de

Pós-Graduação em Ciências do Comportamento que se caracteriza pelo desenvolvimento de pesquisas em psicologia e outras áreas do conhecimento, como por exemplo, a Neurofisiologia, Farmacologia, Toxicologia, Odontologia, Otorrinolaringologia, Fonoaudiologia, Nutrição e Zoologia. Além do desenvolvimento de estudos interdisciplinares que perpassam pelos processos próprios do envelhecimento humano, Psicofisiologia, dependência de drogas, comportamento do consumidor, reabilitação, Educação Ambiental, Educação Especial e Psicofísica Acústica; 2) Programa de Pós-Graduação em Processos de Desenvolvimento Humano e Saúde; 3) Programa de Pós-Graduação em Psicologia Clínica e Cultura; e 4) Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações. Diante disso, chegamos à conclusão que as quinze pesquisas indicadas acima, foram realizadas no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento.

Na Universidade de Brasília (UNB), identificou-se que no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento registrou o quantitativo de quinze pesquisas que mobilizaram saberes tanto das Neurociências quanto da Psicologia no âmbito deste programa ao longo do período investigado (2007-2017). Quanto às linhas de pesquisas, encontramos as seguintes: 1) Cognição, Percepção e Sensação e; 2) Cérebro, Drogas e Comportamento.

Das quinze produções desenvolvidas interlocução 'Neurociências e Ciências do Comportamento', treze pesquisas foram realizadas na linha de pesquisa 'Cognição, Percepção e Sensação'. Enquanto duas pesquisas foram registradas na linha de pesquisa denominada de 'Cérebro, Drogas e Comportamento'.

Durante o período que compreende os anos de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012 não foram identificadas pesquisas doutorais registradas na interlocução 'Neurociências e Ciências do Comportamento'. Somente a partir do ano de 2013 encontramos notificações de teses desenvolvidas na presente interlocução. Ou seja, encontramos apenas um registro de tese no ano de 2013 (SALVIANO, 2013) e um no ano de 2016 (PRESTE, 2016). Ao passo que nos anos de 2014 (MELLO, 2014; CHARIGLIONE, 2014; LEONARDO, 2014) e 2015 (COSTA, 2015; SILVA, 2015; VORRABER, 2015) foram defendidas três teses respectivamente. E em 2017, encontramos sete registros de pesquisas segundo informações colhidas no banco de teses e dissertações da capes (SILVA, 2017; PONTES, 2017; ANDRADE, 2017; RIBEIRO, 2017; MELCHIADES, 2017; TSCHIEDEL, 2017; SANTANA, 2017).

Os temas evidenciados nessas pesquisas de doutoramento, a saber: reconhecimento de expressões emocionais e ansiedade; reconhecimento de expressões faciais; avaliação cognitiva e TDAH; memória de trabalho e expressões faciais; treino auditivo; habilidades sociais; avaliação cognitiva e memória de trabalho; distúrbios neuropsiquiátricos; trabalho e qualidade de vida em idosos; representação mental; movimentos oculares e biomarcadores; programa de reabilitação de otite média crônica; doença de Alzheimer; sensibilidade auditiva e atenção dividida, e finalmente, dislexia e alteração no processamento auditivo temporal.

No que se refere ao tipo de pesquisa desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Comportamento, constatamos que onze pesquisas foram desenvolvidas segundo o modelo puramente experimental (COSTA, 2015; SILVA, 2015; PONTES, 2017; ANDRADE, 2017; MELLO, 2017; LEONARDO, 2014; MELCHIADES, 2017, TSCHIEDEL, 2017; SALVIANO, 2013; SANTANA, 2017; PRESTE, 2016), três adotaram o modelo experimental com grupo controle e grupo experimental (SILVA, 2017; CHARIGLIONE, 2014; VORRABER, 2015), e uma pesquisa foi desenvolvida combinando tanto o modelo experimental com grupo controle e grupo experimental quanto estudo de caso (RIBEIRO, 2017) para seu desenvolvimento.

Quanto aos sujeitos utilizados nessas pesquisas, chegamos à conclusão que as pesquisas desenvolvidas na interlocução 'Neurociências e Ciências do Comportamento' pela Universidade de Brasília (UNB) foram realizadas, sobretudo, com seres humanos. Pois, encontramos apenas uma tese desenvolvida neste contexto institucional que recorreu ao uso de animais enquanto sujeitos de pesquisa (SALVIANO, 2013).

## **2.11 Das teses desenvolvidas em Ciências da Educação durante o período de 2007-2017**

A seguir apresentamos o Quadro 18, que especifica as onze teses desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação de Educação durante o período de 2007-2017, com destaque para o nome do autor (a), o título da tese, o ano de defesa, nível acadêmico (doutorado) e a instituição de ensino superior na qual a pesquisa encontra-se vinculada:

**Quadro 18** - autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES

Nº	Autor	Título	Ano	Doutorado	IES
01	Costa, Sandra Regina Dias da	Diálogo entre Neurociências e a perspectiva histórico-cultural: as funções executivas na educação infantil	2015	Educação	Unicamp
02	Amaral, Jonathan Henriques do	“A Educação no ‘século do cérebro’: uma análise de interlocuções entre Neurociências e a Educação a partir dos ES todos da ciência”	2016	Educação	UFRGS
03	Sales, Tamara Regina Reis	Educação, Discalculia e Neurociência: um estudo de caso em Sergipe	2017	Educação	Universidade Tiradentes
04	Pistóia, Lenise Henz Caçula	Gregory Bateson e a educação: possíveis entrelaçamentos	2009	Educação	UFRGS
05	Furtado, Luis achilles Rodrigues	Sua majestade o autista: fascínio, intolerância e a exclusão no mundo contemporâneo	2011	Educação	UFCE
06	Pontes, Letícia	A empatia no processo de ensinar e aprender um estudo com professores do curso de graduação em enfermagem de uma universidade pública	2013	Educação	UFMT
07	Zimmermann, Ana Cristina	Ensaio sobre o desenvolvimento humano: jogo e expressividade	2010	Educação	UFSC
08	Tormin, Malba Cunha	Dubabi Du: uma proposta de formação e intervenção musical na creche	2014	Educação	USP
09	Miranda, Lyana Virginia Thediga de	Saberes de ação, interação e comunicação: metodologia ativa e resolução colaborativa de problemas com crianças na escola	2016	Educação	UFSC
10	Benício, Miliane Nogueira Magalhães	A construção da escrita na alfabetização de jovens e adultos	2015	Educação	Unb
11	Mourão, Ireuda da Costa	Ensino de didática na licenciatura em química no Brasil	2015	Educação	UFAM

Fonte: Oliveira (2020)

De posse dessas informações identificamos onze produções desenvolvidas no âmbito das Ciências da Educação. Dessas, oito produções acadêmicas foram registradas nas bibliotecas centrais de suas respectivas instituições. Ao passo que duas produções foram registradas em bibliotecas de institutos de educação e uma tese em uma biblioteca de ciências humanas, o que possivelmente explicaria a distribuição (08 e 03) apresentada no Quadro 01.

Contudo, no que se refere aos Programas de Pós-Graduação identificados na interlocução ‘Neurociências e Ciências da Educação’, encontramos onze teses na presente interlocução que buscaram relacionar os conhecimentos advindos das Neurociências e do campo educacional durante o período de 2007-2017.

As onze produções desenvolvidas no âmbito das Ciências da Educação são oriundas de instituições que se encontram localizadas em diferentes estados brasileiros, como por exemplo, Unicamp, UFRGS, Universidade Tiradentes, UFCE, UFMT, UFSC, USP, UNB e UFAM. Ao adentrarmos nestes documentos evidenciamos que as relações existentes entre as Neurociências e a Educação se constituem um movimento próprio da área educacional. Haja vista que nossas informações revelaram que são os estudiosos que têm buscado essa aproximação, geralmente por compreenderem que os conhecimentos produzidos no campo das Neurociências apresentam contribuições para as pesquisas do campo educacional.

As linhas de pesquisas nas quais as teses desenvolvidas em Educação encontram-se registradas são as seguintes: Educação e Formação Docente; Cultura, Currículo e Sociedade; Psicologia e Educação; Formação e Práxis do Educador Frente aos Desafios Amazônicos; Culturas Escolares e Linguagens; Educação e Comunicação; Escola, Aprendizagem, Ação Pedagógica e Subjetividade na Educação. Faz-se necessário frisar que quatro teses não disponibilizaram este tipo de informação em seu bojo.

Quanto ao ano em que essas pesquisas foram produzidas, no banco de teses não foram identificadas teses registradas no banco de teses e dissertações da capes na interlocução neurociências e educação nos anos de 2007, 2008 e 2012. Entretanto, catalogamos três estudos desenvolvidos em 2015 (COSTA, 2015; BENÍCIO, 2015, MOURÃO, 2015), dois em 2016 (AMARAL, 2016; MIRANDA, 2016), um em 2009 (PISTÓIA, 2009), um em 2010 (ZIMMERMANN, 2010), um em 2011 (FURTADO, 2011), um em 2013 (PONTES, 2013), um em 2014 (TORMIN, 2014) e um estudo em 2017 (SALES, 2017). Quanto aos temas propostos nessas interlocuções encontramos as seguintes temáticas

Os temas identificados nas teses desenvolvidas em programas de Educação durante o período de 2007-2017 foram os seguintes: Controle inibitório e autocontrole, neurociências educacional e discalculia, Neurociências e estilos de pensamentos, linguagem musical e aprendizagem de bebês, Educação/Gregory Bateson, Ensino de química e Identidade docente, Empatia/professores, Resolução colaborativa de problemas (RCP) - Metodologia Ativa – Metodologia de episódios de aprendizagens situadas, memória de trabalho e inteligência, autismo e escrita em EJA. Diante disso, podemos dizer que se revelou o hibridismo temático presente nesses estudos. A situação denota que a Neuroeducação constituída nas teses desenvolvidas no Brasil

durante o período de 2007-2017 ainda se encontra em sua fase embrionária. Ou seja, em pleno processo de desenvolvimento.

Quanto aos tipos de pesquisas desenvolvidas nessa interlocução, encontramos basicamente quatro tipos, a saber: teórica, teórico-empírica, estudo de caso, e experimental com grupo controle e grupo experimental

Identificamos três estudos realizados exclusivamente a partir de revisão sistemática da literatura. Cinco estudos que combinaram estudos teóricos e empíricos em seus desenvolvimentos, duas pesquisas foram estudos de casos, e uma pesquisa buscou se aproximar das investigações tradicionalmente desenvolvidas em neurociências, ou seja, investigação experimental com grupo controle e grupo experimental.

Das onze pesquisas identificadas e catalogadas na interlocução Neurociências e Educação, encontramos oito teses doutorais que utilizaram seres humanos como participantes de suas pesquisas. Três estudos não recorreram à utilização nem de animais nem de seres humanos para sua operacionalização. Frente a essas informações apresentaremos uma síntese dos principais resultados encontrados com o desenvolvimento e execução deste capítulo exploratório-descritivo, haja vista que para identificarmos e catalogarmos as teses de nosso interesse foi primordial seu desenvolvimento em vista de agregarmos informações pertinentes aos programas de pós-graduações nos quais essas pesquisas foram produzidas, linhas de pesquisas, ano de produção, tipos de pesquisas e sujeitos utilizados nessas produções acadêmicas.

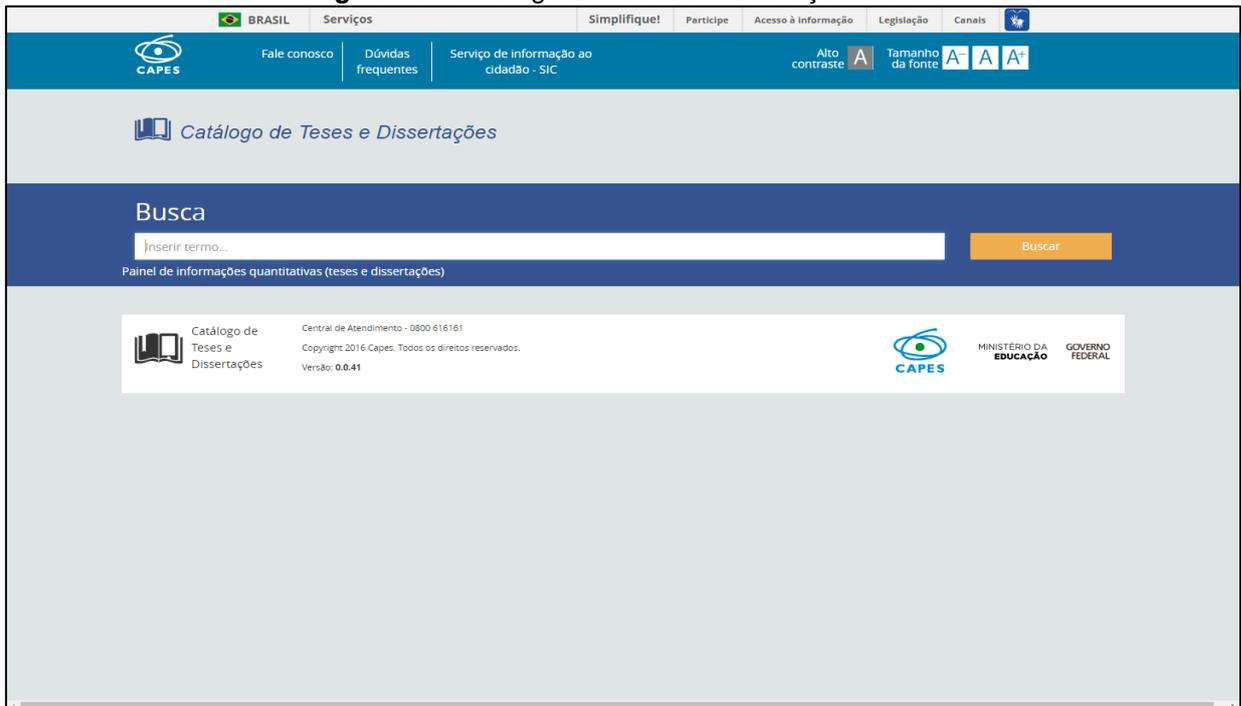
## **2.12 Procedimentos de identificação das pesquisas doutorais catalogadas na segunda consulta ao Banco de Teses e Dissertações da CAPES**

Para iniciarmos o processo de busca e catalogação das novas teses desenvolvidas na Grande Área de Conhecimento denominada de Neurociências e em outras áreas de conhecimento não contempladas na primeira consulta, recorreremos à ferramenta Google em fevereiro de 2019.

Ao abrirmos a página do Google digitamos a frase “Banco de teses capes”, obtendo-se assim duas alternativas de escolha: 1) Banco de teses capes e; 2) Banco de teses USP. Optamos pela primeira alternativa devido à mesma nos permitir

adentrar no acervo digital do banco de teses e dissertações da Capes que agrega pesquisas de doutorado e dissertações de mestrado defendidas em instituições de ensino superior localizadas em diferentes regiões do Brasil. Depois de clicar na primeira opção, fomos direcionados a página do Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (Figura 13).

**Figura 13 - Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.**



**Fonte:** Google em pesquisa realizada no dia 18 de fevereiro de 2019.

Após acrescentarmos a palavra ‘Neurociências’ no painel de informações quantitativa (teses e dissertações) e clicarmos na palavra “Buscar” o sistema nos apresentou 3.781 pesquisas doutorais catalogadas. Logo após a realização destes procedimentos acrescentamos um novo filtro chamado de “TIPO” que diz respeito aos seguintes graus acadêmicos: Doutorado, Mestrado, Mestrado Profissional e Profissionalizante (Ver Figura 14):

**Figura 14 - Resultado da Pesquisa com a palavra descritora 'Neurociências'.**

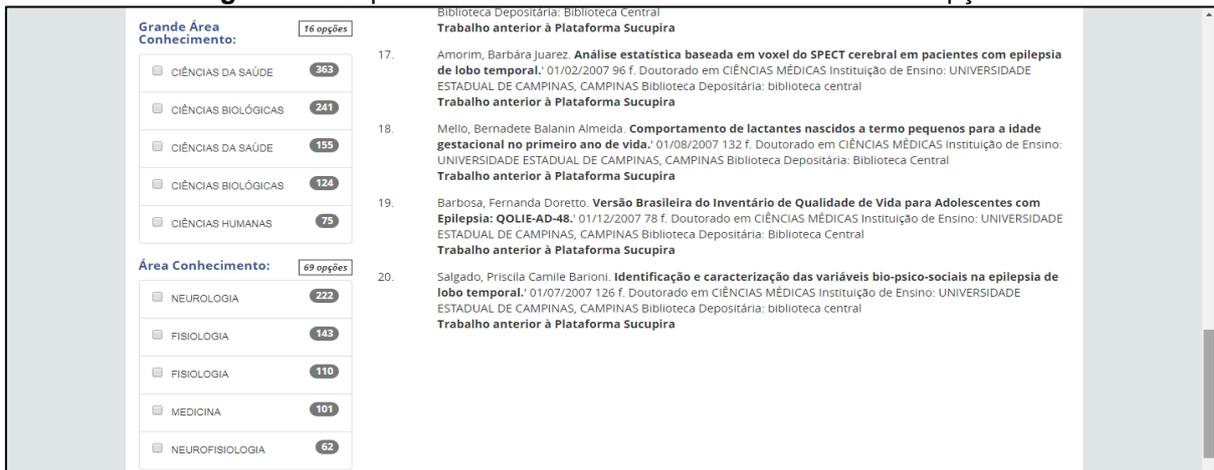
The screenshot shows the CAPES database search interface. At the top, there are navigation links for 'BRASIL', 'Serviços', 'Simplifique!', 'Participe', 'Acesso à informação', 'Legislação', and 'Canais'. Below this is a header with the CAPES logo and links for 'Fale conosco', 'Dúvidas frequentes', and 'Serviço de informação ao cidadão - SIC'. There are also icons for 'Alto contraste' and 'Tamanho da fonte'. The main content area is titled 'Catálogo de Teses e Dissertações' and features a search bar with the term 'Neurociências' entered. Below the search bar, it indicates '3781 resultados para Neurociências' and shows a list of results. The first result is by Stefano, Ercilia de, titled 'UM MODELO NUEROCOMPUTACIONAL DA DEPENDÊNCIA QUÍMICA EM NICOTINA'. The second result is by Nakamura, Edson Koiti, titled 'Um sistema de base de dados para investigações em neurociências'. The third result is by Queiros, Fernanda Costa de, titled 'PREVALÊNCIA DE DISTÚRBIOS DA LINGUAGEM ORAL EM CRIANÇAS DE BAIXA RENDA COM PARALISIA CEREBRAL'. The fourth result is by Dias, Paulo Fernando, titled 'ESTUDO DA AÇÃO DE FATORES FÍSICOS E QUÍMICOS SOBRE A MORFOGÊNESE DE EMBRIÕES DE Gallus gallus domesticus, COM ÊNFASE NO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL'. On the left side, there are filters for 'Tipo' (Mestrado (Dissertação) 2476, Doutorado (Tese) 1258) and 'Ano' (2016 395, 2017 389, 2015 369).

**Fonte:** Google em pesquisa realizada no dia 18 de fevereiro de 2019.

O sistema nos indicou a existência de 1.141 pesquisas de doutorado catalogadas segundo os filtros utilizados na presente pesquisa, 2.284 dissertações de mestrado, 22 pesquisas de mestrado profissional e 02 pesquisas registradas como mestrado profissionalizante. Após termos assinalado esta opção 'Doutorado' e aplicado o filtro o sistema nos indicou o quantitativo de 1.258 pesquisas doutorais registradas em Neurociências conforme os filtros por nós utilizados: ano,

Depois deste momento, nos direcionamos para a seleção das 'Grandes Áreas de Conhecimento'. Sendo necessário dizer que na primeira consulta ao banco de teses e dissertações da capes realizada em Fevereiro de 2018 havíamos selecionado apenas a 'Grande Área de Conhecimento' denominada de Neurociências. Contudo, na segunda consulta realizada em Fevereiro de 2019, ampliamos o espectro de busca em vista de localizarmos o maior número de pesquisas doutorais possível. A Figura 15 a seguir demonstrará essa situação.

**Figura 15 - Espelho da tela Grande Área Conhecimento – 16 opções.**



**Fonte:** Google em pesquisa realizada no dia 18 de fevereiro de 2019.

Após aplicarmos o filtro nas “69 opções” de área de conhecimento conforme apresentado nas imagens expostas anteriormente, em seguida selecionamos as “Área Concentração”. Depois de aplicarmos filtros chegamos ao quantitativo de 1.114 teses

Os dados descritos e analisados abaixo são oriundos de levantamento bibliográfico e análise documental realizada no Banco de Teses e Dissertações do Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no dia 18 de fevereiro de 2019. Tais informações dizem respeito ao quantitativo geral de teses registradas em Neurociências e outras área durante 2007-2018 no Brasil, a partir dos filtros de busca anteriormente explicitados. As pesquisas doutorais registradas antes ou depois deste período não entraram na amostra. Com os procedimentos adotados evidenciamos 1.114 teses distribuídas conforme o Quadro 19 a seguir:

**Quadro 19: Quantitativo Geral de Pesquisas Doutorais por Estado Brasileiro**

Nº	Estado	Quantidade
01	São Paulo	450
02	Rio Grande do Sul	130
03	Pará	120
04	Santa Catarina	100
05	Rio de Janeiro	76
06	Pernambuco	58
07	Minas Gerais	56
08	Distrito Federal	35

<b>09</b>	Rio Grande do Norte	25
<b>10</b>	Paraná	20
<b>11</b>	Bahia	14
<b>12</b>	Sergipe	12
<b>13</b>	Espírito Santo	10
<b>14</b>	Paraíba	4
<b>15</b>	Mato Grosso	2
<b>16</b>	Amazonas	1
<b>17</b>	Ceará	1
<b>18</b>	Acre	0
<b>19</b>	Alagoas	0
<b>20</b>	Amapá	0
<b>21</b>	Goiás	0
<b>22</b>	Maranhão	0
<b>23</b>	Mato Grosso do Sul	0
<b>24</b>	Piauí	0
<b>25</b>	Rondônia	0
<b>26</b>	Roraima	0
<b>27</b>	Tocantins	0
<b>-</b>	-	<b>1.114</b>

**Fonte:** Oliveira (2020)

Depois dos procedimentos metodológicos expostos anteriormente é válido dizer que localizamos duas pesquisas cadastradas no ano de 2018. As teses das doutoras Cristiane Gonçalves Ribas (2018) e Janete Schmidt de Camargo Cesar (2018). A seguir apresentamos o Quadro 20 com as 13 pesquisas doutorais que constituíram nosso corpus de análise.

**Quadro 20** - Autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES

Nº	Autor	Título	Ano	Doutorado	IES
01	Sales, Tamara Regina Reis	Educação, Discalculia e Neurociência: um estudo de caso em Sergipe	2017	Educação	Universidade Tiradentes
02	Amaral, Jonathan Henriques do	“A Educação no ‘século do cérebro’: uma análise de interlocuções entre neurociências e a Educação a partir dos estudos da ciência”	2016	Educação	UFRGS
03	Miranda, Lyana Virginia Thediga de	Saberes de ação, interação e comunicação: metodologia ativa e resolução colaborativa de problemas com crianças na escola	2016	Educação	UFSC
04	Costa, Sandra Regina Dias da	Diálogo entre neurociências e a perspectiva histórico-cultural: as funções executivas na educação infantil	2015	Educação	UNICAMP
05	Benício, Miliane Nogueira Magalhães	A construção da escrita na alfabetização de jovens e adultos	2015	Educação	Unb
06	Mourão, Ireuda da Costa	Ensino de didática na licenciatura em química no Brasil	2015	Educação	UFAM
07	Tormin, Malba Cunha	Dubabi Du: uma proposta de formação e intervenção musical na creche	2014	Educação	USP
08	Pontes, Letícia	A empatia no processo de ensinar e aprender um estudo com professores do curso de graduação em enfermagem de uma universidade pública	2013	Educação	UFMT
09	Furtado, Luis achilles Rodrigues	Sua majestade o autista: fascínio, intolerância e a exclusão no mundo contemporâneo	2011	Educação	UFC
10	Zimmermann, Ana Cristina	Ensaio sobre o desenvolvimento humano: jogo e expressividade	2010	Educação	UFSC
11	Pistóia, Lenise Henz Caçula	Gregory Bateson e a educação: possíveis entrelaçamentos	2009	Educação	UFRGS
12	Ribas, Cristiane Gonçalves	Conhecimento e ação da fisioterapia na escola: contribuições para a formação de professores de alunos com paralisia cerebral	2018	Educação	PUC-PR
13	Cesar, Janete Schmidt de Camargo	Memória de Trabalho, estágio de desenvolvimento intelectual e desempenho de alunos de 5º ano na Prova Brasil	2018	Educação	UNICAMP

Fonte: Oliveira (2020)

### 2.13 Síntese do capítulo 2

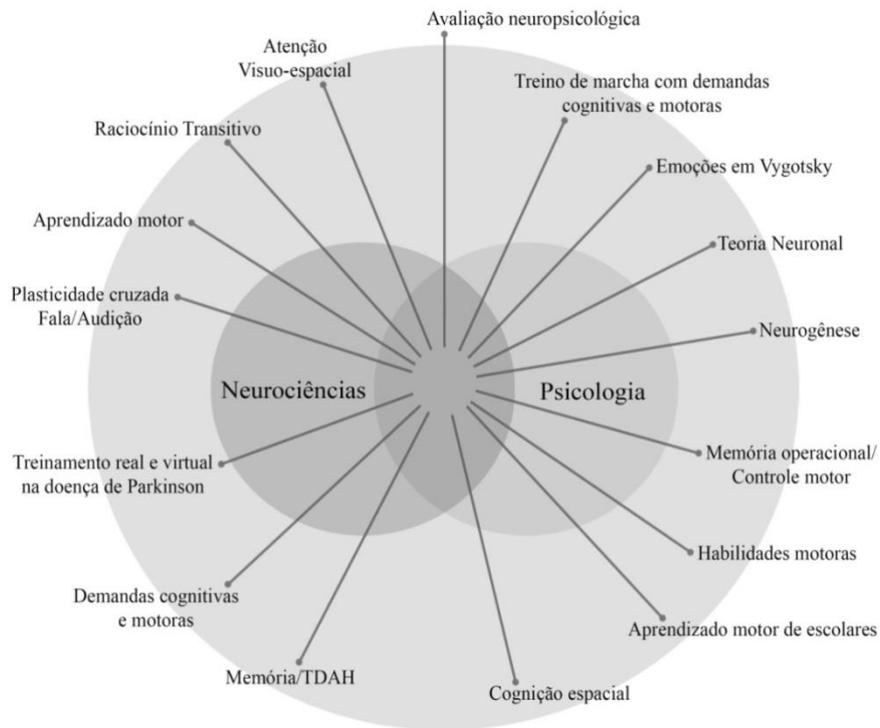
Realizamos nossa primeira consulta ao Banco de Teses e Dissertações da Capes com o objetivo de identificarmos, catalogarmos e traçarmos um panorama das

pesquisas doutorais desenvolvidas no Brasil durante o período de 2007 a 2017 nas seguintes interlocuções: 'Neurociências e Educação', 'Neurociências e Psicologia', 'Neurociências e Psicologia do Ensino e da Aprendizagem', 'Neurociência e área de conhecimento interdisciplinar', 'Neurociências e área de conhecimento ensino de Ciências/Matemática' e 'Neurociências e a área de conhecimento Ciências Sociais e Humanas'. Sendo válido ressaltar que a partir do estudo dessas teses tornou-se possível cunharmos algumas contribuições temáticas que podem migrar para o campo das pesquisas que investigam a aprendizagem. Esses temas emergiram na medida em que fomos lendo reflexivamente as cento e trinta e oito teses desenvolvidas em diferentes programas de pós-graduações de neurociências, psicologia, educação, da área de conhecimento interdisciplinar e da área de conhecimento denominada de ciências sociais e humanas.

Sobre a área de conhecimento denominada Psicologia, localizamos cento e duas teses, das quais setenta e seis foram desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP) em três Programas de Pós-Graduação de Psicologia distintos: Psicologia (Neurociências e Comportamento); Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano e; Psicologia (Campus Ribeirão Preto). Dessas teses, dezesseis, apresentaram questões de pesquisas que podem ser investigadas sob o enfoque das pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem matemática. Para melhor visualização dos temas identificados nessas pesquisas, ver a Figura 16:

A Figura 16 apresenta os temas identificados em dezesseis teses doutorais desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP) que podem trazer implicações para a compreensão dos processos neuropsicológicos envolvidos durante a aquisição de novos comportamentos. Por exemplo, a tese de Ferreira (2013) discutiu a teoria neuronal de Santiago Ramón y Cajal, a partir da unidade básica do sistema nervoso, o neurônio. Sendo particularmente importante que profissionais que lidam com crianças, adolescentes e adultos em situações de ensino-aprendizagem tenham acesso a essa e outras teorias sobre a constituição e organização do sistema nervoso. Já que o neurônio é a célula nervosa responsável pela captação, condução e processamento das informações apreendidas tanto do meio interno quanto do meio externo em nível cortical. Compreendê-la, implica em estudarmos o fenômeno encefálico chamado de neuroplasticidade cerebral que diz respeito à capacidade de o sistema nervoso mudar, adaptar-se e moldar-se tanto em função quanto em estruturas no decorrer do desenvolvimento neuronal e quando exposto a novas experiências.

**Figura 16:** Temas que emergiram das teses desenvolvidas em três Programas de Pós-Graduação do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (USP).



**Fonte:** Oliveira (2020)

A neurogênese, também é uma temática relevante dentro deste contexto, pois diz respeito à capacidade que o sistema nervoso tem de gerar novos neurônios no encéfalo. Para discorrer sobre essa temática Canduro (2008) desenvolveu um estudo teórico sobre as relações objetivas estabelecidas entre o bebê e a mãe nos primeiros anos de vida. Esta pesquisa trata das primeiras relações das crianças com as pessoas com as quais convive. Seu estudo nos remete a qualidade das primeiras relações estabelecidas entre as crianças e seus professores nos anos iniciais do ensino fundamental, por exemplo. Posto que essas relações podem se configurar em propulsoras ou não de aprendizagens, haja vista que para as neurociências o componente emocional encontra-se na base da aprendizagem. Além dessas temáticas, identificamos pesquisas que investigaram memória, memória de trabalho, controle motor, habilidades motoras, tdah, demandas motoras e cognitivas, raciocínio transitivo, avaliação neuropsicológica, fala/audição, cognição visuo-espacial e emoção.

Quanto aos estudos que realizaram avaliação cognitiva, esses frequentemente utilizaram instrumentos próprios do campo da neuropsicologia (testes e escalas), para

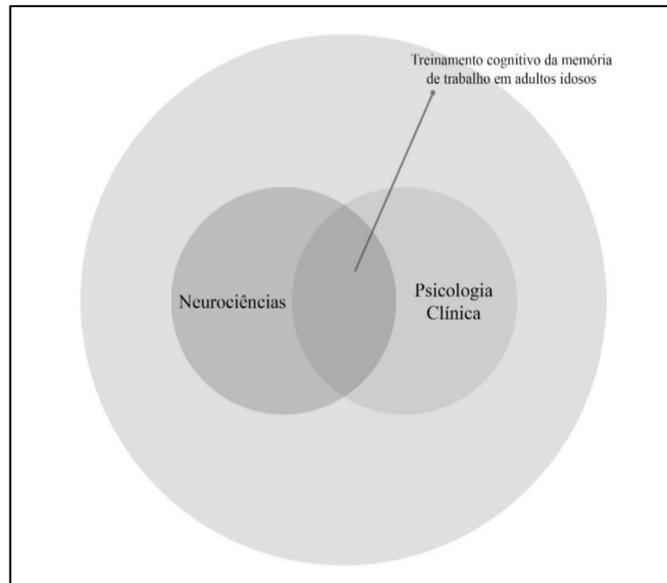
investigar os processos envolvidos na aprendizagem de demandas motoras e cognitivas. Tais estudos, comumente avaliaram a memória, memória de trabalho, inteligência, atenção, percepção, dentre outras funções cognitivas.

A partir desses achados, podemos vislumbrar o que se produz nessas áreas de conhecimentos a partir de evidências empíricas postas em pesquisas doutorais, bem como ampliar nossa perspectiva sobre as práticas interventivas que melhor atendam as necessidades cognitivas dos alunos que apresentam dificuldades para aprender, uma vez que poderemos propor o desenvolvimento de intervenções neuropsicopedagógicas e neuropsicológicas em casos de déficits cognitivos. Haja vista que o processo de avaliação neuropsicológica leva em consideração a atenção integral dispensada ao indivíduo que passa pelo processo de aprendizagem. Sendo válido ressaltar que a avaliação neuropsicológica conta com entrevistas, observações, visitas domiciliares, visitas escolares, aplicação de testes, aplicação de escalas que combinados nos dão indicativos de como se encontram as habilidades cognitivas desses sujeitos ao longo de seu desenvolvimento. Porém, devido o custo elevado deste tipo de serviço poucas pessoas têm acesso. No caso de pessoas com dificuldades para aprender, a avaliação neuropsicológica pode ser uma aliada no processo de identificação precoce de transtornos específicos da matemática, como por exemplo, a discalculia e ansiedade matemática.

Sobre as teses desenvolvidas na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), encontramos cinco estudos produzidos no Programa de Pós-Graduação em Psicologia (Psicologia Clínica). Das quais, apenas a tese desenvolvida por Neto (2010) apresenta implicações para os estudos produzidos no campo da aprendizagem, haja vista que a referida autora investigou o treinamento cognitivo da memória de trabalho em adultos idosos ver Figura 17, exposta a seguir.

Sendo oportuno lembrar que estudos que investigam a memória de trabalho têm encontrado resultados que demonstram que déficits nos componentes da memória de trabalho têm sido correlacionados com baixos desempenhos acadêmicos em matemática (PENG et al, 2016), mas também por atendemos adultos idosos na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Portanto, a estimulação da realização de estudos que investiguem a memória de trabalho pode contribuir para os avanços das pesquisas produzidas no campo da aprendizagem de modo geral.

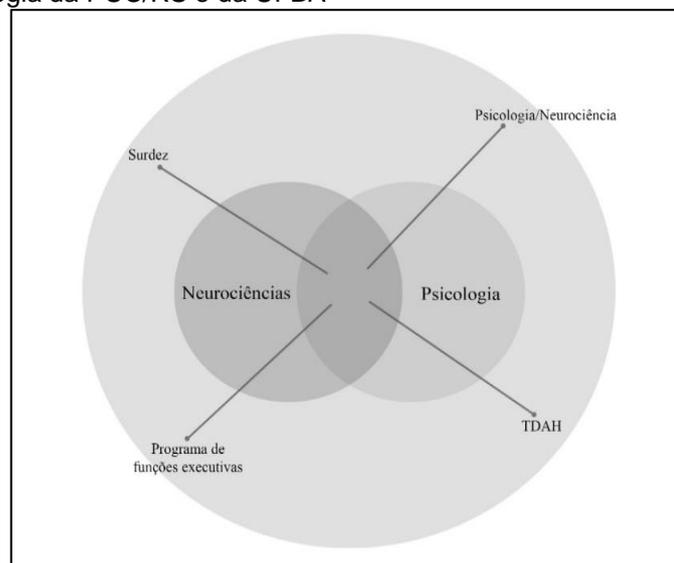
**Figura 17** - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas na PUC/RJ - Programa de Pós-Graduação de Psicologia (PUC/RJ)



Fonte: Oliveira (2020)

Posteriormente, encontramos seis pesquisas doutorais desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação de Psicologia localizados em diferentes estados brasileiro (UFPE, PUC-RGS, UFBA e UFRJ), das quais quatro apresentam informações que podem contribuir para o avanço das pesquisas realizadas no campo da aprendizagem, dentre elas podemos citar as teses de Azambuja (2012), Vasconcelos (2017), Brandão (2011) e Carvalho (2017), cujos temas dessas pesquisas apresentamos na Figura 18.

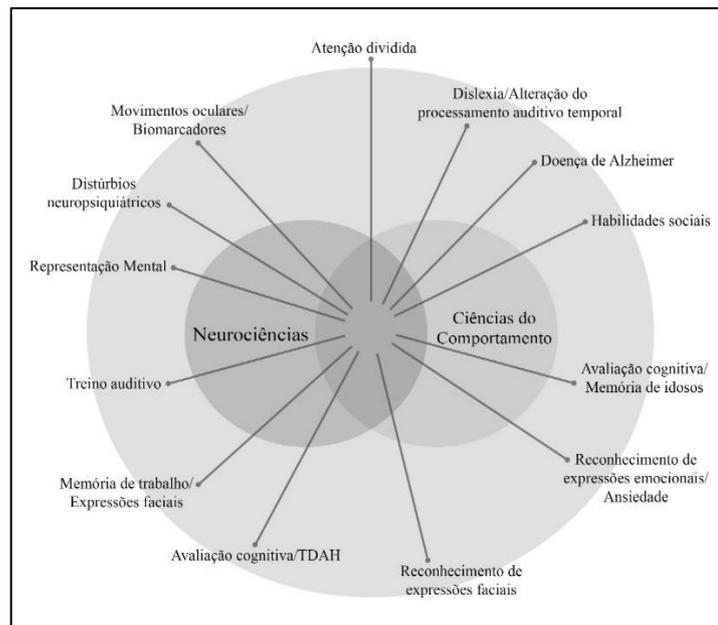
**Figura 18** – Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação de Psicologia da PUC/RS e da UFBA



Fonte: Oliveira (2020)

Os temas identificados nas pesquisas doutorais produzidas na Universidade de Brasília (UNB) durante o período de 2007-2017 foram os seguintes: Reconhecimento expressões emocionais e ansiedade, reconhecimento de expressões faciais, avaliação cognitiva e tdah, memória de trabalho e expressões faciais, dislexia e alteração no processamento auditivo temporal, avaliação cognitiva e memória de idosos, doença de Alzheimer, habilidades sociais, sensibilidade auditiva e atenção dividida, otite média crônica, trabalho e qualidade de vida em idosos, representação mental, movimento oculares e biomarcadores, distúrbios neuropsiquiátricos e treino auditivo. A seguir apresentamos a Figura 19 que apresenta essas temáticas:

**Figura 19** - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação de Ciências do Comportamento da Universidade de Brasília (UNB).

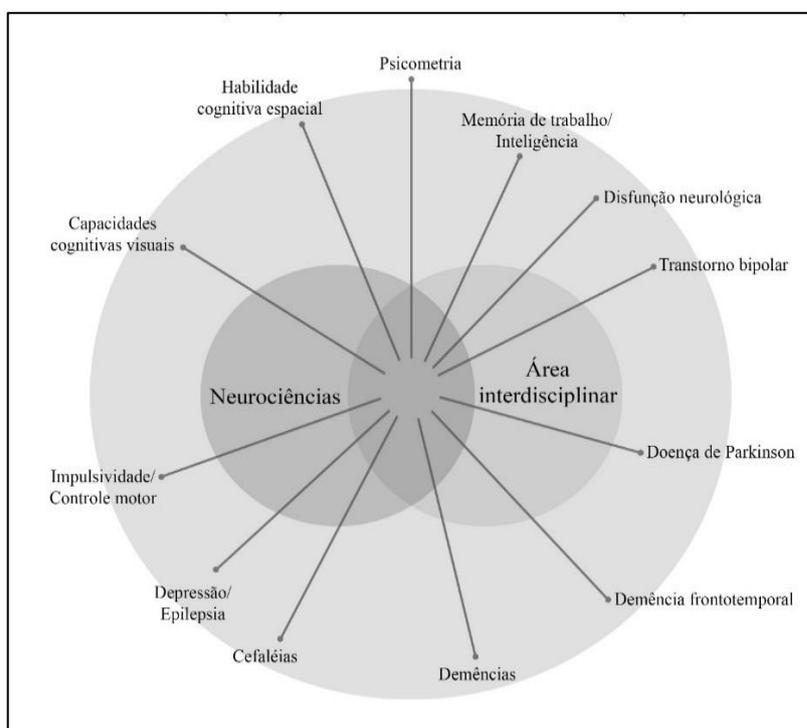


Fonte: Oliveira (2020)

O estudo de temas como avaliação neuropsicológica, memória, memória de trabalho, podem contribuir para compreendermos como memorizamos, esquecemos e lembramos situações práticas da vida cotidiana ou conteúdos disponibilizados na em sala de aula. Haja vista que a aprendizagem geralmente é definida como o acúmulo de memórias pelo sistema nervoso. Desta forma, os estudos que discorrem sobre a memória e a memória de trabalho podem contribuir para a consolidação de conteúdos estudados nos anos iniciais do ensino fundamental e nos anos subsequentes. Assim como, os estudos que investigaram as funções cognitivas a partir de instrumentos neuropsicológicos (testes e escalas).

Além disso, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) tem refletido sobre questões psicométricas (escalas e testes), memória de trabalho, inteligência, avaliação cognitiva, transtorno bipolar, controle motor, impulsividade, depressão, tomada de decisão, transtornos psiquiátricos, demência frontotemporal, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, capacidades cognitivas visuais, demências, cefaléias e epilepsia. Sendo oportuno dizer que o estudo desses temas pode contribuir para a compreensão dos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem na Matemática e em outras disciplinas, tanto em condições normais quanto em condições disfuncionais, possibilitando assim o diagnóstico, intervenções e o prognóstico nos casos de dificuldades e transtornos de aprendizagem matemática. Sobretudo, nos casos de crianças e adolescentes com déficits cognitivos e transtornos globais do desenvolvimento. A Figura 20, retrara essa realidade.

**Figura 20** - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas nas Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).



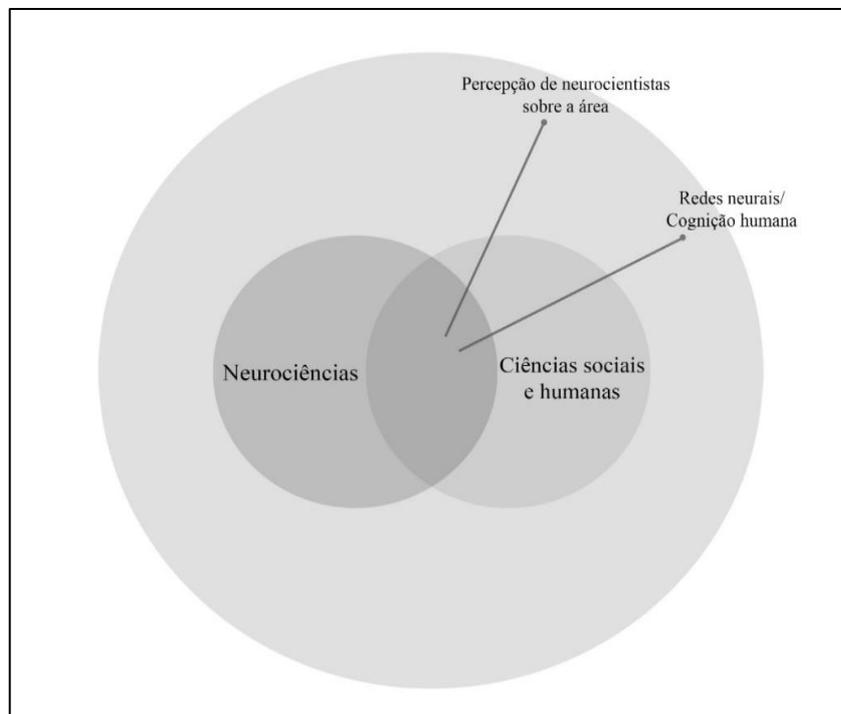
Fonte: Oliveira (2020)

As Neurociências podem contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem dentro do contexto nacional. Por isso, ter acesso a essas informações têm implicações teóricas e práticas para o dia a dia do professor na sala de aula. Posto que aprender diz respeito a um fenômeno individual e coletivo que combina transmissão sináptica, formação de redes neurais, capacidade de o cérebro adaptar-

se através do fenômeno conhecido como neuroplasticidade cerebral, controle inibitório e as relações sociais.

Sobre as teses desenvolvidas na ‘interlocação Neurociências e Ciências sociais e Humanas’, encontramos os estudos de Veiga (2017) que discorreu sobre a ‘Percepção dos pesquisadores portugueses e brasileiros da área de neurociências quanto ao compartilhamento de artigos científicos e dados de pesquisa no acesso aberto verde’. Identificamos também o estudo de Barreto (2015) sobre ‘Redes Neurais: Bases biológicas da cognição humana-uma abordagem teórica’. Cheida (2017) centrou esforços na pesquisa intitulada ‘Os imaginários sociotécnicos das origens da comunidade neurocientífica brasileira e da governança de suas agendas de pesquisa’. Esses temas são descritos na Figura 21:

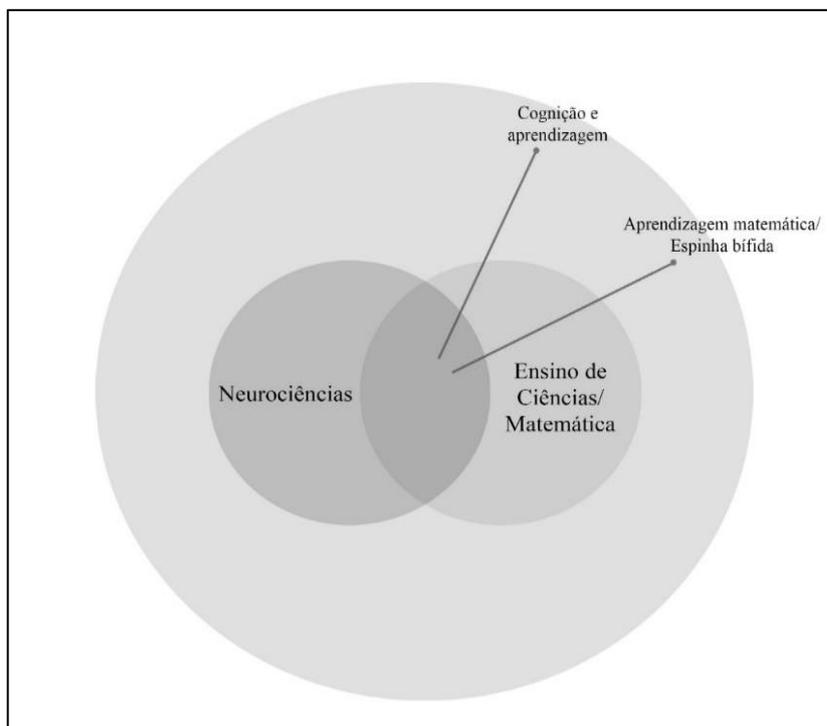
**Figura 21** - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas na área de conhecimento Ciências Sociais e Humanas.



Fonte: Oliveira (2020)

Identificamos três teses na área de conhecimento denominada Ensino de Ciências/Matemática, das quais duas investigaram temas sobre a aprendizagem matemática. Bandeira (2015) desenvolveu o estudo intitulado ‘Olhar sem os olhos: Cognição e aprendizagem em contextos de inclusão-estratégias e percalços na formação inicial de docentes de Matemática’ e Seibert (2014) ‘Aprendizagem Matemática de um jovem com espinha bífida e síndrome’ (Ver Figura 22):

**Figura 22** - temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas na área de conhecimento Ensino de Ciências/Matemática.

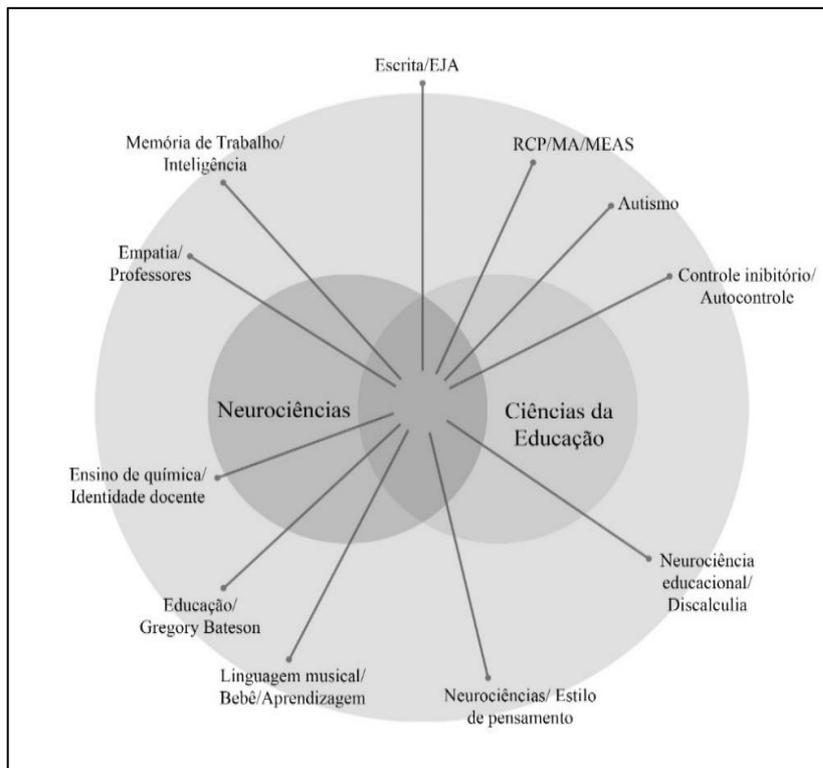


Fonte: Oliveira (2020)

As pesquisas doutorais desenvolvidas nas áreas supracitadas enfatizam a cognição e a aprendizagem, bem como identificamos uma discussão sobre a aprendizagem matemática de um indivíduo com espinha bifida.

Quanto aos temas que emergiram pesquisas doutorais desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação de Educação a seguir a Figura 23 expõe essas temáticas.

**Figura 23** - Temas que emergiram das pesquisas doutorais desenvolvidas em Programas de Educação.



**Fonte:** Oliveira (2020)

Controle inibitório e autocontrole, neurociência educacional e discalculia, neurociências e estilos de pensamentos, linguagem musical e aprendizagem de bebês, Educação/Gregory Bateson, ensino de química e identidade docente, empatia/professores, Resolução colaborativa de Problemas (RCP), Metodologia Ativa (MA), MEAS, Memória de trabalho e inteligência, autismo, escrita e educação de jovens e adultos. Embora a diversidade temática seja uma realidade no âmbito das cento e trinta e oito teses, ainda hoje, são raros os estudos produzidos em neurociências que visem investigar a aprendizagem da Matemática propriamente dita. O que encontramos é o movimento contrário, ou seja, profissionais do campo educacional buscando essa aproximação. Porém, através dos temas investigados em neurociências, encontramos achados que podem favorecer o avanço das pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem matemática. O que quero dizer com tal afirmativa? Quero dizer que a partir da análise desses estudos encontramos pesquisas realizadas com outras finalidades, mas que apresentam em seu cerne contribuições que se encontram compiladas na forma de conhecimento acumulado através da pesquisa básica. Portanto, precisamos desenvolver pesquisas a partir dos

dados acumulados nesses documentos. Pois, apesar da escassez de pesquisas que objetivem investigar a relação aprendizagem matemática e Neurociências, e ainda, Educação e Neurociências, acreditamos que desenvolver estudos dessa natureza mostra-se de fundamental importância, sobretudo, por esta ser uma relação pouco investigada. Nesse sentido, ressalta-se a importância do diálogo constante entre as Neurociências e a Psicologia, Neurociências e a Educação, Neurociências e o ensino de ciências e Matemática interdisciplinarmente.

Neste capítulo reunimos dados que encontravam-se dispersos dentro do banco de teses e dissertações da capes. Situação, que se apresenta como uma das contribuições desta pesquisa à comunidade científica de diferentes campos (Neurociências, Psicologia, Educação, ensino de Ciências e Matemática...). Reunir informações que outrora se encontravam dispersas criam pontes para o acesso as informações postas em teses desenvolvidas na grande área de conhecimento chamada de neurociências durante o período de 2007-2017. O desenvolvimento deste capítulo proporcionou a construção de um panorama exploratório-descritivo da produção neurocientífica desenvolvida dentro deste período. Tornando-se possível evidenciar temas desenvolvidos, programas de pós-graduação, áreas de concentração, linhas de pesquisas, tipos de pesquisas e sujeitos que constituem o corpus dessas produções acadêmicas.

As informações até aqui expostas foram apresentadas no exame de qualificação da presente pesquisa que se realizou no dia 27 de novembro de 2018. Na ocasião, foi-me questionado sobre o porquê da escolha das áreas de conhecimento investigadas e solicitado que ampliasse o leque das áreas investigadas, e posteriormente fechasse nas pesquisas desenvolvidas no campo educacional.

Buscando atender tais solicitações e em vista de melhor qualificar o presente estudo realizamos a segunda pesquisa no banco de teses e dissertações da capes em 2019. A seguir apresentaremos os procedimentos adotados durante o processo de identificação e catalogação das teses desenvolvidas em neurociências dentro do contexto brasileiro durante o período de 2007 a 2018. Sendo necessário esclarecer que acrescentamos o ano de 2018 neste estudo e buscamos identificar teses doutorais em áreas de conhecimentos que ainda não haviam sido contempladas na presente investigação.

É oportuno dizer que este capítulo também explicou como ampliarmos o espectro de pesquisas doutorais desenvolvidas em Neurociências e suas

aproximações dentro do contexto brasileiro (2007-2018). Adotamos o modo descritivo-analítico para apresentação das informações expostas nesses documentos. Essas informações foram apresentadas por meio de quadros, figuras e tabelas com o objetivo de tornar a leitura mais compreensiva possível. Para tanto, buscamos inspirações nas proposições do professor Silvio-Sanchez-Gamboa (1988; 2012) no que diz respeito aos fundamentos da *pesquisa da pesquisa*, posto que este modo de *fazer* pesquisa possibilitou a realização de uma investigação minuciosa acerca das instituições de ensino superior, programas de pós-graduação, temas, objetivos, perguntas, e procedimentos metodológicos propostos em pesquisas doutorais.

Quanto ao panorama das pesquisas doutorais catalogadas dentro deste capítulo, podemos dizer que as Neurociências desenvolvidas no Brasil durante os últimos anos encontram-se “fincadas”, sobretudo, nas ciências médicas, psicológicas e biológicas. Essa situação demonstra a hegemonia do modelo médico e experimental para se abordar temas e questões relativas ao SN e SNC. Por exemplo, as pesquisas doutorais desenvolvidas no Estado de São Paulo, advêm basicamente da área médica e de sua gama de especialidades (Neurologia, Psiquiatria, Clínica Médica, Patologia, Neurologia/Neurociências, Psicologia Médica, Ciências Médicas e Fisiopatologia Médica), bem como da Psicologia e da Biologia. Encontramos estudos que apresentam informações relevantes que podem contribuir para o avanço das pesquisas desenvolvidas sob a égide das ciências educacionais no que tange a aprendizagem. Posto que, dentre as informações catalogadas nessas pesquisas encontra-se bem definido que o SNC é o sistema de nosso organismo responsável pela integração de informações sensoriais e motoras advindas dos meios internos e externos com os quais interagimos constantemente. Posto que, de acordo com o paradigma neurocientífico, nós, seres humanos, só deixamos de aprender quando morremos. Observamos o crescente interesse de áreas distintas à Medicina em estabelecer relações dialógicas com as Neurociências (Geografia, Educação, Física, Informática na Educação, Filosofia, Ciências Criminais, Educação em Ciências e Matemática, Ciências do Movimento Humano), o que tem ampliado as discussões sobre as Neurociências e suas implicações práticas em diversos contextos sociais.

Consideramos importante deixar claro também dentro dos limites deste texto, que necessitamos desenvolver pesquisas futuras que visem investigar como vem se organizando esse campo de investigação científica na região Norte do país, de modo

que possamos atender às necessidades educacionais e formativas tanto de professores quanto de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental.

Não encontramos pesquisas doutorais que abordem especificamente a aprendizagem segundo as concepções Bear, Connors e Paradiso (2017), Kandel et al (2014) e Lent (2010). Todavia, as pesquisas que explanam sobre essa temática encontram-se basicamente ligadas aos Programas de Pós-Graduação em Educação, distribuídos em diferentes regiões do território brasileiro. A seguir adentraremos nas mesmas e a discutiremos de forma, mas detalhada.

### 3 RELAÇÕES SOBRE APRENDIZAGEM E NEUROCIÊNCIAS NAS PRODUÇÕES INVESTIGADAS

#### 3.1 Das pesquisas doutorais desenvolvidas na interlocução Neurociências e Educação (2007-2018)

As pesquisas doutorais desenvolvidas em programas de pós-graduação de Educação que buscaram estabelecer aproximações e entrelaçamentos com as neurociências totalizam um montante de treze produções. Sendo que para localizarmos essas produções foi necessária a realização de duas consultas ao banco de teses e dissertações da capes. A primeira consulta ocorreu no mês de fevereiro de 2018, neste momento foram identificadas onze produções desenvolvidas no âmbito das ciências da educação que buscaram estabelecer relações com as neurociências. Tais produções são oriundas de oito estados brasileiros (Amazonas, Ceará, Distrito Federal, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Sergipe).

A segunda pesquisa foi realizada em fevereiro de 2019 com o objetivo de verificarmos ao longo de 2018 haviam sido cadastradas novas pesquisas doutorais na interlocução (neurociências e educação). Nesta segunda pesquisa, adotamos procedimentos metodológicos diferenciados dos utilizados na primeira, principalmente, devido termos ampliado as 'grandes áreas de conhecimentos', 'áreas de conhecimento' e 'áreas de concentração' investigadas. Todavia, acrescentamos o ano de 2018 ao período investigado (2007-2018). Com este procedimento identificamos e caracterizamos mais duas pesquisas, uma das quais foi defendida em 21/02/2018 e a outra pesquisa em 26/02/2018.

Em linhas gerais, primeiro, encontramos onze pesquisas doutorais desenvolvidas na interlocução neurociências e educação (fevereiro de 2018) e, no segundo momento, mais duas pesquisas doutorais (fevereiro 2019). Sendo importante frisar que para chegarmos nessas treze pesquisas desenvolvidas no campo educacional que realizaram aproximações com as neurociências foi necessário o desenvolvimento dos processos de identificação e catalogação anteriormente apresentados com a finalidade de chegarmos às produções que buscaram relacionar esses campos de pesquisas em seu bojo durante o período de 2007 a 2018 no Brasil. Sendo que este processo de identificação e caracterização se mostrou de fundamental importância, pois nos possibilitou traçar uma visão panorâmica das áreas

que compõe a neuroeducação que vem se delineando no Brasil nos últimos anos. Além disso, apresentamos e discutimos as informações referentes às principais disciplinas científicas que emergiram dentro desta pesquisa como produtoras de conhecimento em neurociências dentro do contexto brasileiro, instituições de ensino superior, programas de pós-graduação e quantitativo de pesquisas por estados ao longo do período investigado, em detrimento de construirmos uma visão geral desta interlocução em nível de Brasil.

A seguir apresentamos, o Quadro 21, que traz informações sobre a quantidade de teses por estados e instituições de ensino superior produtoras de pesquisas doutorais na interlocução neurociências e educação ao longo do período 2007-2018.

**Quadro 21** - Quantidade de pesquisas doutorais por estados e instituição de ensino superior (IES).

Quantidade	Estado	IES
1	Amazonas	UFAM
1	Ceará	UFCE
1	Distrito Federal	UNB
1	Mato Grosso	UUFMT
2	Rio Grande do Sul	UFRGS
2	São Paulo	USP, UNICAMP
2	Santa Catarina	UFSC
1	Sergipe	UNIT-SE
1	Paraná	PUC-PR
1	Campinas	UNICAMP
<b>13</b>	-	-

Fonte: Oliveira (2020)

Com o acréscimo de mais duas produções localizadas em 2018, passamos de oito estados produtores (Amazonas, Ceará, Distrito Federal, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Sergipe) de pesquisas nesta interlocução para dez estados produtores conforme indicações postas no Quadro 80. Segundo informações contidas neste quadro, os Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, dentre os estados que emergiram quanto à produção de conhecimento em neurociências relacionadas à educação, destacam-se quanto à produção de pesquisas doutorais desenvolvidas na interlocução neurociências e educação dentro do contexto brasileiro. A seguir apresentamos o Mapa Político do Brasil para ilustrar essa situação (Ver Figura 24).

**Figura 24:** Regiões que mais produziram pesquisa doutorais na interlocução de Neurociências e Educação (2007-2018)



Fonte: IBGE [http://geoftp.ibge.gov.br/produtos\\_educacionais/mapas\\_tematicos/mapas\\_do\\_brasil/mapas\\_nacionais/politico/brasil\\_grandes\\_regioes.pdf](http://geoftp.ibge.gov.br/produtos_educacionais/mapas_tematicos/mapas_do_brasil/mapas_nacionais/politico/brasil_grandes_regioes.pdf)

Entretanto, mesmo com a soma dessas pesquisas doutorais, o índice de produtividade ainda é escasso, assim como o interesse pelo desenvolvimento de pesquisas que investiguem a produção de pesquisas doutoral desenvolvida nesses dois campos de modo intercambiado mostra-se praticamente inexistente.

Com as informações que emergiram das análises destes documentos podemos afirmar que o interesse de professores em desenvolver pesquisas doutorais que versam sobre as possíveis contribuições das neurociências para aprendizagem é recente. Bem como podemos dizer que não encontramos pesquisas desenvolvidas na interlocução neurociências, psicologia, educação e ensino de ciências e matemática que houvessem investigado a aprendizagem sob a luz das perspectivas de Bear, Connors e Paradiso (2017), Kandel et al (2014) e Lent (2010).

A seguir o Quadro 22, apresenta informações das treze pesquisas doutorais desenvolvidas na interlocução neurociências e educação acerca da autoria, título, ano de produção, nível acadêmico e instituição de ensino superior na qual a pesquisa foi

desenvolvida. Faz-se necessário dizer que foi a partir dessas informações que se tornou possível identificarmos, caracterizarmos e analisarmos os temas, objetivos, metodologias e resultados discutidos nessas produções com o intuito de cunharmos as principais contribuições advindas deste campo de pesquisa que podem migrar para área da aprendizagem.

**Quadro 22** - Autor (a), o título da tese, ano, nível acadêmico e IES

Nº	Autor	Título	Ano	Doutorado	IES
01	Sales, Tamara Regina Reis	Educação, Discalculia e Neurociência: um estudo de caso em Sergipe	2017	Educação	Universidade Tiradentes
02	Amaral, Jonathan Henriques do	“A Educação no ‘século do cérebro’: uma análise de interlocuções entre neurociências e a Educação a partir dos estudos da ciência”	2016	Educação	UFRGS
03	Miranda, Lyana Virginia Thediga de	Saberes de ação, interação e comunicação: metodologia ativa e resolução colaborativa de problemas com crianças na escola	2016	Educação	UFSC
04	Costa, Sandra Regina Dias da	Diálogo entre neurociências e a perspectiva histórico-cultural: as funções executivas na educação infantil	2015	Educação	Unicamp
05	Benício, Miliane Nogueira Magalhães	A construção da escrita na alfabetização de jovens e adultos	2015	Educação	UnB
06	Mourão, Ireuda da Costa	Ensino de didática na licenciatura em química no Brasil	2015	Educação	UFAM
07	Tormin, Malba Cunha	Dubabi Du: uma proposta de formação e intervenção musical na creche	2014	Educação	USP
08	Pontes, Letícia	A empatia no processo de ensinar e aprender um estudo com professores do curso de graduação em enfermagem de uma universidade pública	2013	Educação	UFMT
09	Furtado, Luis achilles Rodrigues	Sua majestade o autista: fascínio, intolerância e a exclusão no mundo contemporâneo	2011	Educação	UFCE
10	Zimmermann, Ana Cristina	Ensaio sobre o desenvolvimento humano: jogo e expressividade	2010	Educação	UFSC
11	Pistóia, Lenise Henz Caçula	Gregory Bateson e a educação: possíveis entrelaçamentos	2009	Educação	UFRGS
12	Ribas, Cristiane Gonçalves	Conhecimento e ação da fisioterapia na escola: contribuições para a formação de professores de alunos com paralisia cerebral	2018	Educação	PUC-PR
13	Cesar, Janete Schmidt de Camargo	Memória de Trabalho, estágio de desenvolvimento intelectual e desempenho de alunos de 5º ano na Prova Brasil	2018	Educação	UNICAMP

**Fonte:** Oliveira (2020)

No Quadro 22, sistematizamos as principais informações a respeito das treze pesquisas doutorais desenvolvidas em diferentes programas de pós-graduação de educação distribuídos em diferentes estados do Brasil. Ao observá-lo e refletirmos sobre as informações representadas, constatamos que essas produções se caracterizam por uma diversidade temática que perpassam por temas que vão desde a educação, neurociências, discalculia, resolução de problemas, funções executivas, construção da escrita, programas de intervenção, empatia na relação professor-aluno, memória de trabalho, inteligência, autismo, desenvolvimento humano, paralisia cerebral até a intervenção musical realizada com bebês em contextos de educação infantil.

A seguir, no Quadro 23, destacamos o quantitativo de produções por ano de defesa.

**Quadro 23** – Registros de teses desenvolvidas por ano de defesa (2007-2018).

<b>Nº</b>	<b>Ano</b>	<b>Nº de teses</b>
1	2018	2
2	2017	1
3	2016	2
4	2015	3
5	2014	1
6	2013	1
7	2012	0
8	2011	1
9	2010	1
10	2009	1
11	2008	0
12	2007	0
-	-	<b>13</b>

**Fonte:** Oliveira (2020)

A partir da análise do Quadro 23, tornou-se evidente que nos anos de 2007, 2008 e 2012 não foram identificadas pesquisas com vistas a relacionar educação e neurociências, surgindo esse interesse segundo informações catalogadas nos anos de 2009, 2010, 2011, 2013, 2014 e 2017. Nesses períodos, identificamos apenas um registro de pesquisa doutoral por ano. Contudo, em 2015, localizamos três registros de pesquisas doutorais desenvolvidas nessa interlocução. Ao passo que nos anos de 2016 e 2018, identificamos o registro de duas pesquisas doutorais em cada ano.

Ainda são poucos os trabalhos registrados com o objetivo de investigar as possíveis aproximações e entrelaçamentos existentes entre esses dois campos de investigação. Enfim, trouxemos esse quadro com o objetivo de demonstrar que muito vem se falando sobre as possibilidades de aplicação das neurociências no campo educacional, contudo, efetivamente ainda são poucos os estudos em nível de doutorado que visam estabelecer essas relações. Daí a importância, a meu ver, do incentivo de pesquisas exploratórias para conhecermos a área, haja vista que temos a sensação de que muito já se sabe acerca das neurociências, contudo, na prática e apoiada nos estudos registrados no banco de teses e dissertações da capes através da catalogação da produção científica em nível de Brasil (2007-2018), podemos afirmar seguramente que muito se fala sobre neurociências e suas implicações sobre a aprendizagem, e conseqüentemente, sobre o ensino, porém, ainda hoje, em plena ‘era do cérebro’ são escassas as pesquisas que buscam estabelecer essas aproximações e entrelaçamentos, principalmente, devido à dificuldade que se tem de intercambiar referenciais teóricos e metodológicos de ambas as áreas de modo inter e transdisciplinar.

O Quadro 24 a seguir apresenta as principais áreas de concentração encontradas no campo educacional.

**Quadro 24 – Principais Áreas de Concentração encontradas– Campo Educacional**

<b>Nº de teses</b>	<b>Áreas de Concentração</b>	<b>IES</b>
01	Pensamento Educacional Brasileiro e Formação de Professores	PUC-PR
02	Educação	UNICAMP
03	Educação	USP
04	Educação	UNIVERSIDADE TIRADENTES
05	Zimmermann (2010)– SI	UFSC
06	Educação	UFMT
07	Pistóia (2009) – SI	UFRGS
08	Escola e Educação Inclusiva	UFCE
09	Educação em Ciências e Matemática	UFMT-UFPA-UEA-UFA
10	Psicologia Educacional	UNICAMP
11	Educação	UFA
12	Educação	UFSC
13	Educação	UFRGS

**Fonte:** Oliveira (2020)

As áreas de concentração identificadas nas pesquisas desenvolvidas em programas de pós-graduação em Educação foram às seguintes: 1) Pensamento Educacional Brasileiro e Formação de Professores; 2) Educação; 3) Escola e Educação Inclusiva; 4) Educação em Ciências e Matemática; 5) Psicologia Educacional. Encontramos duas pesquisas sem esse tipo de informação em seu bojo. Os estudos desenvolvidos na área de concentração denominada 'Educação' advêm da Unicamp, USP, Universidade Tiradentes, Universidade Federal do Mato Grosso, Universidade Federal do Amazonas, Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A seguir, no Quadro 25, apresentaremos as linhas de pesquisas em que esses estudos foram desenvolvidos:

**Quadro 25** - Linhas de Pesquisa encontradas – Campo Educacional

<b>Nº de teses</b>	<b>Linhas de Pesquisas</b>	<b>IES</b>
01	Teoria e Prática Pedagógica na Formação de Professores	PUC-PR
02	Psicologia e Educação	UNICAMP
03	Psicologia e Educação	USP
04	Educação e formação de Professores	UNIVERSIDADE TIRADENTES
05	Zimmermann (2010)	UFSC
06	Culturas Escolares e Linguagens	UFMT
07	Pistóia (2009)	UFRGS
08	Furtado (2011)	UFCE
09	Bandeira (2015)	UFMT-UFPA-UEA-UFA
10	Cesar (2018)	UNICAMP
11	Formação e Práxis do Educador Frente aos desafios Amazônicos	UFA
12	Educação e Comunicação	UFSC
13	Cultura, currículo e sociedade	UFRGS

**Fonte:** Oliveira (2020)

O Quadro 25 que diz respeito às linhas de pesquisas nos quais os estudos doutorais encontram-se vinculadas, a saber: Teoria e Prática Pedagógica na Formação de Professores, Psicologia da Educação, Educação e Formação de Professores, Culturas Escolares e Linguagens, Formação e Práxis do Educador Frente aos Desafios Amazônico, Educação e Comunicação e Cultura, currículo e

sociedade. Cinco estudos não disponibilizaram este tipo de informação em suas pesquisas.

A seguir, no Quadro 26, apresentamos as pesquisas doutorais ligadas a Projetos de Pesquisas durante seu processo de desenvolvimento:

**Quadro 26** – Pesquisas doutorais ligadas a projetos de pesquisas.

<b>Nº</b>	<b>Autor (a)</b>	<b>Título</b>	<b>Projeto de Pesquisa</b>	<b>Ano</b>	<b>Pós-Graduação</b>	<b>IES</b>
<b>01</b>	Miranda, Lyana Virginia Thediga de	Saberes de ação, interação e comunicação: metodologia ativa e resolução colaborativa de problemas com crianças na escola	Competências midiáticas em cenários brasileiros e euroamericanos	2016	Educação	UFSC
<b>02</b>	Mourão, Ireuda da Costa	Ensino de didática na licenciatura em química no Brasil	Os processos cognitivos da didática das ciências: fundamentos e métodos a uma difática cognitiva	2015	Educação	UFAM
<b>03</b>	Sales, Tamara Regina Reis	Educação, Discalculia e Neurociência: um estudo de caso em Sergipe	Projeto integrado de pesquisa e extensão-formação, métodos e práticas pedagógicas	2017	Educação	Universidade de Tiradentes
<b>04</b>	Ribas, Cristiane Gonçalves	Conhecimento e ação da fisioterapia na escola: contribuições para a formação de professores de alunos com paralisia cerebral	Aprendizagem e conhecimento na formação continuada	2018	Educação	PUC-PR
<b>05</b>	Amaral, Jonathan Henriques do	“A Educação no ‘século do cérebro’: análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos estudos da ciência”	Educação, saúde e ciências. As políticas da própria vida e a emergência do cidadão biológico: processos contemporâneos de produção dos corpos	2016	Educação	UFRGS

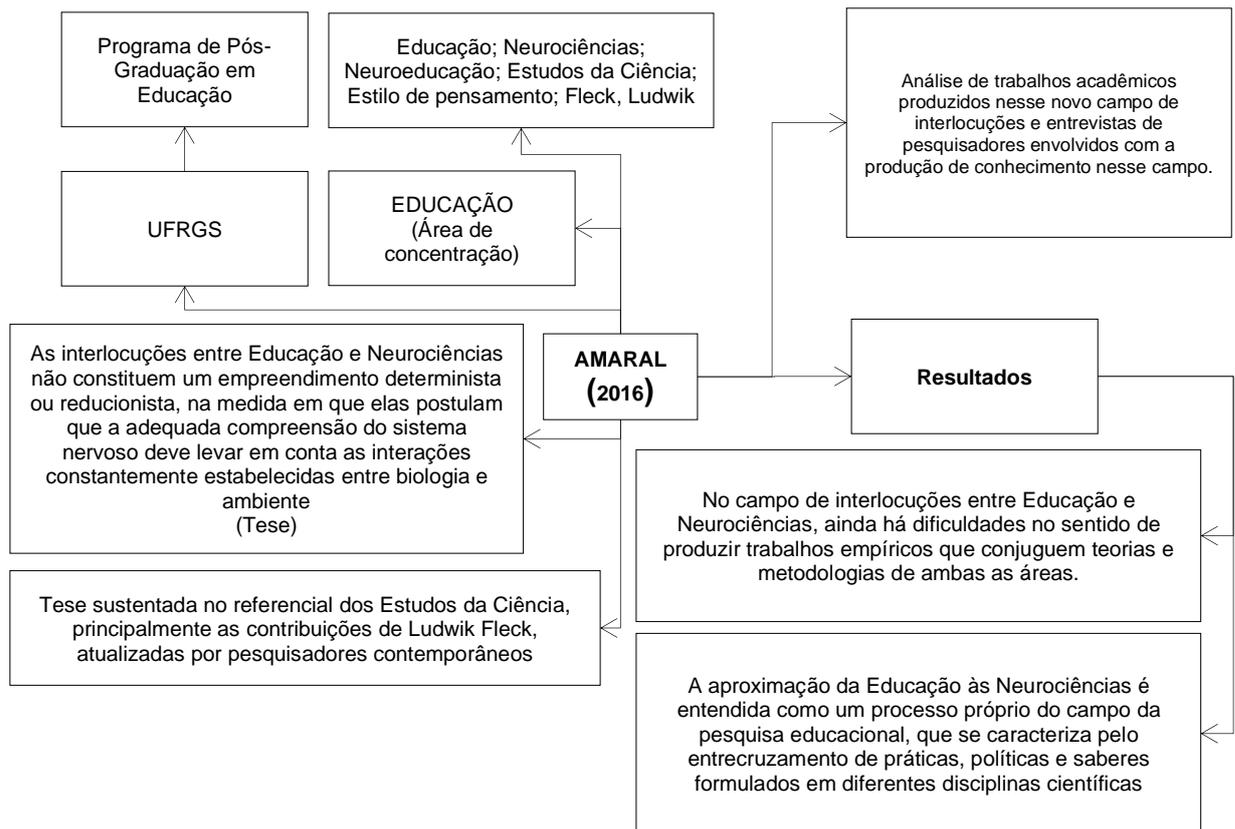
**Fonte:** Oliveira (2020)

Das treze pesquisas doutorais desenvolvidas no Brasil durante o período de 2007-2018 na interlocução neurociências e educação, cinco estavam ligadas a projetos de pesquisas ao longo de seu desenvolvimento.

### **3.2 Principais temas, objetivos, metodologias e resultados encontrados nas pesquisas doutorais que buscaram aproximações e entrelaçamentos entre as Neurociências e a Educação (2007-2018)**

A seguir apresentaremos os temas, objetivos, metodologias e resultados que emergiram dos estudos e análises feita a partir das produções acadêmicas por nos investigadas dentro dos limites da presente pesquisa de doutoramento. Essa análise foi feita a partir das onze pesquisas doutorais identificadas e catalogadas na primeira consulta (fevereiro de 2018) mais as duas pesquisas doutorais localizadas na segunda pesquisa (fevereiro de 2019) junto ao banco de teses e dissertações da capes. Portanto, nosso objeto de análise daqui para frente recai sobre os treze estudos doutorais localizados dentro do período de 2007-2018 que buscaram aproximações e entrelaçamentos entre as Neurociências e a Educação dentro do contexto brasileiro.

Ao nos debruçarmos sobre esses treze estudos especificamente buscávamos identificar se as perspectivas teóricas de Bear, Connors & Paradiso (2017); Kandel *et al* (2014) e Lente (2010) se faziam presente nessas pesquisas enquanto fundamentação teórica-epistemológica. Bem como procuramos evidenciar como essa área vem se delineando na atualidade no Brasil. Para tanto, analisamos a pesquisa doutoral de Amaral (2016) o qual desenvolveu a pesquisa intitulada “A educação no século do cérebro: Análise de interlocções entre neurociências e educação a partir dos estudos da ciência”. Nesta pesquisa, o referido autor discorre sobre a constituição desse novo campo de investigação e os estilos de pensamentos que emergem desta interlocção. Para viabilizar o desenvolvimento deste estudo, identificou e analisou 93 produções acadêmicas, sendo 91 artigos, 01 pesquisa de doutorado e 01 dissertação de mestrado. Para o mesmo, educação e neurociências, não se configuram como um projeto determinista na medida em que os estudos produzidos nessas áreas devem levar em conta tanto as dimensões biológicas quanto as dimensões sociais envolvidas no processo de aprendizagem humana (Ver Esquema 01):

**Esquema 01 – Pesquisa Doutoral de Amaral (2016)**

**Fonte:** Oliveira (2020) a partir Amaral (2016)

Os resultados da pesquisa doutoral desenvolvida por Amaral (2016) demonstram que na atualidade ainda existem dificuldades para a produção de estudos empíricos que conjuguem teorias e metodologias tanto das neurociências quanto da educação, bem como defende que a aproximação da Educação às Neurociências é um movimento próprio do campo da pesquisa educacional, que se caracteriza pelo hibridismo de práticas, políticas e saberes formulados em diferentes disciplinas científicas. Segundo o referido autor, a aproximação entre a Educação e as Neurociências não constituem um empreendimento determinista ou reducionista, na medida em que se compreende o sistema nervoso como resultado de um longo processo de desenvolvimento que leva em consideração as constantes interações estabelecidas entre o biológico e o social.

Miranda (2016), por exemplo, articulou saberes de ação, interação e comunicação a metodologia ativa e resolução colaborativa de problemas com crianças na escola, com a finalidade de investigar se as metodologias ativas podem qualificar e mobilizar competências comunicativas entre crianças de duas turmas do 6º ano de duas escolas públicas de Santa Catarina a partir da RCP. Para tanto, apoiou-se na

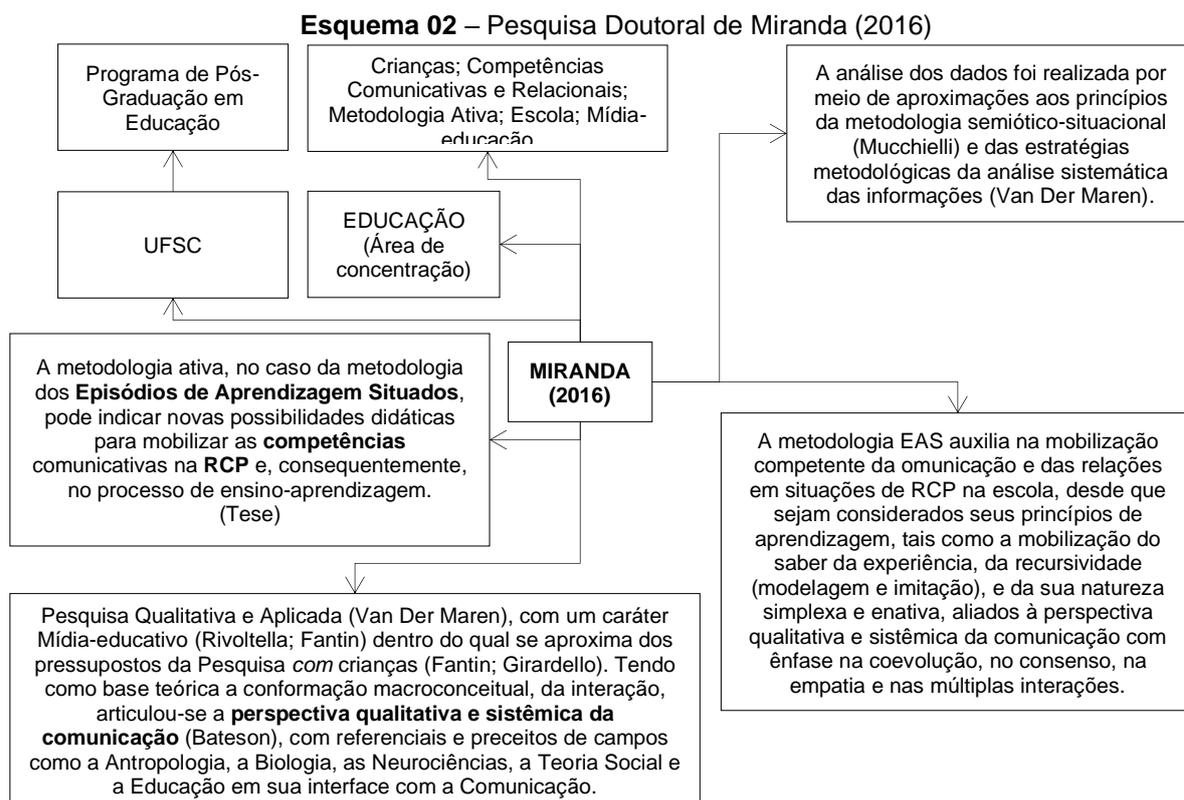
pesquisa qualitativa e sistêmica da comunicação, entrelaçando fundamentos da pesquisa aplicada, das pesquisas que tratam de mídia-educativa e da pesquisa-ação. Sendo essa abordagem compreendida a partir do viés pedagógico e didático, ligados a aspectos oriundos da antropologia (HYMES, 1995; HABERMAS, 2012) biologia (BERTHOZ, 2009) e das ciências sociais (BATESON, 1977; 1991; RUESCH & BATESON, 1951) vinculados a aspectos emocionais, tendo como ponto de encontro à educação e sua interface com a comunicação.

A presente pesquisa respaldou-se no âmbito da comunicação em Gregory Bateson (1977; 1991), Martin-Barbero (2014; 2004; 2000), Pinto (2005), Rivoltella (2012; 2005), Fantin (2006; 2011a, 2011b, 2012), Gee (2007; 2009), Lankshear e Knobel (2011a; 2011b). No âmbito da relação educação-comunicação a mesma recorreu a Buckingham (2008; 2010), Rivoltella (2009; 2012; 2013; 2014a), Gee (2007; 2009); Lankshear e Knobel (2013; 2011), Jenkins (2009). No que se refere às relações mídias e tecnologias com crianças a mesma fundamentou-se em Fantin (2011; 2012; 2014a), Girardello (2014), Cavalcante (2014), Bujokas e Rothberg (2014), Pereira (2014), Girardello e Orofino (2012), Fantin e Girardello (2014) e Belloni (2012). Quanto às técnicas e instrumentos utilizados para a compilação dos dados pela pesquisadora podemos citar a observação participante, intervenção didático-pedagógica e os grupos focais.

A referida autora, também recorreu aos conceitos betesoniano de sistema, contexto, mente ecológica e padrões comunicativos para melhor apresentar suas ideias acerca da temática trabalhada na tese. Além disso, podemos ressaltar as concepções do neurofisiologista francês Alain Berthoz (2009) acerca das bases neurais da resolução de problemas complexos pelo cérebro, pois, para Berthoz os cérebros dos seres vivos desenvolvem estratégias adaptativas, dinâmicas e complementares para lidar de forma rápida e criativa com situações complexas sem simplificá-las. Ao tratar deste assunto a autora apresenta alguns mecanismos próprios da simplicidade, como por exemplo, separação de funções e modularidade, rapidez, confiança, flexibilidade e adaptação a mudança, memória e generalização. Assim como as características da simplicidade postulada por Berthoz (2009), ou seja, a Inibição e o princípio da recusa, o princípio da especialização e da ação, princípio da antecipação e previsão, princípio do desvio, princípio da cooperação e da redundância e o princípio do significado.

Quanto aos principais temas abordados nesta pesquisa destacam-se: a resolução colaborativa de problemas (RCP), episódios de aprendizagens situados (EAS), interação comunicativa, competências comunicativas, competência digital e midiática, mediação, crianças, escola e as concepções de desvio mental e percepção-ação desenvolvida por Alain berthoz (2009). Sendo que a noção de desvio vem da possibilidade de resolvermos problemas de forma imprevista e contrastante (Miranda, 2016).

Ver Esquema 02 a seguir para uma visão geral do que foi tratado nesta pesquisa de doutoramento.



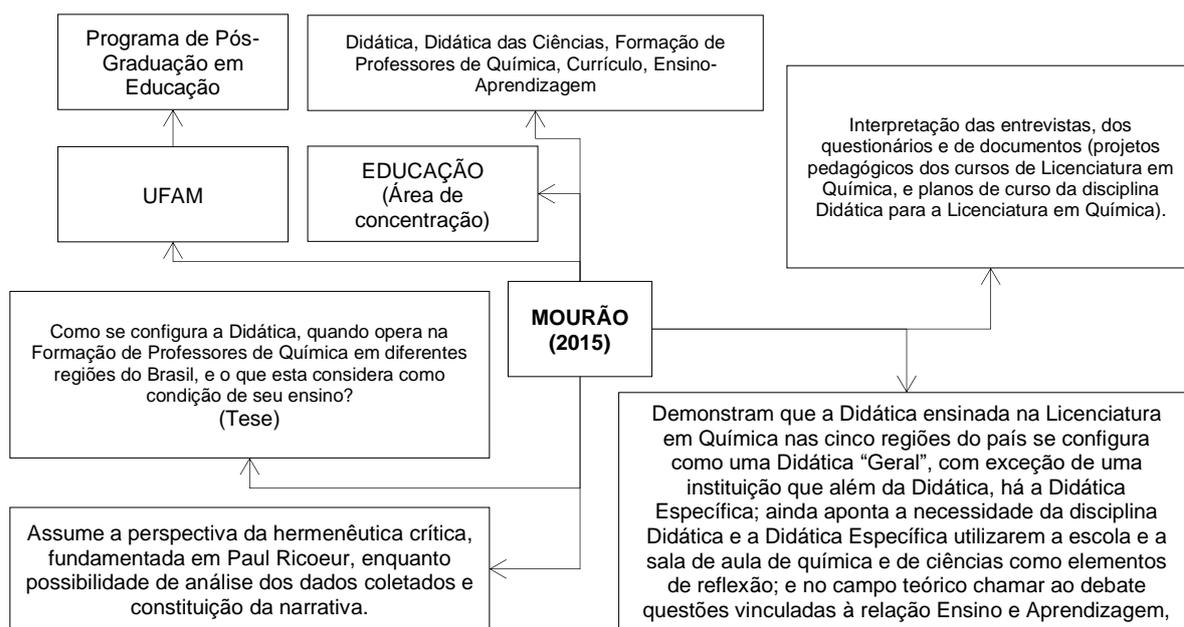
**Fonte:** Oliveira (2020) a partir Miranda (2016)

A autora desenvolveu um roteiro de observação- participante para registrar as informações e observações oriundas das interações potencializadoras de competências comunicativas estabelecidas entre os alunos sujeitos da pesquisa. Os conceitos tratlhados nos grupos se referiam basicamente a conceitos de mídias e tecnologias digitais sempre buscando relacionar situações práticas asituações reflexivas. Quanto aos grupos focais, pode-se dizer que Miranda (2016) trabalhou com dois grupos focais distintos, um realizado com os alunos da Escola Básica Vitor Miguel

e o outro com os alunos do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina, sendo válido destacar que tanto professores quanto pesquisadores participaram dos momentos de interação e mediação. Os dados foram analisados por meio de aproximações aos princípios da metodologia semiótica-situacional e das estratégias metodológicas da análise sistemática das informações. Miranda (2016) reflete também sobre o papel ativo e dinâmico do aluno dentro do processo ensino-aprendizagem, no qual o aluno é o principal ator dentro deste processualístico, e não só a figura que recebe os conteúdos de forma passiva. Ou seja, o aluno é construtor de conhecimentos e sentidos, não é meramente um destinatário o qual o professor endereça o conteúdo. Os resultados desta pesquisa sugerem que a metodologia EAS possibilita as comunicações e as relações em situações de Resolução Colaborativa de Problemas (RCP).

A seguir apresentamos as principais informações catalogadas a partir do estudo da pesquisa doutoral de Mourão (2015) (Ver Esquema 03).

**Esquema 03 – Pesquisa Doutoral de Mourão (2015)**

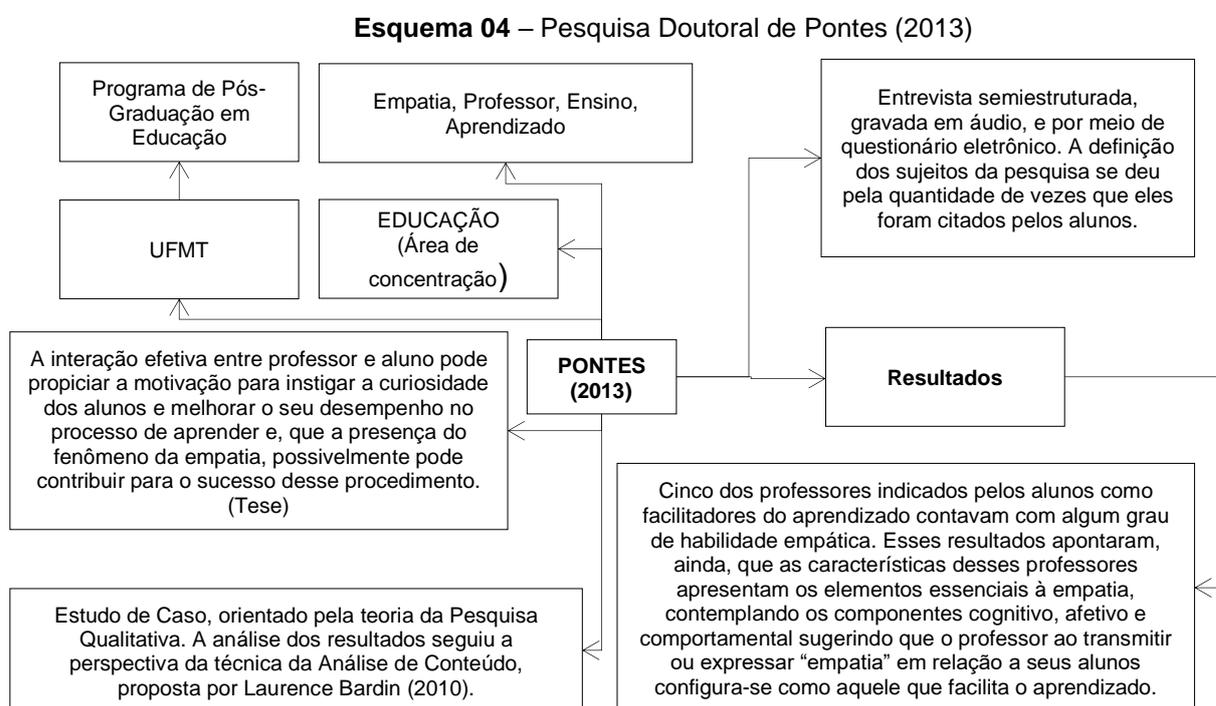


**Fonte:** Oliveira (2020) a partir Mourão (2015)

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa assumindo postulados da hermenêutica em busca de responder ao seguinte questionamento: Como se configura a Didática, quando opera na Formação de Professores de Química em diferentes regiões do Brasil, e o que esta considera como condição de seu ensino?

Para responder essa questão de pesquisa foram realizadas entrevistas, aplicados questionários e analisados documentos (projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Química, e planos de curso da disciplina Didática para a Licenciatura em Química). Os resultados demonstraram que a química ensinada nas cinco regiões do Brasil se configura como uma didática geral. No campo teórico o estudo indicou que há a necessidade de debater questões relacionadas ao ensino, aprendizagem, processos cognitivos e Neurociências.

Dentre as pesquisas doutorais desenvolvidas nesta interlocução, identificamos e catalogamos a pesquisa de Pontes (2013) que buscou compreender a empatia enquanto suporte para as relações estabelecidas entre professor-aluno. Para tanto, adotou abordagem qualitativa com estudo de caso e análise de conteúdo proposta por Bardin (2010) (Ver esquema 04).

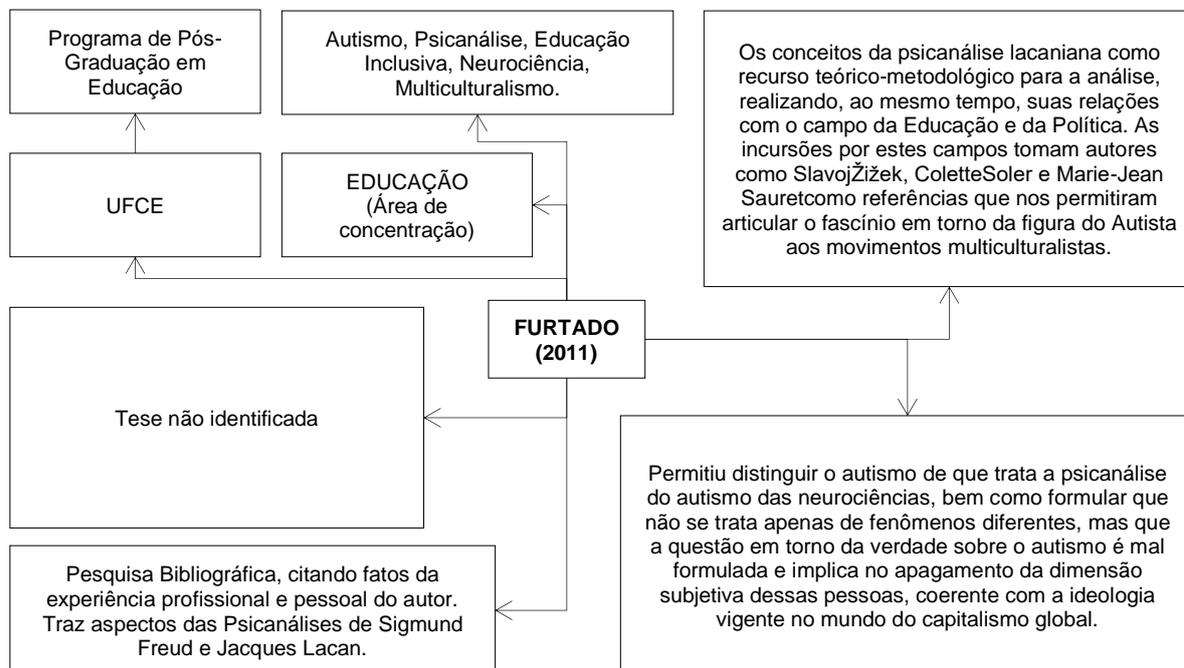


**Fonte:** Oliveira (2020) a partir Pontes (2013)

Os instrumentos utilizados por Pontes (2013) foram entrevista semi-estruturada e questionário eletrônico. Os resultados desta pesquisa demonstraram que professores empáticos contemplam os componentes cognitivos, afetivos e comportamentais de seus alunos, bem como supõe a necessidade de aprimoramento de habilidades empáticas por parte do professor para que a aprendizagem ocorra.

Furtado (2011), desenvolveu um estudo com a finalidade de investigar o sentido do fascínio pelo autismo nas suas determinações fantásticas e ideológicas. Esta pesquisa configura-se como um estudo bibliográfico. Seus achados sugerem que existem diferenças entre as concepções de autismo para a Psicanálise e para a Neurociência (Ver esquema 05).

**Esquema 05 – Pesquisa Doutoral de Furtado (2011)**



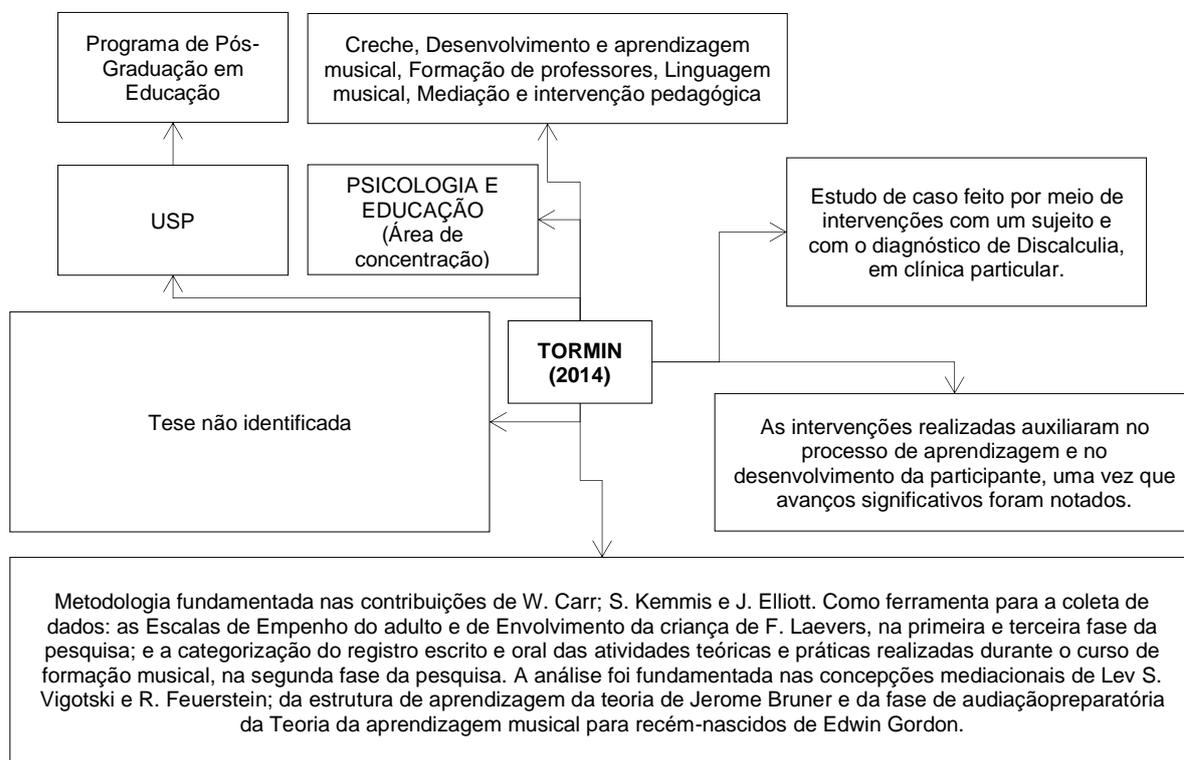
**Fonte:** Oliveira (2020) a partir Furtado (2011)

Tormin (2014) desenvolveu na interface da Psicologia, Educação e Música, com a finalidade de investigar como as professoras de creche utilizam a linguagem musical junto a bebês regularmente matriculados em um Centro de Educação Infantil da cidade de São Paulo, bem como procurou saber se essas ações geravam aprendizado e desenvolvimento musical infantil. A presente pesquisa desenvolveu-se em três fases, a primeira e terceira fases foram realizadas no centro de educação infantil e a segunda fase na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Os sujeitos da pesquisa foram distribuídos como se segue: na primeira fase, participaram 16 bebês e 04 professoras, na segunda fase, professoras de educação infantil, na terceira fase, 09 crianças e 05 professoras.

A abordagem utilizada nesta pesquisa foi qualitativa, o tipo de pesquisa desenvolvido foi à pesquisa-ação. Os instrumentos utilizados foram escalas de desempenho e de envolvimento. As análises foram respaldadas em Vygotsky,

Feuerstein, Bruner e Gordon, além das contribuições de estudos das áreas da Psicologia Cognitiva Musical e Neurociências (Ver esquema 06).

**Esquema 06 – Pesquisa Doutoral de Tormin (2014)**

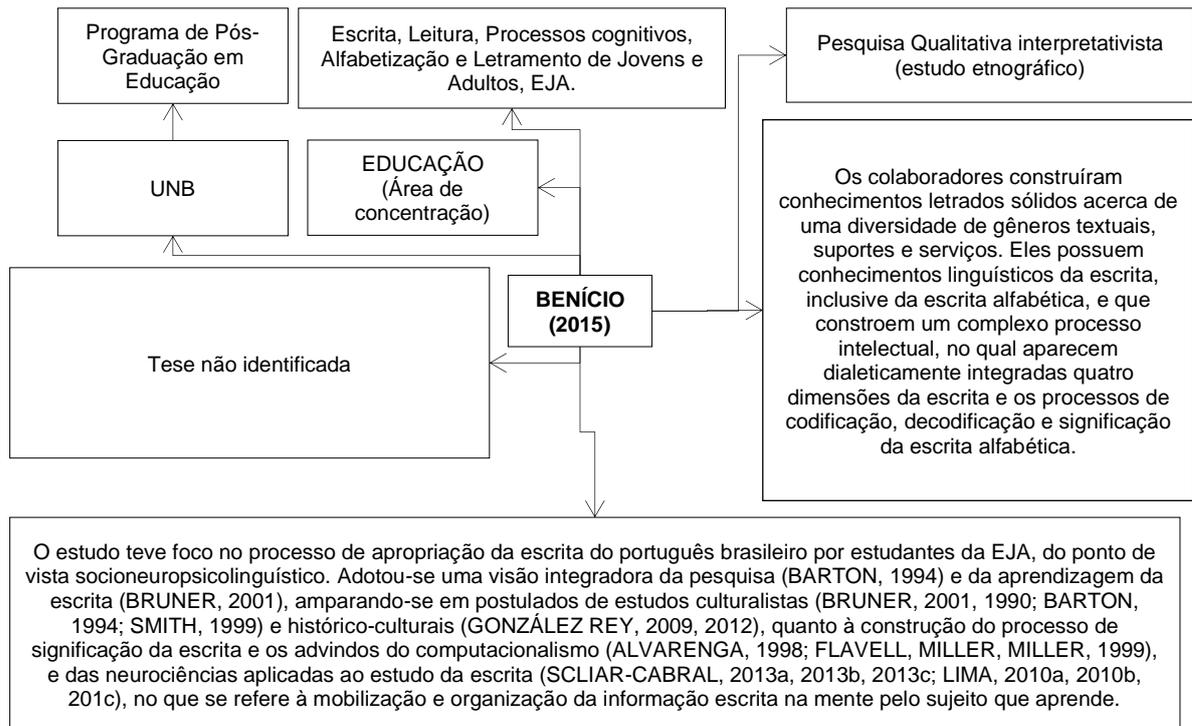


Fonte: Oliveira (2020) a partir Tormin (2014)

Os resultados encontrados por Tormin (2014) indicaram que é possível proporcionar desenvolvimento musical em creches públicas. Para tanto, a referida autora sugere que sejam realizados investimentos na formação musical de professores dentro de uma perspectiva de contexto.

Benicio (2015) desenvolveu um estudo com o objetivo de analisar o processo de apropriação da escrita, buscando identificar e descrever dois aspectos: 1) que conhecimentos letrados e linguísticos da escrita em português jovens e adultos trazem para escola; 2) que estratégias são construídas pelo educando que aprende a escrever. A abordagem utilizada foi à qualitativa de cunho etnográfico.

Os resultados indicaram que os jovens construíram conhecimentos sobre uma variedade de gênero textual (Ver esquema 07).

**Esquema 07 – Pesquisa Doutoral de Benício (2015)**

**Fonte:** Oliveira (2020) a partir Benício (2015)

A pesquisa doutoral desenvolvida por Pistóia (2009) cujo título “Gregory Bateson e a Educação: possíveis entrelaçamentos” teve como finalidade principal apresentar e discutir as reflexões acerca dos nexos ente educação como área de conhecimento e a epistemologia desenvolvida por Gregory Bateson conhecida como ecologia da mente. Discuti em seu bojo o processo de religação dos saberes dente eles os envolvidos na aprendizagem, comunicação humana, estudos da mente, neurociências e ciências cognitivas. A autora, refletiu sobre o pensamento sistêmico imbricado na tríade contexto-processo-relações nos quais os seres vivos se envolvem constantemente em um processo dinâmico. Enquanto resultado, essa pesquisa sugere que profissionais do campo educacional devem se engajar em diálogos com profissionais de outras áreas do conhecimento científico para ampliar suas perspectivas acerca do objeto investigados.

Ou seja, Pistóia (2009), segundo as concepções de Gregory Bateson sinaliza a possibilidade de construirmos uma escola respaldada em pressupostos teóricos que indicam a valorização das relações estabelecidas entre professores e alunos, proporcionando relações permeadas de afetividade capazes de quebrar rotinas

padronizadas. Cabendo ao professor apresentar as múltiplas possibilidades do ser humano, levando-se em consideração que os seres vivos aprendem.

Ana Cristina Zimmermann (2010) desenvolveu o estudo denominado “Ensaio sobre o movimento humano: jogo e expressividade”, no qual a referida autora recorre aos gestos artísticos e esportivos, para refletir como nos construímos no mundo e nas interações sociais estabelecidas com o mundo que nos cerca. A autora fundamenta a presente pesquisa nas concepções fenomenológicas de Merleau-Ponty.

Sales (2017) desenvolveu a pesquisa intitulada “Educação, discalculia e neurociência: um estudo de caso em Sergipe” com a finalidade de compreender como a Neurociência Educacional pode contribuir no atendimento de pessoas com discalculia. Bem como questionou-se como são realizadas as identificações e os diagnósticos desses casos no Estado de Sergipe? Esta pesquisa se caracteriza por ser um estudo de caso feito por meio de intervenções com um sujeito com o diagnóstico de Discalculia. As intervenções realizadas auxiliaram no processo de aprendizagem e no desenvolvimento da participante, uma vez que avanços significativos foram notados.

Costa (2015) desenvolveu a pesquisa de doutoramento intitulada “Diálogo entre Neurociências e a perspectiva histórico-cultural: as funções executivas na educação infantil”. A presente pesquisa investigou o desenvolvimento do controle inibitório e do autocontrole, a partir do olhar para a prática pedagógica cotidiana da Educação Infantil, sob a perspectiva histórico-cultural. Buscou-se, com isso, fundamentos para se reconhecer indícios do desenvolvimento do controle inibitório e do autocontrole, a partir de sua relação com outras funções mentais superiores, especialmente a atenção focada e a linguagem. Realizou-se revisão bibliográfica. Estudo empírico orientado pela abordagem histórico-cultural: abordagem qualitativa, de caráter descritivo-participativo, adotando como metodologia a análise de processos interativos ocorridos no cotidiano da sala de aula; seguindo os pressupostos da Psicologia histórico-cultural, elegeu-se a videografia e a observação participante como instrumentos para coleta das informações. Para análise recorreu-se às estratégias metodológicas propostas pelo programa Tools - uso de mediadores, linguagem, atividade compartilhada e brincadeira. Sugeriram indícios do desenvolvimento do controle inibitório e do autocontrole, contudo, nem sempre decorrentes da utilização de estratégias mais adequadas no sentido de promovê-la. Evidenciaram um fazer pedagógico com o objetivo principal de proporcionar algumas noções e conteúdos

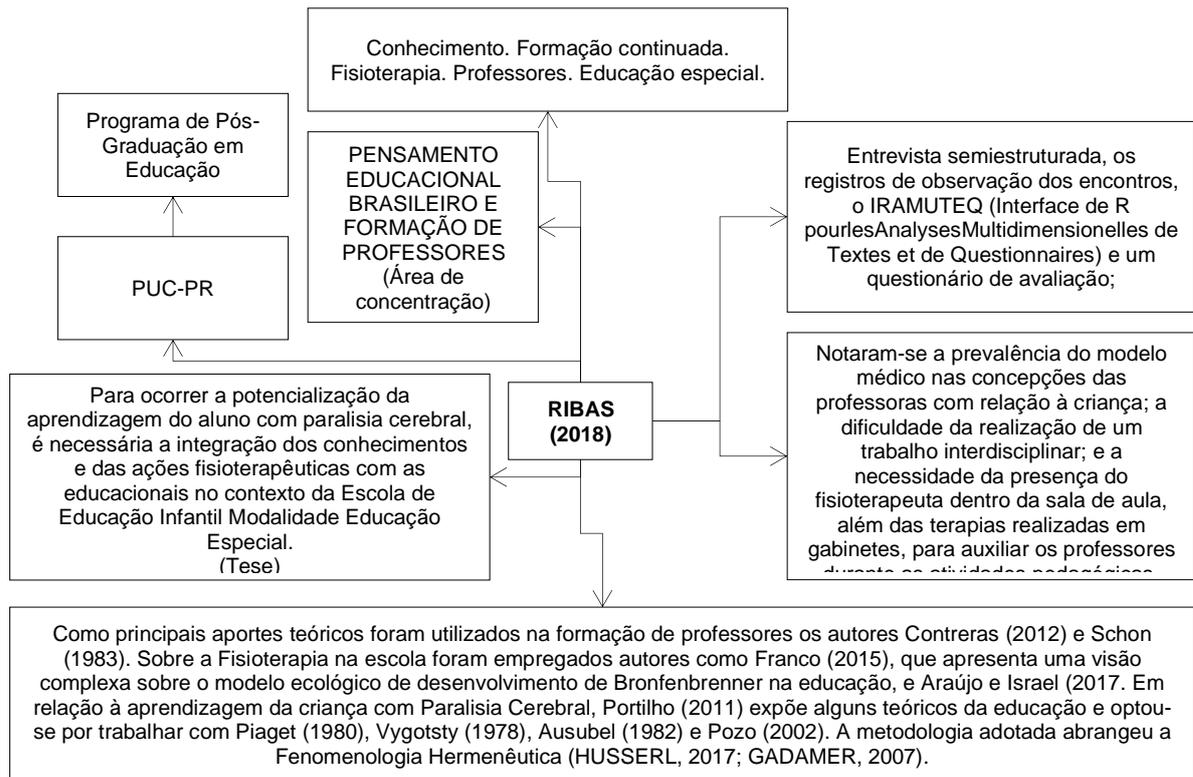
enfocando muito mais o resultado do que o processo. Reconheceram-se, ainda, problemas cruciais do campo educacional a serem revisitados, refletidos, reformulados.

Conforme dito anteriormente, após a primeira pesquisa realizada em fevereiro de 2018, realizamos a segunda em fevereiro de 2019 com o objetivo de averiguarmos se durante o ano de 2018 haviam sido cadastradas novas pesquisas na interlocução neurociências e educação. Frente a essa realidade, localizamos duas pesquisas cadastradas em 2018. Ou seja, as teses das doutoras Cristiane Gonçalves Ribas e Janete Schmidt de Camargo Cesar.

Sendo que o estudo desenvolvido por Ribas (2018) buscou aplicar os conhecimentos de ação da fisioterapia aos fundamentos de um programa de formação continuada para professores que atuam na educação infantil modalidade especial com alunos que tem paralisia cerebral (PC), bem como buscou refletir acerca da importância do fisioterapeuta em uma equipe multidisciplinar, assim como discorreu sobre a importância da formação continuada de professores que atuam em escolas especiais, sobretudo da relevância das formações continuadas para aqueles professores que tem alunos com paralisia cerebral e que por conta desta deficiência apresentam limitações posturais que geralmente dificulta o processo de interação deste aluno com os meios físico e social que os cercam.

Pois, segundo a autora, professores podem ser formados através de cursos de formações continuadas para lidar com essa clientela da melhor forma possível, inclusive auxiliando pais e professores em atividades que podem ser realizadas por essas crianças tanto dentro do contexto de educação formal quanto da informal. A tese defendida dentro desta pesquisa perpassa pela afirmação de que os conhecimentos e as ações da fisioterapia podem contribuir para melhorar as intervenções de professores de alunos com paralisia cerebral, promovendo assim a aprendizagem deste aluno.

A abordagem de pesquisa utilizada foi qualitativa com técnicas respaldadas na fenomenologia e na hermenêutica. Para coleta de dados a referida autora recorreu à entrevista semi-estruturada, sessões de observações e aplicação de questionários de avaliação. Os principais resultados encontrados foram a identificação da prevalência do modelo médico nas concepções das professoras com relação às crianças (Ver esquema 08).

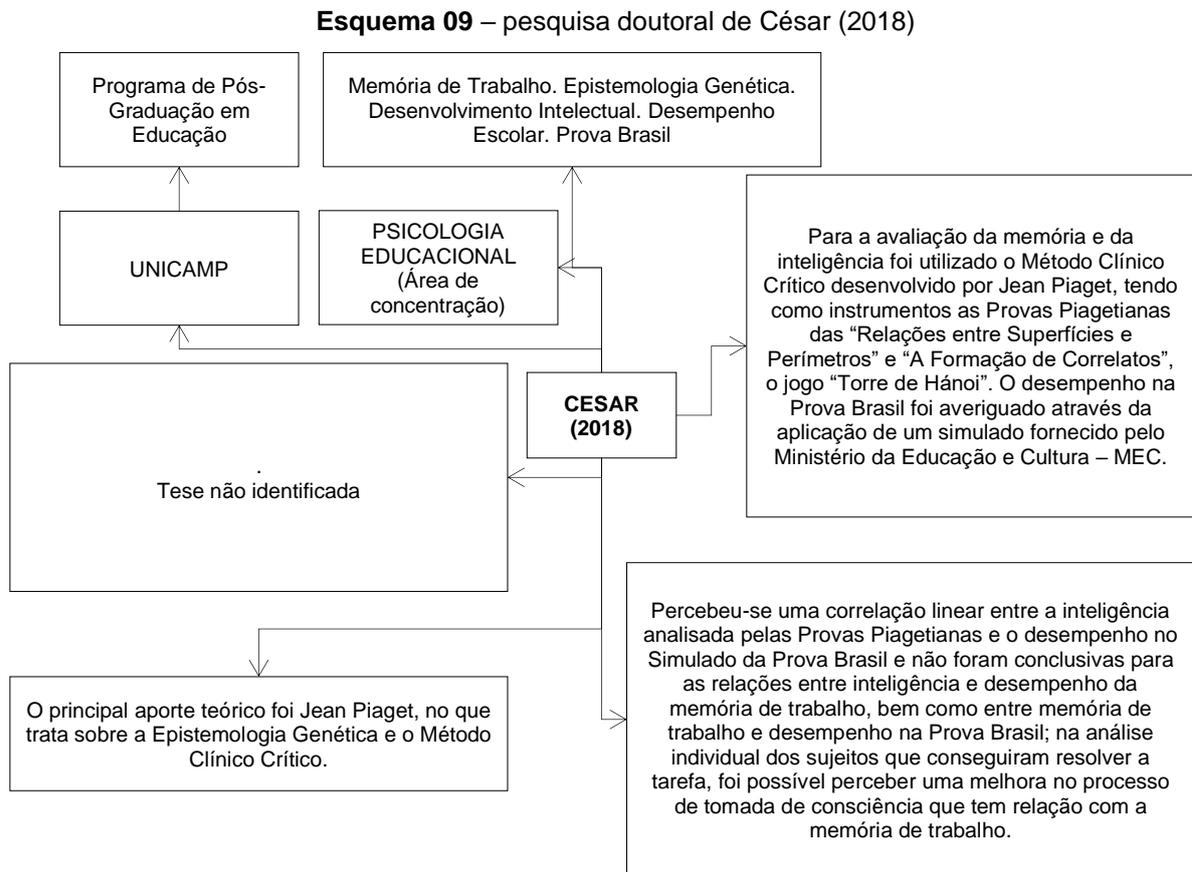
**Esquema 08 – Pesquisa Douroral de Ribas (2018)**

**Fonte:** Oliveira (2020) a partir Ribas (2018)

Cesar (2018), desenvolveu uma pesquisa com a finalidade de investigar a existência da correlação entre memória de trabalho e inteligência no desempenho das crianças do 5º ano do ensino fundamental na Prova Brasil. Para avaliar a memória de trabalho a autora recorreu ao método clínico desenvolvido por Jean Piaget e aos estudos das neurociências. Para a avaliação da memória e da inteligência foi utilizado o Método Clínico Crítico desenvolvido por Jean Piaget, cujas características permitem diagnosticar o estágio de evolução de determinados conceitos, tendo como instrumentos as Provas Piagetianas das “Relações entre Superfícies e Perímetros” e “A Formação de Correlatos”, o jogo “Torre de Hanoi”. O desempenho na Prova Brasil foi averiguado através da aplicação de um simulado fornecido pelo Ministério da Educação e Cultura – MEC.

Uma correlação linear positiva entre a inteligência analisada pelas Provas Piagetianas e o desempenho no Simulado da Prova Brasil não foram conclusivas para as relações entre inteligência e desempenho da memória de trabalho, bem como entre memória de trabalho e desempenho na Prova Brasil; na análise individual dos sujeitos que conseguiram resolver a tarefa, foi possível perceber uma melhora no processo de

tomada de consciência que tem relação com a memória de trabalho (Ver esquema 09).



**Fonte:** Oliveira (2019) a partir César (2018)

Os resultados encontrados trouxeram à luz a necessidade de se considerar o processo de construção da inteligência das crianças se quisermos mudar o panorama da educação brasileira, inclusive no que tange a formação dos professores.

Após ter identificado as pesquisas doutorais onde é possível verificar questões relacionadas à interlocução entre Educação e Neurociências, percebeu-se uma significativa presença do pensamento construtivista, mas para melhor elucidar o conteúdo dos estudos selecionados, o capítulo a seguir apresenta a análise dessas produções doutorais a partir do auxílio do aplicativo IRAMUTEC.

## 4

**ANÁLISE DOS *CORPUS* TEXTUAIS DOS TRABALHOS INVESTIGADOS A PARTIR DO APLICATIVO IRAMUTEQ**

O IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*) é um *software* de processamento de dados textuais gratuito. Foi criado em língua francesa, desenvolvido pelo Professor Pierre Ratinaud, do LERASS (Laboratório de Pesquisa da Universidade de Toulouse), está ancorado no ambiente estatístico do *software* R e na linguagem *python* e adaptado para o português em 2011/2013. Oferece um conjunto de tratamentos e ferramentas de análise estatística que apontam o posicionamento, a estruturação e as relações de palavras no texto, com o auxílio de imagens (LINS, 2018). Em outras palavras, o IRAMUTEQ propõe um conjunto de estatísticas e utilitários, que auxilia na descrição da análise do *corpus* textual e de matrizes de dados, ou seja, pode ser aplicado à análise de textos (*corpus* textual) e tabela de dados (matriz de dados).

A análise textual consiste em um tipo específico de análise de dados, especificamente, de material verbal transcrito, tais como: entrevistas, documentos, redações, textos jornalísticos etc. Ressalta-se o uso de *softwares* específicos de dados textuais tem crescido em estudos da área de Ciências Humanas e Sociais, principalmente, em estudos em que o *corpus* a ser analisado é bastante robusto (CHARTIER & MEUNIER, 2011; LAHLOU, 2012; NASCIMENTO & MENANDRO, 2006).

O IRAMUTEQ oferece formas de processamento de dados textuais, tais como: lexicografia básica (cálculo de frequência de palavras) e processamento multivariado (Classificação Hierárquica Descendente, Grafo de Similitude, Nuvem de Palavras) (LABART & SALEM, 1994; DOISE, CLEMENCE & LORENZI-CIOLDI, 1992). O processamento lexicográfico clássico identifica e reformata as unidades de texto, identifica a quantidade de palavras, frequência média e *hapax* (palavras com frequência um), pesquisa o vocabulário, reduzindo as palavras com base em suas raízes e identifica formas ativas e complementares.

Em Especificidades, os textos são associados a variáveis, o que possibilita a análise da produção textual em função das variáveis de caracterização. Oferece um

modelo de análise de contrastes das modalidades das variáveis, bem como a apresentação destas em um plano fatorial.

No processamento da Classificação Hierárquica Descendente (CHD), os segmentos de texto (excertos de texto, em geral, até três linhas, dimensionadas pelo próprio *software* em função do tamanho do *corpus*) são classificados em função dos seus respectivos vocabulários. O conjunto deles é repartido em função da frequência das formas reduzidas. Este processamento apresenta classes de segmentos de texto que, ao mesmo tempo, apresentam vocabulário semelhante entre si, bem como vocabulário diferente dos segmentos de texto das outras classes (CAMARGO, 2005). A partir disso, o IRAMUTEQ organiza os dados em um dendograma da CHD, que ilustra as relações entre as classes, executa cálculos e fornece resultados que possibilitam a descrição de cada uma das classes pelo pesquisador.

A partir da CHD, é possível outra forma de apresentação dos resultados, por meio de uma Análise Fatorial de Correspondência (AFC), onde é possível visualizar as palavras, em classe, distribuídas em um plano cartesiano e verificar a associação entre as palavras do texto nas classes. Separadamente, pode-se processar os dados a partir da AFC específica, a partir da qual é possível fazer uma análise fatorial, retomando frequências e valores de correlação  $Qui^2$  de cada palavra do *corpus* textual. Os dados são apresentados em tabela e plano fatorial. A diferença entre a AFC processada na CHD e esta é que naquela, as palavras são agrupadas por classe, ou seja, as palavras que se destacam em cada classe de conteúdo categorizada. E nesta, as palavras são expostas por grupos de uma variável selecionada (LINS, 2018).

No que diz respeito à Análise de Similitude, está se baseia na teoria dos grafos (MARCHAND & RATINAUD, 2012), e possibilita identificar as coocorrências entre as palavras e seu resultado aponta a conexão entre as palavras, auxiliando na identificação da estrutura discursiva. E por fim, tem-se a Nuvem de Palavras, que é o tipo de processamento mais simples, o qual agrupa as palavras e as organiza graficamente em função da sua frequência. Ao selecionar este processamento, é possível configurar tamanho, formato, número máximo de palavras, qual o tipo das palavras (ativas/complementares/ou as duas), o tamanho do texto e as cores.

#### 4.1 Procedimento de análise

A análise foi realizada a partir da utilização do *software* IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), que como mencionado anteriormente é uma ferramenta de auxílio no processo de codificação dos elementos contidos no *corpus* textual (MUTOMBO, 2013). A técnica da análise de conteúdo foi aplicada, com o objetivo inferir de maneira sistemática e descritiva sobre o conteúdo das mensagens (BARDIN, 2011), nessa pesquisa, o conteúdo de 13 teses selecionadas.

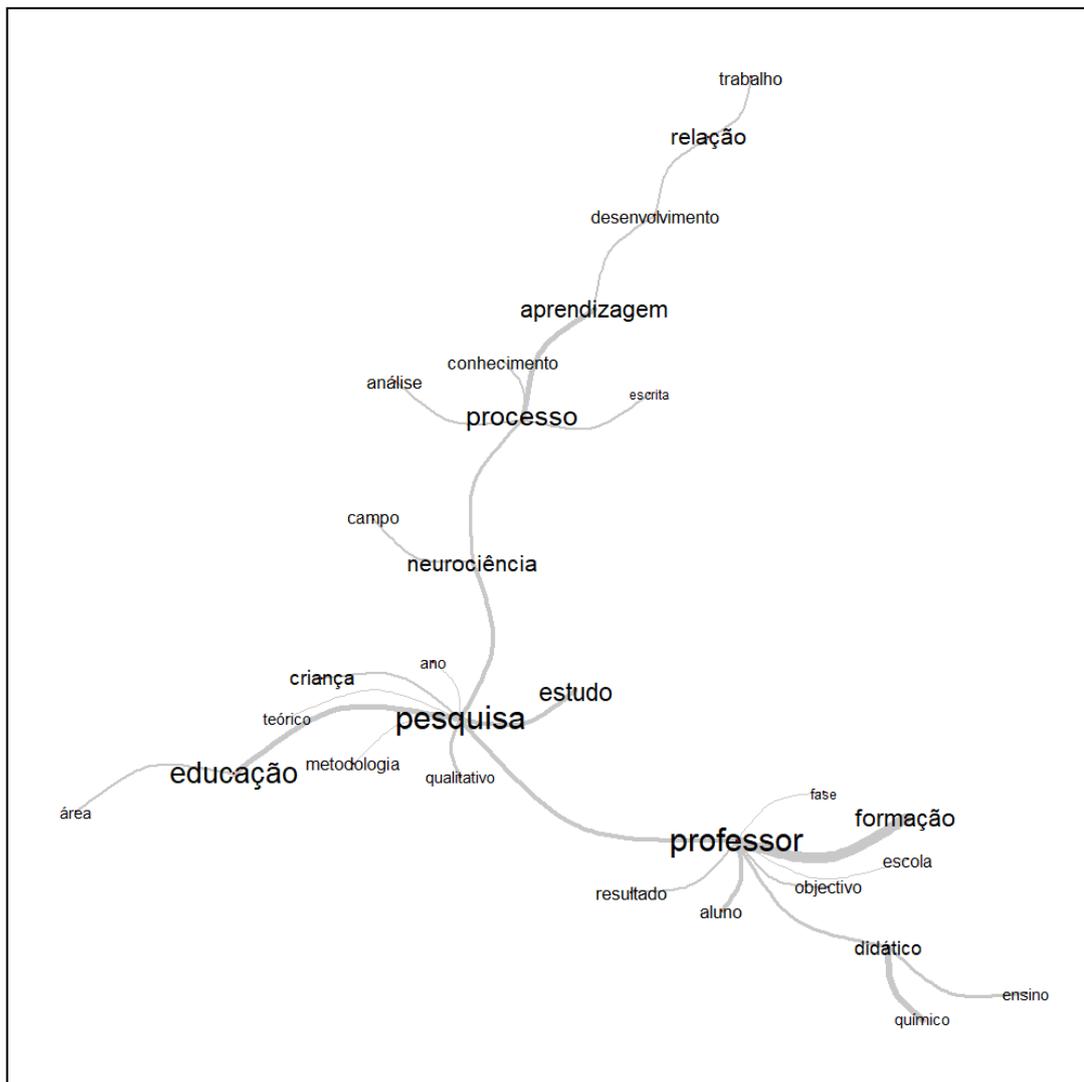
Os dados, então, foram estruturados em categorias semânticas emergentes do processamento de dados, através do Grafo de Similitude, em que é possível identificar as coocorrências entre as palavras (MARCHAND & RATINAUD, 2012) e Classificação Hierárquica Descendente (CHD), que oferece uma análise das raízes lexicais e dos contextos onde as classes se inserem com base no segmento de textos (ST) do *corpus* da pesquisa (CAMARGO & JUSTO, 2013).

#### 4.2 Sobre os resultados e as discussões

Os resultados serão apresentados a seguir, a partir de Grafos de Similitude, que contêm algumas ligações entre as palavras do *corpus* textual, no qual se pode inferir a estrutura do texto e temas importantes para discussão. E a CHD, que relaciona, a partir de um esquema hierárquico de classes, os ST e seus vocabulários; e, assim, inferir o conteúdo do *corpus*, nomear as classes e compreender o grupamento de ideias.

Sobre os Grafos de Similitude, destaco que a partir desse processamento, foi possível identificar as co-ocorrências entre as palavras, que indicam possíveis conexidades entre elas. A espessura dos troncos indica essas conexidades, favorecendo a identificação do conteúdo do *corpus* textual. Nesse sentido, sete palavras (Figura 45) se destacam no texto: professor, pesquisa, educação, processo, aprendizagem, relação, Neurociência, com frequência de 44, 37, 32, 26, 25, 20, 20, respectivamente. A partir delas, outras palavras se ramificam como: estudo, formação, conhecimento, desenvolvimento, campo, metodologia, qualitativo, com frequência de 24, 25, 15, 14, 13, 13, 11, respectivamente.

**Figura 25:** Processamento por Grafo de Similitude.



Fonte: Oliveira (2020)

A Figura 25 mostra que as palavras se agrupam em quatro eixos organizadores que se agrupam em torno de palavras centrais (professor, pesquisa, processo, aprendizagem). No extremo inferior direito do grafo, a palavra professor está fortemente ligada à palavra formação, pesquisa, didático. Nesse eixo organizador, observa-se que o professor aparece como foco das pesquisas, envolvendo sua relação com o aluno, o ensino da didática e a formação continuada de professores.

A relação com o aluno pressupõe o diálogo, requerendo também a interação pelo afeto, pois como já explicitado anteriormente com base em Kandel *et al* (2014), uma das capacidades fundamentais para a aprendizagem envolve a dimensão afetiva. Quando esta se faz presente no processo ensino e aprendizagem, maior é a

probabilidade de o aluno aprender, focar sua atenção, manter seu pensamento atendo aos assuntos abordados. Ao interagir com o aluno de modo empático e afetuoso o professor cria condições favoráveis para que a aprendizagem ocorra. Haja vista que aprender segundo a perspectiva neurocientífica de Kandel *et al* (2014) envolve uma gama de aspectos biológicos, emocionais, afetivos, econômicos, sociohistóricos e culturais que devem ser considerados crítica e reflexivamente no momento da construção do conhecimento na sala de aula dos anos iniciais do ensino fundamental.

Portanto, desenvolver projetos de pesquisas que busque investigar o processo de interação professor-aluno tanto por parte do professor, quanto por parte do aluno, pode mostrar-se favorável quando vemos a pesquisa como contextos alternativos de aprendizagem. Portanto, sugerimos que pesquisas futuras sejam realizadas com o objetivo de aproximar o campo educacional das neurociências, a partir de projetos de pesquisa e extensão universitária.

Todavia, como explica Demo (2018), a pesquisa é um instrumento valioso de aprendizagem por oferecer a oportunidade de abrir os horizontes de novas descobertas do conhecimento. O professor precisa ser um constante pesquisador para não simplesmente copiar a realidade, mas interpretá-la em sua complexidade, descobrir suas interações, as mudanças e tendências. Nesse contexto, entende-se a necessidade de o professor pesquisar a relação das Neurociências com a aprendizagem, pois as 13 pesquisas doutorais analisadas neste estudo demonstram a relevância de compreender o educando como um ser bio, psico e social. Inclusive, esse é um pressuposto previsto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)

A formação continuada, portanto, é fundamental para o desenvolvimento da capacidade de pesquisar do professor, desde que o papel de pesquisador seja estimulado como elemento basilar à prática docente. Imbernón (2018) explica que o desenvolvimento profissional do professor não se deve unicamente ao desenvolvimento pedagógico, ao conhecimento e a compreensão de si mesmo, mas também, da situação profissional na qual está inserido, a qual precisa ser modificada no sentido de garantir condições favoráveis de atuação e aperfeiçoamento, bem como remuneração a altura da função realizada.

Imbernón (2018) entende que a formação do professor precisa ser mais coletiva, ou seja, não basta o profissional se aperfeiçoar isoladamente, é preciso se envolver com os demais profissionais da escola, e este também atingirem níveis de formação aproximadas, haver troca de experiências, realização de trabalhos e

práticas integradas, e reflexão individual e coletiva acerca de problemáticas atinentes o ensino e aprendizagem, entre elas a relação da Neurociência com a aprendizagem do alunado.

As sínteses, das 13 pesquisas, expressam a necessidade de uma formação profissional para o professor que contemple a relação da Neurociência com a prática docente.

Deste modo a busca da compreensão sobre o fenômeno da empatia enquanto um suporte para as relações de indivíduos, neste caso entre professor e aluno, teve como objetivo mais geral uma análise se professores que formam enfermeiros em uma universidade pública, vistos pelos alunos como facilitador do aprendizado, apresentam características de pessoa empática. Um segundo objetivo extraído do primeiro foi o de compreender se o uso da habilidade empática no trajeto pedagógico é utilizado como instrumento teórico metodológico facilitador do processo de ensinar e de aprender (Resumo 04).

A pesquisa trata do ensino de didática na licenciatura em química e tem por questão principal: como se configura a didática, quando opera na formação de professores de química em diferentes regiões do Brasil, e o que esta considera como condição de seu ensino? (...). Desta forma, o objetivo geral é compreender como se configura a didática e o que esta considera como condição de seu ensino quando opera na formação de professores de química em diferentes regiões do Brasil (Resumo 11).

O objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver um programa de formação continuada de professores a partir de contribuições da fisioterapia, visando à aprendizagem do aluno com paralisia cerebral (Resumo 13).

Como se constata, as pesquisas doutorais analisadas destacam a relevância da empatia na relação professor-aluno. A empatia diz respeito a capacidade que o ser humano tem de colocar-se no lugar do outro. Essa situação possui associação com a explicação de Kandel *et al* (2014), quando afirma que a emoção afeta positivamente a região responsável pelos centros de prazer, originando a produção de uma substância denominada de dopamina. Quando ativados tais centros propiciam bem-estar mobilizando a atenção do indivíduo e reforçando o comportamento em relação ao objeto do afeto. Por isso, nossas salas de aula devem ser contextos agradáveis. Posto que nessas condições as informações trabalhadas pelo professor podem ser melhor assimiladas, a aprendizagem passa a ser prazerosa, confirmando a visão da abordagem interacionista, que concebe a aprendizagem significativa como aquela estimulada pelo prazer e pela curiosidade, sendo o papel do professor o de mediador do conhecimento e o aluno agente ativo na construção de seu conhecimento (SILVA, 2016).

A didática é vista não como uma forma de transmitir conhecimento, mas uma ferramenta de auxílio ao ensino, à aprendizagem e a construção do conhecimento (SCHERPE; GALVÃO-SANTOS, 2011). Essa visão, em sintonia com uma das 13 pesquisas analisadas neste estudo, permite compreender que o conhecimento da neurociência na licenciatura de química tem um importante papel, particularmente, porque o funcionamento do cérebro está associado aos hormônios produzidos pelo organismo, e a didática pressupõe a mediação de um professor que seja capaz de compreender os processos que envolvem a relação entre Neurociência e aprendizagem.

Para a realização de uma didática na perspectiva da Neurociência norteadas pela mediação, o diálogo entre professor e aluno é fundamental, pois como esclarecem Scherpe; Galvão-Santos (2011, p. 8):

Diálogo não é dar respostas prontas ou posicionamentos que diminuem o interesse e a participação dos educandos. Ao contrário, o diálogo é o veículo entre educador e educando, é também a ponte de interação entre o aprendiz e a sua aprendizagem. Por meio desse dialogar, surge a possibilidade de trocas de experiências, de compartilhar vivências e histórias de vida, enriquecendo as informações do meio educacional é permitir aos sujeitos envolvidos a transformação de ideias e de ações para a construção de novos conhecimentos (SCHERPE; GALVÃO-SANTOS, 2011, p.8).

Quanto a tese da paralisia cerebral entende-se que o diálogo também pode contribuir para melhorar a comunicação e a aprendizagem dos indivíduos acometidos por esse problema. Os estudos sobre as afasias clássicas analisados Kandel *et al* (2014) demonstram que a neurociência pode fornecer informações relevantes para o professor compreender o funcionamento das anomalias cerebrais e as motivações a serem adotadas no processo de aprendizagem, como se identifica no seguinte trecho: “(...) Pacientes com acinesia e mutismo não se comunicam por palavras, gestos ou expressão facial, porque a motivação para a comunicação está prejudicada e não por dano à maquinaria neural da expressão, como ocorre na afasia.”

Na centralidade do grafo, a palavra pesquisa liga-se expressivamente às palavras Educação e Neurociência, mostrando a Neurociência como um campo de pesquisa importante na área da Educação. Além disso, observa-se, como delineamento metodológico, que a pesquisa qualitativa se destaca, como por exemplo: o estudo de caso e entrevista.

O presente estudo trata de uma pesquisa qualitativa, mais especificamente, um estudo de caso, que tem o objetivo de compreender como a neurociência educacional pode auxiliar no tratamento de sujeitos diagnosticados com discalculia (...). Algumas indagações constituem o motivo do desenvolvimento desta investigação, entre elas (...) como se dá o acompanhamento desses sujeitos qual a relação entre neurociências e o processo de aprendizagem das pessoas diagnosticadas com discalculia. (...). Logo, a tese aqui levantada é que a neurociência educacional auxilia no processo de aprendizagem em sujeitos com discalculia, desde que tal sujeito tenha um acompanhamento contínuo (Resumo 06).

Em decorrência disso, áreas de pesquisa híbridas têm se constituído, tais como o campo de interlocuções entre Neurociências e Educação, foco do presente estudo (...) Para tanto, foram analisados trabalhos acadêmicos produzidos nesse novo campo de interlocuções e entrevistados pesquisadores envolvidos com a produção de conhecimento nesse campo (...) A aproximação da Educação às Neurociências é aqui entendida como um processo próprio do campo da pesquisa educacional, que se caracteriza pelo entrecruzamento de práticas, políticas e saberes formulados em diferentes disciplinas científicas (Resumo 08).

As sínteses dos estudos anteriormente apresentadas demonstram a dimensão da relevância dos conhecimentos em Neurociências para o fazer pedagógico na aprendizagem dos alunos. Observa-se que um dos estudos diz respeito a discalculia, deficiência de aprendizagem específica da matemática, caracterizada pela dificuldade de entender conceitos relacionados a números, emprego de símbolos e funções. Nesse em particular, o professor ao receber conhecimentos no âmbito das Neurociências adquire competências e habilidades específicas para mediar a aprendizagem de pessoas com essa deficiência, como exemplo, compreender como se desenvolve a memorização.

Kandel *et al* (2014) apresenta uma contribuição valiosa acerca da memorização, favorecida pela ativação de circuitos ou redes neurais. Como já explicado anteriormente, as redes são ativadas por outra e assim sucessivamente. Quanto mais frequente essa associação acontece, maior é a probabilidade de se tornar estáveis e fortes as conexões sinápticas, viabilizando mais facilmente a recuperação da memória. A repetição da informação e a associação do novo dado aos conhecimentos já adquiridos favorecem a aprendizagem, que se torna consolidada quando o aprendiz consegue criar ativamente vínculos e relações do conteúdo com o que já está armazenado no seu “arquivo” conhecimentos. Comugando dessa visão, Ferreira; Nogueira; Oliveira (2018) asseveram que o professor precisa utilizar recursos e estratégias para auxiliar o aluno a assimilar e construir os conceitos presentes nos conteúdos e a reorganizar sua estrutura cognitiva. A repetição de ações favorece essa assimilação e reorganização.

As considerações anteriormente explicitadas corroboram a relevância da pesquisa que defende a aproximação da Educação com a Neurociência enquanto campo de pesquisa educacional. Imbernón (2010, p.47) evidencia essa relevância ao pontuar a necessidade de o professor adquirir “novos sistemas de trabalho e novas aprendizagens para exercer sua profissão.”.

No extremo superior, se enraíza da palavra Neurociência a palavra processo, fortemente ligada à aprendizagem. Assim, o foco de atenção das pesquisas também recai sobre o processo de aprendizagem, em que a Neurociência aparece como possibilidade de facilitar nesse processo.

A empatia vista, como um construto multidimensional, incluindo os componentes: cognitivo afetivo e comportamental, tem sido considerada um atributo necessário aos profissionais de ajuda, entre os quais aqueles envolvidos com a assistência à saúde e a processos de aprendizado (Resumo 04).

Algumas indagações constituem o motivo do desenvolvimento desta investigação, entre elas: como a neurociência educacional pode auxiliar no processo de aprendizagem de um sujeito discalculico. Como são realizadas as identificações e os diagnósticos das pessoas discalculicas no estado de Sergipe (Resumo 06).

Este estudo teve como foco o processo de apropriação da escrita do português brasileiro pelo jovem e o pelo adulto alfabetizando da EJA (...) se amparando em postulados (...) das neurociências aplicadas ao estudo da escrita, no que se refere à mobilização e organização da informação escrita na mente pelo sujeito que aprende. O processo de apropriação da escrita é analisado buscando identificar e descrever dois aspectos: que conhecimentos letrados e linguísticos da escrita do português brasileiro o jovem e o adulto já construíram nas suas práticas sociais letradas orais e escritas e que trazem para a escola (...) (Resumo 07).

As considerações anteriores só fazem confirmar o que já foi analisado até o momento. Tais pesquisas demonstram o quanto são valiosos os conhecimentos da neurociência para o processo da aprendizagem. A empatia já vem sendo amplamente analisada pelos teóricos da Pedagogia e da Psicologia, a exemplo de Vygotsky, defensor da interação entre os seres humanos como suporte da aprendizagem.

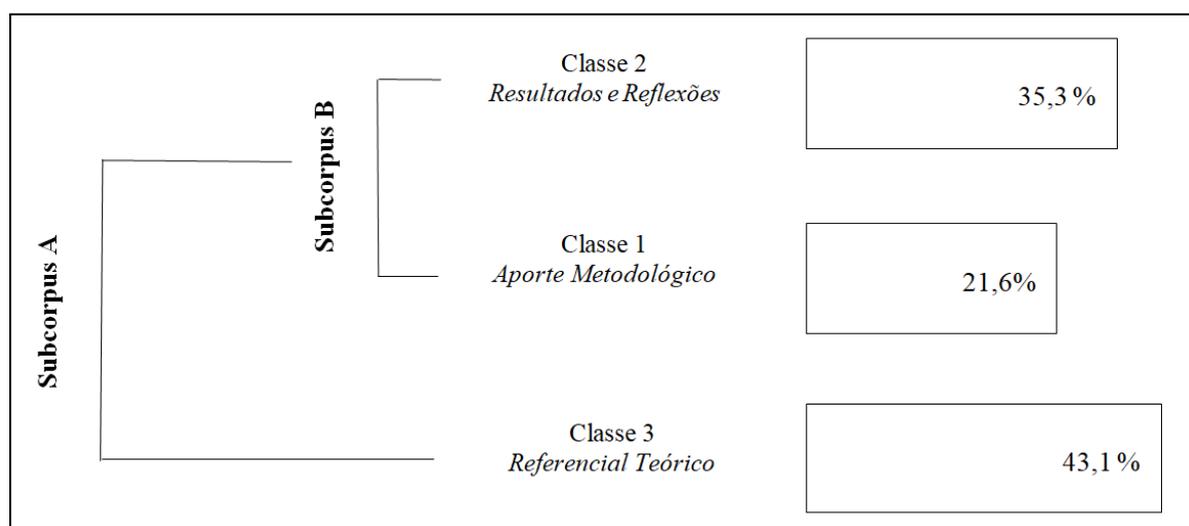
A discalculia e o processo de apropriação da escrita encontram explicações valiosas no campo de estudos da neurociência, como exemplo as contribuições de Lent (2010) quando explica que o hemisfério cerebral esquerdo é responsável pela fala, pela realização de cálculos mentais, raciocínio lógico, pensamento analítico, comando da escrita, reconhecimento de faces. Ao passo que o hemisfério cerebral direito é responsável pela imaginação, emoções, criatividade, intuição, raciocínio espacial, música e ritmo, dentre outras funções

### 4.3 Classificação Hierárquica Descendente (CHD)

Para o processamento através da CHD, o *corpus* geral foi constituído por 13 textos, separados em 145 STs, com retenção de 102 STs (70,34%)<sup>1</sup> de conteúdo do *corpus* textual. Obteve-se 5.081 ocorrências (palavras, formas ou vocábulos), 1.467 palavras distintas e 590 *hapax* (de única ocorrência). Emergiram três classes: Classe 3, com 44 ST (43,1%); Classe 1, com 22 ST (21,6%) e Classe 2, com 36 ST (35,3%).

Do *corpus* total em análise, as três classes foram divididas em duas ramificações (A e B), em que o subcorpus A é composto pela Classe 3 (*Referencial Teórico*) e o subcorpus B, pelas Classes 1 (*Aporte Metodológico*) e 2 (*Resultados e Reflexões*), como pode ser observado na Figura 26. O dendograma (Figura 27) apresenta a lista de palavras associadas a cada classe e respectiva frequência (*f*), associação do qui-quadrado ( $X^2 > 3,80$ ) das palavras melhor relacionadas com a classe e nível de significância da relação pelo *p*-valor.

**Figura 26.** Dendograma de Classificação Hierárquica Descendente.



Fonte: Oliveira (2020)

<sup>1</sup> Os manuais indicam a retenção mínima de 70% de segmentos de texto para que a análise do material seja consistente.

**Figura 27.** Dendograma Representativo das Repartições em Classes, Frequência, Associação e Nível de Significância das Palavras com a Classe.

Nota: \*p < 0,0001 \*\*p < 0,01 \*\*\*p < 0,05

Corpus Textual 145 STs – Retenção 70,34%																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Classe 3 44 STs - 43,1%</th> </tr> <tr> <th>Palavra</th> <th>f</th> <th>X<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Professor*</td><td>28</td><td>34,6</td></tr> <tr><td>Aluno*</td><td>12</td><td>17,93</td></tr> <tr><td>Químico*</td><td>11</td><td>16,25</td></tr> <tr><td>Formação**</td><td>15</td><td>10,3</td></tr> <tr><td>Ensino**</td><td>9</td><td>9,93</td></tr> <tr><td>Didático**</td><td>12</td><td>9,74</td></tr> <tr><td>Licenciatura***</td><td>6</td><td>8,4</td></tr> <tr><td>Conteúdo***</td><td>7</td><td>6,96</td></tr> <tr><td>Aprendizado***</td><td>5</td><td>6,93</td></tr> <tr><td>Escola***</td><td>9</td><td>5,63</td></tr> <tr><td>Brasil***</td><td>4</td><td>5,49</td></tr> <tr><td>Empático***</td><td>4</td><td>5,49</td></tr> <tr><td>Cognição***</td><td>4</td><td>5,49</td></tr> <tr><td>Questionário***</td><td>4</td><td>5,49</td></tr> <tr><td>Geral***</td><td>4</td><td>5,49</td></tr> <tr><td>Conceito***</td><td>3</td><td>4,07</td></tr> <tr><td>Facilitador***</td><td>3</td><td>4,07</td></tr> <tr><td>Avaliação***</td><td>3</td><td>4,07</td></tr> <tr><td>Região***</td><td>3</td><td>4,07</td></tr> <tr><td>Período***</td><td>3</td><td>4,07</td></tr> <tr><td>Papel***</td><td>3</td><td>4,07</td></tr> </tbody> </table>			Classe 3 44 STs - 43,1%			Palavra	f	X <sup>2</sup>	Professor*	28	34,6	Aluno*	12	17,93	Químico*	11	16,25	Formação**	15	10,3	Ensino**	9	9,93	Didático**	12	9,74	Licenciatura***	6	8,4	Conteúdo***	7	6,96	Aprendizado***	5	6,93	Escola***	9	5,63	Brasil***	4	5,49	Empático***	4	5,49	Cognição***	4	5,49	Questionário***	4	5,49	Geral***	4	5,49	Conceito***	3	4,07	Facilitador***	3	4,07	Avaliação***	3	4,07	Região***	3	4,07	Período***	3	4,07	Papel***	3	4,07
Classe 3 44 STs - 43,1%																																																																							
Palavra	f	X <sup>2</sup>																																																																					
Professor*	28	34,6																																																																					
Aluno*	12	17,93																																																																					
Químico*	11	16,25																																																																					
Formação**	15	10,3																																																																					
Ensino**	9	9,93																																																																					
Didático**	12	9,74																																																																					
Licenciatura***	6	8,4																																																																					
Conteúdo***	7	6,96																																																																					
Aprendizado***	5	6,93																																																																					
Escola***	9	5,63																																																																					
Brasil***	4	5,49																																																																					
Empático***	4	5,49																																																																					
Cognição***	4	5,49																																																																					
Questionário***	4	5,49																																																																					
Geral***	4	5,49																																																																					
Conceito***	3	4,07																																																																					
Facilitador***	3	4,07																																																																					
Avaliação***	3	4,07																																																																					
Região***	3	4,07																																																																					
Período***	3	4,07																																																																					
Papel***	3	4,07																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Classe 1 22 STs - 21,6%</th> </tr> <tr> <th>Palavra</th> <th>f</th> <th>X<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Qualitativo*</td><td>9</td><td>30,69</td></tr> <tr><td>Perspectivo*</td><td>7</td><td>27,33</td></tr> <tr><td>Metodologia*</td><td>8</td><td>22,38</td></tr> <tr><td>Situação*</td><td>4</td><td>15,14</td></tr> <tr><td>Dado**</td><td>5</td><td>14,38</td></tr> <tr><td>Comunicação**</td><td>5</td><td>14,38</td></tr> <tr><td>Coleta***</td><td>3</td><td>11,24</td></tr> <tr><td>RCP***</td><td>3</td><td>11,24</td></tr> <tr><td>Análise***</td><td>6</td><td>7,93</td></tr> <tr><td>Teoria***</td><td>4</td><td>7,66</td></tr> <tr><td>Contexto***</td><td>3</td><td>7,03</td></tr> <tr><td>Busca***</td><td>3</td><td>7,03</td></tr> <tr><td>Criança**</td><td>6</td><td>6,5</td></tr> <tr><td>Musical**</td><td>4</td><td>5,62</td></tr> <tr><td>Interação***</td><td>4</td><td>4,15</td></tr> </tbody> </table>			Classe 1 22 STs - 21,6%			Palavra	f	X <sup>2</sup>	Qualitativo*	9	30,69	Perspectivo*	7	27,33	Metodologia*	8	22,38	Situação*	4	15,14	Dado**	5	14,38	Comunicação**	5	14,38	Coleta***	3	11,24	RCP***	3	11,24	Análise***	6	7,93	Teoria***	4	7,66	Contexto***	3	7,03	Busca***	3	7,03	Criança**	6	6,5	Musical**	4	5,62	Interação***	4	4,15																		
Classe 1 22 STs - 21,6%																																																																							
Palavra	f	X <sup>2</sup>																																																																					
Qualitativo*	9	30,69																																																																					
Perspectivo*	7	27,33																																																																					
Metodologia*	8	22,38																																																																					
Situação*	4	15,14																																																																					
Dado**	5	14,38																																																																					
Comunicação**	5	14,38																																																																					
Coleta***	3	11,24																																																																					
RCP***	3	11,24																																																																					
Análise***	6	7,93																																																																					
Teoria***	4	7,66																																																																					
Contexto***	3	7,03																																																																					
Busca***	3	7,03																																																																					
Criança**	6	6,5																																																																					
Musical**	4	5,62																																																																					
Interação***	4	4,15																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Classe 2 36 STs - 35,3%</th> </tr> <tr> <th>Palavra</th> <th>f</th> <th>X<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Área*</td><td>9</td><td>18,1</td></tr> <tr><td>Educacional**</td><td>7</td><td>13,78</td></tr> <tr><td>Conhecimento**</td><td>8</td><td>12,42</td></tr> <tr><td>Tese**</td><td>6</td><td>11,69</td></tr> <tr><td>Neurociência**</td><td>12</td><td>11,13</td></tr> <tr><td>Pesquisador**</td><td>5</td><td>9,64</td></tr> <tr><td>Estudo**</td><td>12</td><td>9,42</td></tr> <tr><td>Aprendizagem**</td><td>11</td><td>9,3</td></tr> <tr><td>Investigação**</td><td>6</td><td>8,37</td></tr> <tr><td>Processo**</td><td>13</td><td>8,2</td></tr> <tr><td>Escrita**</td><td>4</td><td>7,63</td></tr> <tr><td>Sujeito**</td><td>4</td><td>7,63</td></tr> <tr><td>Intervenção**</td><td>4</td><td>7,63</td></tr> <tr><td>Sentido**</td><td>4</td><td>7,63</td></tr> <tr><td>Discalculia**</td><td>4</td><td>7,63</td></tr> <tr><td>Interlocução**</td><td>4</td><td>7,63</td></tr> <tr><td>Ação**</td><td>4</td><td>7,63</td></tr> <tr><td>Educação**</td><td>13</td><td>5,86</td></tr> <tr><td>Próprio**</td><td>3</td><td>5,67</td></tr> <tr><td>Mente**</td><td>3</td><td>5,67</td></tr> <tr><td>Creche**</td><td>3</td><td>5,67</td></tr> </tbody> </table>			Classe 2 36 STs - 35,3%			Palavra	f	X <sup>2</sup>	Área*	9	18,1	Educacional**	7	13,78	Conhecimento**	8	12,42	Tese**	6	11,69	Neurociência**	12	11,13	Pesquisador**	5	9,64	Estudo**	12	9,42	Aprendizagem**	11	9,3	Investigação**	6	8,37	Processo**	13	8,2	Escrita**	4	7,63	Sujeito**	4	7,63	Intervenção**	4	7,63	Sentido**	4	7,63	Discalculia**	4	7,63	Interlocução**	4	7,63	Ação**	4	7,63	Educação**	13	5,86	Próprio**	3	5,67	Mente**	3	5,67	Creche**	3	5,67
Classe 2 36 STs - 35,3%																																																																							
Palavra	f	X <sup>2</sup>																																																																					
Área*	9	18,1																																																																					
Educacional**	7	13,78																																																																					
Conhecimento**	8	12,42																																																																					
Tese**	6	11,69																																																																					
Neurociência**	12	11,13																																																																					
Pesquisador**	5	9,64																																																																					
Estudo**	12	9,42																																																																					
Aprendizagem**	11	9,3																																																																					
Investigação**	6	8,37																																																																					
Processo**	13	8,2																																																																					
Escrita**	4	7,63																																																																					
Sujeito**	4	7,63																																																																					
Intervenção**	4	7,63																																																																					
Sentido**	4	7,63																																																																					
Discalculia**	4	7,63																																																																					
Interlocução**	4	7,63																																																																					
Ação**	4	7,63																																																																					
Educação**	13	5,86																																																																					
Próprio**	3	5,67																																																																					
Mente**	3	5,67																																																																					
Creche**	3	5,67																																																																					

Fonte: Oliveira (2020)

A CHD também apresenta um gráfico em que, por meio de uma Análise Fatorial de Correspondência - AFC, é possível visualizar como as palavras, em classe, se distribuem num plano cartesiano (Figura 27). A partir da AFC, verifica-se a associação entre as palavras do texto nas classes. Nesse sentido, observa-se que as palavras da Classe 3 (*Referencial Teórico*) não ultrapassam os quadrantes, superior e inferior direito, do plano e tendem a se expandir para ponto periférico. O que confirma a emergência da Classe 3, a partir do subcorpus A, conforme mostrado na Figura 50.

Por outro lado, embora as palavras da Classe 1 (*Aporte Metodológico*) tendam a se distribuir periféricamente, há palavras (fase, relação, teórico) que migram ao encontro de palavras da Classe 3, o que indica conteúdo comum nas duas classes. Observa-se que as Classes 1 e 2 (*Resultados e Reflexões*) apresentam divergências entre si e, por isso, estão em quadrantes distintos. Porém, conforme a Figura 26,



Para tanto abordamos a história das polêmicas em torno deste conceito, as imprecisões teórico-clínicas desde sua concepção e suas consequências para a educação inclusiva. Realizamos uma leitura crítica de alguns autores inspirados pelo ensino de Jacques Lacan (Resumo 1).

Nosso referencial teórico se encontra alicerçado na epistemologia genética, no construtivismo e nos estudos das neurociências (Resumo 3).

Após a análise do conteúdo das entrevistas com os alunos e professores, juntando ao conceito de empatia, utilizando os referenciais teóricos das ciências da educação, elementos da psicologia e das neurociências (...) (Resumo 04)

Como principais aportes teóricos foram utilizados na formação de professores os autores Conteras, que aborda a autonomia dos professores e Schon, que discorre sobre o professor reflexivo. Sobre a fisioterapia na escola foram empregados autores como Franco, que apresenta uma visão completa sobre o modelo ecológico do desenvolvimento de Bronfenbrenner na educação, e Araújo e Israel, que descrevem uma visão da saúde com a mesma abordagem. Em relação à aprendizagem da criança com paralisia cerebral, Portilho expõe alguns teóricos da educação e optou-se trabalhar com Piaget, Vygotsky, fenomenologia hermenêutica (Resumo 13).

Os trechos referentes as pesquisas analisadas nesse estudo permitem compreender a dimensão do campo de estudo da neurociência integrada a educação, envolvendo a aprendizagem, inclusive, na matemática, disciplina temida por muitos alunos. Imbernón (2010) faz referência sobre essa complexidade quando enfatiza a necessidade de o professor adquirir competência para trabalhar em diferentes contextos e com a diversidade dos alunos. Os conhecimentos da Pedagogia, da Psicologia e das Neurociências apresentam associações enriquecedoras a partir das quais o profissional em educação pode embasar sua prática, principalmente, nos momentos mais desafiadores, buscando identificar a melhor forma de mediar a aprendizagem.

A Classe 1, com 21,6% dos segmentos de texto, destaca o aporte metodológico, traçado pelas pesquisas em análise. As principais palavras relacionadas a esta classe foram: qualitativo, metodologia, dado, coleta, análise, dentre outras. Os trechos, a seguir, exemplificam seu conteúdo.

Por se tratar de uma pesquisa também qualitativa, os resultados encontrados foram analisados e discutidos à luz da teoria construtivista e das contribuições das neurociências, tendo como referência a metodologia de estudo de caso (Resumo 03).

O objeto de estudo foi investigado nos moldes de um estudo de caso, orientado pela teoria da pesquisa qualitativa (resumo 04).

A presente pesquisa busca investigar a mobilização de competências comunicativas entre crianças em situações didáticas de RCP na escola tendo como base a metodologia ativa, nesse caso a metodologia dos episódios de aprendizagem situada. Delineia-se como uma pesquisa de natureza qualitativa e

aplicada, com um caráter mídia-educativo dentro do qual se aproxima dos pressupostos da pesquisa com crianças. Tendo como base teórica a conformação macroconceitual, da interação, foi possível articular a perspectiva qualitativa e sistêmica da comunicação, com referenciais e preceitos de campos como a antropologia, a biologia, as neurociências, a teoria social e a educação em sua interface com a comunicação (Resumo 05).

A metodologia se baseou no paradigma qualitativo, cujo tema musicalização infantil foi um estudo de caso dentro de um ambiente de pesquisa ação, fundamentado pelas contribuições de Carr, Kemmis e Elliott (Resumo 10).

Metodologicamente a pesquisa se assume na perspectiva da hermenêutica crítica, fundamentada em Paul Ricoeur, enquanto possibilidade de análise dos dados coletados e constituição da narrativa. Busca-se uma abordagem qualitativa da pesquisa em educação utilizando a interpretação das entrevistas, dos questionários e de documentos, projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura em química e planos de curso da disciplina didática para a licenciatura em química (Resumo 11).

Para tanto, propôs-se a abordagem qualitativa, de caráter descritivo-participativo, adotando como metodologia a análise de processos interativos ocorridos no cotidiano da sala de aula, seguindo os pressupostos da psicologia histórico-cultural, elegeu-se a videografia e a observação participante como instrumentos para coleta das informações (Resumo 12).

Como se identifica, as pesquisas selecionadas partiram da abordagem qualitativa, a qual envolve percepções, conhecimentos, experiências, casos particulares, demonstrando uma produção acadêmico-científica focada no interacionismo, cujo expoentes da Psicologia da Educação como Piaget e Vygotsky são destaque. Os estudos nesse tipo de abordagem apresentam situações e conceitos valiosos para a prática docente, com possibilidade de preencher lacunas na formação dos professores.

Contata-se entre essas pesquisas elementos como musicalidade, comunicação, interação, confirmando as considerações de Bear, Connors & Paradiso (2017); Kandel *et al* (2014) e Lente (2010) que deixam evidente a importância das Neurociências para se entende questões e processos relevantes ao desenvolvimento da aprendizagem, inclusive na matemática, a exemplo de como as redes neurais são estabelecidas no momento da aprendizagem, como os estímulos chegam e saem do encéfalo, como as memórias se consolidam e como se efetiva o acesso às informações armazenadas, quando o ser humano precisa lembrar um evento. Assim, as neurociências cognitivas fornecem informações acerca dos processos biológicos envolvidos na aprendizagem. Possibilita o professor a se capacitar a não levar em consideração, na hora de ensinar, apenas o conteúdo, mas também, os fatores biopsicossociais que fazem parte da vivência do aluno. Como já ressaltado anteriormente neste estudo, as Neurociências apresentam implicações práticas ao

apresentar estudos que discorrem sobre a importância da música, da estimulação visual, do reconhecimento facial, atenção dividida, controle inibitório, impulsividade, neurogênese, inteligência para aprendizagem.

Tais evidências expressas no parágrafo anterior encontram relação com as ponderações de Imbernón (2010) acerca da necessidade de se rever a formação de professores no Brasil, almejando atingir uma prática docente coerente com as necessidades e particularidades do alunado, considerando suas especificidades, dificuldades, deficiências, pois o campo educacional é bastante complexo e exige profissionais preparados para enfrentar os desafios que este oferece.

A Classe 2 contemplou 35,3% dos segmentos de texto e trata dos resultados e reflexões abordados pelas pesquisas em análise. As principais palavras relacionadas a esta classe foram: área, educacional, conhecimento, tese, Neurociência, dentre outras. Os trechos, a seguir, exemplificam seu conteúdo.

*A consequência de uma leitura maniqueísta do autismo é o aparecimento de um quadro de intolerância jacente no discurso do respeito às diferenças, criando e reforçando a existência de espaços exclusivos para autistas, indo na contramão do que se pode entender como educação inclusiva (Resumo 01).*

*(...) a tese aqui levantada é que a neurociência educacional auxilia no processo de aprendizagem em sujeitos com discalculia, desde que tal sujeito tenha um acompanhamento contínuo (...). As 10 intervenções realizadas auxiliaram no processo de aprendizagem e no desenvolvimento da participante, uma vez que avanços significativos foram notados (Resumo 06).*

*Os resultados apontam que os jovens e os adultos colaboradores construíram conhecimentos letrados sólidos acerca de uma diversidade de gêneros textuais, suportes e serviços. Tais conhecimentos são construídos com base na identificação dos usos e funções que cumprem na vida cotidiana. Desse modo, embasam-se nos conhecimentos prévios construídos em função da condição de trabalhadores, consumidores, administradores do lar e de experiências escolares prévias como estudantes, sobre como a escrita se estrutura nos diferentes gêneros, suportes e serviços e, esses conhecimentos são ressignificados no curso da tarefa de ler e escrever. Apontam ainda que os colaboradores possuem conhecimentos linguísticos da escrita, inclusive, da escrita alfabética e que constroem um complexo processo intelectual (Resumo 07).*

*A aproximação da educação às neurociências é aqui entendida como um processo próprio do campo da pesquisa educacional, que se caracteriza pelo entrecruzamento de práticas, políticas e saberes formulados em diferentes disciplinas científicas. Contudo, foi verificado que, no campo de interlocuções entre educação e neurociências, ainda há dificuldades no sentido de produzir trabalhos empíricos que conjuguem teorias e metodologias de ambas as áreas: a maior parte dos trabalhos analisados é composta por estudos bibliográficos, que procuram mostrar a potencialidade da aproximação entre os campos, mas avançam pouco no sentido de produzir pesquisas efetivamente interdisciplinares. Essa dificuldade é compreendida nesta tese como sintomática da própria cisão, criticada por muitos autores analisados, entre natureza e cultura e entre ciências biológicas e ciências humanas, o que mostra que essa divisão ainda surte efeitos contundentes nos processos de produção de conhecimento de ambas as áreas (Resumo 08).*

*(...) além das contribuições de estudos nas áreas da psicologia cognitivo-musical e neurociências. Os resultados mostraram que a cada fase investigada se conduzia às outras, ou seja, a investigação inicial levou à orientação e formação musical das professoras e depois à intervenção in lócus. Portanto, ao final do processo foi possível concluir que a proposta de oferecer uma aprendizagem que conduza ao desenvolvimento musical infantil é também possível de ser realizada em creches públicas (Resumo 10).*

*Neste sentido, deixa-se de buscar compreender como estão acontecendo suas operações mentais, planeja-se sem considerar-se e executa-se reproduzindo práticas cristalizadas historicamente. Reconheceu-se, portanto, problemas cruciais do campo educacional a serem revisitados, refletidos, reformulados. O conhecimento neurocientífico pode contribuir para isso, contudo, além de demandar um profissional cientificamente instruído, exige-se mais que uma postura receptiva do educador a prescrições voltadas a responder questões próprias da educação (Resumo 12).*

*Conclui-se que há necessidade deste grupo docente focar suas ações na aprendizagem da criança e no trabalho multidisciplinar, não só na fisioterapia, mas em todas as outras áreas que auxiliam na aprendizagem da criança (...) (Resumo 13).*

Ao se deparar com os trechos anteriores, mais uma vez são constatados argumentos que fortalecem a tese de que as Neurociências constituem um campo fundamental para um efetivo investimento na pesquisa sobre aprendizagem. As explicações de Bear, Connors e Paradiso (2017), Kandel *et al* (2014) e Lent (2010) são confirmadas e servem como suporte para justificar que professores precisam conhecer como as funções cognitivas são originadas e se fortalecem em nível encefálico para proporcionar intervenções neuropsicopedagógicas que visem potencializar a aprendizagem. Conforme explicado anteriormente, os referidos autores compreendem a aprendizagem como uma combinação de fatores filogenéticos, ontogenéticos e histórico-culturais que contemplam o desenvolvimento do indivíduo, produzindo a linguagem, o pensamento, os processos de tomada de decisões, as emoções, dentre outras funções cognitivas própria dos seres humanos.

A interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade no campo educacional mostram-se evidente na necessidade de formar professores, inclusive os licenciados em matemática, com potencial em compreender a aprendizagem em sua amplitude, como um processo cujas particularidades contemplam também os conhecimentos das neurociências. A tese de Neto (2010), citada neste estudo anteriormente, deixa evidente essa interação entre Educação e Neurociência na promoção da aprendizagem, quando propõe o treinamento cognitivo da memória. Nesta pesquisa em particular, as Neurociências explicam como a memorização funciona, servindo de

suporte para a tomada de decisão na prática docente do professor de matemática e de outras disciplinas.

Ao término deste capítulo ficou evidente que o IRAMUTEQ é bastante útil na tarefa de empregar filtros e analisar o corpus textual de produções científicas mediante a associação de palavras e dados. Essa experiência mostrou-se proveitosa no sentido de permitir algumas inferências a partir de temas como: a necessidade do professor exercer o papel de pesquisador continuamente, inclusive para compreender a interlocução entre Educação e Neurociências; o afeto e sua influência na aprendizagem; as contribuições de Kandel *et al* (2014) acerca das aproximações entre Neurociências e o campo educacional associadas à aprendizagem, entre outros assuntos.

## REFLEXÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Como se teve oportunidade de constatar as questões ligadas a memória, consciência, sensações e a divisão do encéfalo em dois hemisférios (direito e esquerdo) começaram a ser tratadas nas civilizações antigas, como a egípcia, a grega e a romana. A partir do século XVII os matemáticos também abordaram tais questões, mas a mente e o corpo eram vistos como entidades distintas, além disso, parte do funcionamento cerebral era atribuída a determinação divina. A partir das décadas de 1970 e 1980 os avanços nas neurociências alavancaram, mas a associação com a formação dos professores não se efetivou, dificultando aos profissionais da educação compreender o funcionamento do cérebro no processo de aprendizagem. Todavia, os novos estudos e o desenvolvimento das tecnologias da imagem utilizadas no tratamento de transtornos mentais constituíram passos relevantes para o avanço das neurociências, viabilizando um rico repertório teórico-científico valioso a compreensão do processo de aprendizagem. Uma das contribuições dos neurocientistas foi descobrir que no momento da aprendizagem ocorrem várias modificações em nível encefálico quando se originam e fortalecem-se sinapses, redes e circuitos neurais. Informações como essas são particularmente importantes para que os professores conheçam os processos neuropsicológicos para desenvolver estratégias de ensino capazes de superar as dificuldades e transtornos de aprendizagem.

No transcurso do presente estudo ficou evidente que a aprendizagem é um processo composto pela combinação de fatores filogenéticos, ontogenéticos e histórico-culturais que fazem parte do desenvolvimento humano, produzindo a linguagem, o pensamento, os processos de tomada de decisões, as emoções, dentre outras funções cognitivas própria dos seres humanos.

O estudo do encéfalo constitui um passo necessário para a construção de teorias, metodologias, técnicas e tecnologias próprias deste campo de investigação científica que possam migrar para as pesquisas desenvolvidas no campo da aprendizagem, visando ampliar a probabilidade do alunado aprender frente às circunstâncias ambientais e cognitivas muitas vezes desfavoráveis. Essa condição é basilar para que o professor de matemática conheça os processos biológicos envolvidos na aprendizagem, maximizando as chances de proporcionar uma educação significativa.

A partir deste entendimento localizamos treze pesquisas doutorais desenvolvidas ao longo do período de 2007-2018 no Brasil que buscaram estabelecer aproximações e entrelaçamentos entre as neurociências e o campo educacional. Essas pesquisas demonstraram que a aproximação entre os campos neurociências e neuroeducação é um fenômeno recente, bem como um movimento vindo do campo educacional.

Não encontramos pesquisas doutorais produzidas articuladamente envolvendo os campos da psicologia, educação e ensino de ciências e matemática que buscasse elucidar as possíveis contribuições e implicações das neurociências desenvolvidas sob as perspectivas de Bear, Connors e Paradiso (2017), Kandel et al (2014) e Lent (2010) para as pesquisas produzidas no campo da aprendizagem. Faz-se necessário dizer que mesmo encontrando uma ampla gama de temas pesquisados nessas pesquisas, como por exemplo, educação, discalculia, resolução de problemas, funções cognitivas, construção da escrita, programa de intervenção em funções executivas, empatia na relação professor e aluno, memória de trabalho, inteligência, autismo, desenvolvimento humano, paralisia cerebral e o efeito da intervenção musical na aprendizagem, ainda hoje, são escassos os estudos que tiveram a finalidade de aproximar e entrelaçar Neurociências e Educação com vistas de compreender como se dá a aprendizagem segundo as perspectivas neurocientíficas dos autores anteriormente referidos.

As principais áreas de concentração identificadas nas pesquisas doutorais desenvolvidas na interlocução Neurociências e Educação dentro do período investigado foram às seguintes: Pensamento Educacional e Formação de Professores, Educação, Escola e Educação Inclusiva, Psicologia Educacional, Educação em Ciências e Matemática. Quanto as linhas de pesquisas comumente procuradas para o desenvolvimento desses estudos doutorais encontramos as seguintes: Teoria e Prática Pedagógica na Formação de Professores, Psicologia da Educação, Educação e Formação de Professores, Culturas Escolares e Linguagens, Formação e Práxis do Educador Frente aos desafios Amazônicos, Educação e Comunicação, Cultura, Currículo e Sociedade.

Um dado relevante que identificamos ao estudar essas pesquisas foi que das treze, cinco, estavam atreladas a projetos de pesquisas, inclusive, sendo essas pesquisas de doutoramento fruto de desdobramentos de pesquisas de dissertações

de mestrado anteriormente realizados pelos autores, o que demonstra o caráter cumulativo da produção do conhecimento científico.

As contribuições desta pesquisa para as pesquisas da área de Educação e Educação Matemática e Científica perpassam pela compilação de dados que se encontravam disperso dentro do acervo da Biblioteca Virtual do Banco de teses e dissertações da Capes referentes às áreas de conhecimentos investigadas no âmbito deste estudo. Mas também por revelar como as neurociências desenvolvidas no Brasil a partir da produção de pesquisas doutorais vêm se configurando no período de 2007-2018, a partir do evidenciamento das instituições de ensino superior, programas de pós-graduação, áreas de concentração, linhas de pesquisas, quantitativo de pesquisas produzidas por estados, ano de defesa, título, autor, tipos de pesquisas desenvolvidos, sujeitos utilizados nessas pesquisas e referenciais teóricos consultados tornou-se evidente que as neurociências desenvolvidas no território brasileiro nos últimos anos.

As informações que emergiram demonstraram que as neurociências desenvolvidas no Brasil consagram-se como um campo de investigação científica interdisciplinar que reúne médicos, psicólogos, neuropsicólogos, biólogos, físicos, químicos, profissionais das tecnologias, em torno do desenvolvimento de estudos acerca do SN e SNC.

Localizamos cento e duas pesquisas doutorais, das quais setenta e seis foram desenvolvidas na Universidade de São Paulo (USP). Após análise dessas pesquisas tornou-se claro que as neurociências desenvolvidas no Brasil têm especificidades. Por exemplo, as pesquisas desenvolvidas em neurociências na Universidade de São Paulo são basicamente produzidas dentro do âmbito do Instituto de Psicologia. Sendo essas de caráter experimental. A Universidade de São Paulo emergiu com dezesseis investigações que apresentaram questões que podem ser investigadas sob o enfoque das pesquisas do campo da aprendizagem. Ao passo que as investigações desenvolvidas na Universidade Federal de Minas Gerais se caracterizam pelo cunho interdisciplinar de suas produções. A Universidade de Brasília (UNB) concentra sua produção em pesquisas desenvolvidas no âmbito das Ciências do Comportamento. Ou seja, as pesquisas desenvolvidas em instituições de ensino superior localizadas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal (DF) se caracterizam pela sua interdisciplinariedade com enfoque em questões psicológicas e médicas.

A presente situação denota o enfoque médico e psicológico existente dentro dessas investigações. Com o desenvolvimento de temas como, por exemplo, Doença de Parkinson, Doença de Alzheimer, impulsividade, controle inibitório, memória de trabalho, inteligência, avaliação cognitiva, avaliação neuropsicológica, dentro outras questões.

Quanto as pesquisas desenvolvidas na interlocução neurociências e educação essas discutem temas como autismo, discalculia, relação professo-aluno, comunicação e interação asséptica em ambientes de sala de aula, corpo e expressividade. Essas pesquisas dicorres sobre temas diversificados que perpassam pela escrita de alunos da EJA, empatina na relação professor-aluno, memória de trabalho, detro ourtos temas desenvolvidos. Observamos que são os profissionais da educação que vêm realizando o movimento de busca pelas devidas aproximações e entrelamento existentes entre temas e problemas de pesquisas que articulem ambas as áreas em prol da compreensão de como nosso aluno aprende, ou seja, compreendermos comos os fatores biopsicossociais que o atravessam e impactam no seu processo de desenvolvimento e aprendizagem.

Após a finalização do estudo, podemos asseverar que o assunto abordado na pesquisa que originou esse texto de tese nos permitiu compreender a relevância de aproximar Educação e Neurociência com a finalidade de entender o processo de aprendizagem em uma perspectiva diferente do que ainda prevalece, limitada aos princípios construtivistas relativamente à perspectiva individual.

Nesse sentido nossas reflexões apontam que a interlocução Neurociência e Educação se mostra possível, mas seu avanço exige incentivo à pesquisa e à extensão. Conforme identificado a partir do estudo da literatura específica em artigos, livros e pesquisas doutorais produzidas no Brasil (2007-2018), constatamos que os avanços no campo da Neurociência datam das décadas de 1970 e 1980. Porém, a aproximação deste campo com a Educação e a área de formação de professores não se efetivou na mesma proporção, dificultando aos profissionais que atuam nesses campos compreender como ocorre o funcionamento do cérebro durante o processo de aprendizagem.

O estudo realizado nos mostrou que é notória a contribuição da Neurociência para o campo da Educação, particularmente no âmbito da aprendizagem, decorrente dos estudos realizados nas últimas décadas do século XX e as primeiras do século XXI, considerando, ainda, o desenvolvimento das tecnologias de imagem, pois estes

representam um avanço no processo de aquisição, processamento e consolidação da informação em nível cortical, conseqüentemente, acrescentando achados relevantes à compreensão dos processos de aprendizagem. Neste sentido, uma das contribuições da Neurociência, de destaque no campo da aprendizagem, diz respeito às evidências de que no momento da aprendizagem ocorrem várias modificações em nível encefálico quando se originam e fortalecem sinapses, redes e circuitos neurais.

Como a aprendizagem é um processo composto pela combinação de fatores filogenéticos, ontogenéticos e histórico-culturais que fazem parte do desenvolvimento humano, produzindo a linguagem, o pensamento, os processos de tomadas de decisões, as emoções, dentre outras funções cognitivas expressas pelo desenvolvimento dos seres humanos, sua complexidade é ampla. Portanto, se torna precisamente necessária à sua exploração por meio de interlocuções estabelecidas em pesquisas que envolvam a Educação e as Neurociências, a fim de reconhecer que o cérebro e o sistema nervoso operam reagindo a diferentes estímulos, e essa reação é concomitantemente acompanhada de uma aprendizagem.

Um fato marcante como resultado é que lamentavelmente, ainda são escassas as pesquisas doutorais produzidas articuladamente envolvendo conexões de campos científicos como a psicologia, educação, ensino de ciências e matemática, dentre outros que visem elucidar as possíveis implicações da Neurociência (BEAR, CONNORS & PARADISO, 2017; KANDEL *et al*, 2014) para o desenvolvimento de expertises sobre formas de aprendizagem nesses campos. Nessa falta de encaminhamentos investigativos e de resultados socializados, acaba por prevalecer o domínio das perspectivas médicas e psicológicas no âmbito dessas investigações científicas e de aplicações de seus resultados para explicar os processos de aprendizagem.

Ainda com relação à pesquisa, os resultados identificados nos fizeram refletir que as teses analisadas evidenciam os esforços no sentido de realizar aproximações adequadas e possíveis entrelaçamentos de temas, para solucionar problemas que envolvem interrogações a serem respondidas por ambas as áreas, visando compreender como a aprendizagem ocorre em nível encefálico. Assim é possível afiançar que atualmente estas preocupações passaram a ocupar lugar de destaque em agendas de estudos e pesquisas que estão sendo feitos pelos profissionais de Educação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, Jonathan Henriques do. **A Educação no 'século do cérebro'**: análise de interlocuções entre Neurociências e Educação a partir dos Estudos da Ciência". 2016. Tese(Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.
- ANDRUSHKO, Valerie A., VERANO, John W. Prehistoric trepanation in the Cuzco region of Peru: A view into an ancient Andean practice. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 137, n. 1.p. 4-13, 2008.
- BEAR, Mark F.; CONNORS, Barry W.; PARADISO, Michael A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2017.
- BEIER, Mônica. Algumas considerações sobre o Paternalismo Hipocrático. **Revista Médica de Minas Gerais**. vol. 20, n.2, p. 246-254. 2010.
- BENICIO, Miliane Nogueira Magalhães. **A construção da escrita na alfabetização de jovens e adultos**.2015.Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília 2015.
- BEZERRA, Armando José China.; VIANNA, Lucy Gomes.; BACELAR, Simônides da Silva. O pai da Medicina. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**. vol. 1, n. 2, p. 113-118.2012.
- BRANDÃO, Amanda dos Santos.; CALIATTO, Susana Gakyia. Contribuições da Neuroeducação para a Prática Pedagógica. **Revista Exitus**. Santarém, PA, vol. 9, n. 3. p. 521 – 547. 2019.
- BROCA, Paul:Trépanation Chez Lês Incas. In: **Bulletin de L'Académie Nationale de Médecine**, II série,tomo 2, 1867. p. 403-408.
- CAIRUS, Henrique F.; Ribeiro JR.; Wilson A. **Textos hipocráticos: o doente, o médico e a doença** [online].Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 252 p.2005.
- CAMARGO, B. V.. Alceste: um programa informático de análise quantitativa de dados textuais. In A. S. P. Moreira, B. V. Camargo, J. C. Jesuíno, & S. M. Nóbrega (Eds.). **Perspectivas teórico-metodológicas em representações sociais** (pp. 511-539). João Pessoa, PB: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2005
- CANGUILHEM,Georges. O cérebro e o pensamento. **Natureza humana**. vol. 8, n.1, p. 183-210, 2006.
- CARVALHO, Diana Carvalho de. A Psicologia frente a Educação e o trabalho docente. 2020. Disponível em:<<https://www.scielo.br>>Acesso em: 13 nov. 2020.
- CASTRO,Fabiano dos Santos.; LANDEIRA-FERNANDEZ, Jesus. Alma, Mente e Cérebro na Pré-história e nas PrimeirasCivilizações Humanas. **Psicologia: Reflexão e Crítica**.v. 23. n. 1. p. 141-152. 2010.
- CESAR, Janete Schmidt de Camargo: **Memória de trabalho, estágio de desenvolvimento intelectual e desempenho de alunos de 5º ano na Prova Brasil**. 2018.Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.
- CHARTIER, J.-F., & MEUNIER, J.-G.. Text mining methods for social representation analysis in Large Corpora.**Papers on Social Representations**, 20 (37), 1-47. 2011

CONES, Alain; CHARGEUX, Jean-Pierre. **Materia e Pensamento**. Tradução Luis Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

COSENZA, Ramon M.; GUERA, Leonor B. **Neurociência e educação**: como o cérebro aprende. Porto Alegre: artmed, 151 p. 2011.

COSTA, Sandra Regina Dias da. **Diálogo entre neurociências e a perspectiva histórico-cultural**: as funções executivas na educação infantil. 2015. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

DOISE, W.; CLEMENCE, A., & LORENZI-CIOLDI, F.. **Représentations sociales et analyses de données**. Grenoble: PUF, 1992.

FERREIRA, Hercio da Silva.; Gonçalves, Tadeu Oliver.; LAMEIRÃO, Soraia Valéria de Oliveira Coelho. Aproximações entre neurociências e educação: uma revisão sistemática. **Revista Exitus**. Santarém, PA, vol. 9, n. 3. p. 636 – 662. 2019.

FINGER, Stanley. **Origins of neuroscience**: A history of explorations into brain functions. 1. ed. New York: Oxford Press. 1994.

FURTADO, Luis Achilles Rodrigues. **Sua majestade o autista**: fascínio, intolerância e exclusão no mundo contemporâneo. 2011. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

GAZZANIGA, Michael S.; HEATHERTON, Todd F. **Ciência psicológica**: mente, cérebro e comportamento. Porto Alegre: Artmed, 2005.

GOLDSTEIN, Murray. Decade of the Brain: An Agenda for the Nineties. In: Neurology-From Basics to Bedside [Special Issue]. **The Western journal of medicine**. vol. 161. n. 3. p. 239-241. 1994.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro.; LEROY, Fernanda Storck.; ALMEIDA Rangel Benedito Sales de. Neurociência: Contribuições e experiências nos diversos tipos de aprendizado. **Abakós**. vol. 4. n. 1. p. 34-50. 2015.

HAMDAN, Amer Cavalheiro.; PEREIRA, Ana Paula Almeida de.; RIECHI, Tatiana Izabele Jaworski de Sá.. Avaliação e Reabilitação Neuropsicológica: desenvolvimento histórico e perspectivas atuais. **Interação em Psicologia**. vol. 15, n. especial, p. 47-58. 2011.

JACKES, Mary. K.. Osteological evidence for Mesolithic and Neolithic violence: Problems of interpretation. In: Mirjana Roksandic: **Violent interactions in the Mesolithic**: Evidence and meaning. 1. ed. Oxford: British Archaeological Reports Oxford Ltd. 2004.

KANDEL, Eric.; JESSELL, Thomas.; SCHWARTZ, James H.. **Neurociencia y conducta**. Madrid: Prentice Hall, 1997.

KUSHNER, David S.; VERANO, John W.; TITELBAUM, Anne R.. Trepanation Procedures/Outcomes: Comparison of Prehistoric Peru with Other Ancient, Medieval, and American Civil War Cranial Surgery. **WORLD NEUROSURGERY**, vol. 1, n. 1, p. 245-251. 2018.

LAHLOU, S.. Text Mining Methods: an answer to Chartier and Meunier. **Papers on Social Representations**, 20 (38), 1.-7. 2012

LEBART, L., & SALEM, A.. **Statistique textuelle**. Paris: Dunod. 1994

LENT, Roberto: **Cem Bilhões de Neurônios?**. Conceitos fundamentais de neurociências. 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu. 2010.

LILLIE, Malcolm C.. Cranial surgery dates back to Mesolithic. **Nature**, v. 391, p. 854. 1998.

LIU, Charles. Y.; APUZZO, Michael. L. J..The genesis of neurosurgery and the evolution of the neurosurgical operative environment: Part I – Prehistory to 2003. **Neurosurgery**, v. 52, n. 1. p. 3-19. 2003.

MARCHAND, P., & RATINAUD, P.. L'analyse de similitude appliqué aux corpus textuelles: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française. In: **Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles**. JADT 2012 (pp. 687-699). 2012.

MARINO-JUNIOR, Raul; GONZALES-PORTILLO, Marco. Preconquest Peruvian Neurosurgeons: A study of Inca and Pre-Columbian trephination and the art of medicine in ancient Peru. **Neurosurgery**, vol. 47, n. 2, 477-478. 2001.

MIRANDA, Lyana Virginia Thediga de. **Saberes de ação, interação e comunicação: metodologia ativa e resolução colaborativa de problemas com crianças na escola**. 2016. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

MOURÃO, Ireuda da Costa. **Ensino de didática na licenciatura em Química no Brasil - Manaus-AM**. 2015. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

NASCIMENTO, A. R. A., & MENANDRO, P. R. M.. Análise lexical e análise de conteúdo: uma proposta de utilização conjugada. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, 6(2), 72-88. 2006.

OLIVEIRA, Nanci de. **Linguagem, comunicação e matemática** (2015). Disponível em: <<https://revista.pgskroton.com/index.php/educ/article/viewFile/2146/2043>> Acesso em: 21 jan. 2020.

PAIXÃO, Carlos Jorge: Episteme dos métodos. **Filosofia e Educação**. vol. 5. n. 2. 2013.

PERSUAD, T. V. N. **Early history of human anatomy**: from antiquity to the beginning of the modern era. 1. ed. Springfield: Charles C Thomas Pub Ltd. 1984.

PONTES, Leticia. **A empatia no processo de ensinar e aprender**: um estudo com professores do curso de graduação em Enfermagem de uma universidade pública. 2013. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

REBOLLO, Regina Andrés. O legado hipocrático e sua fortuna no período greco-romano: de Cós a Galen. **Scientiae Studia**.vol.4, n.1,p. 45-82, 2006.

REZENDE, Joffre Marcondes. **À sombra do plátano**: crônicas de história da medicina [online]. São Paulo: Editora Unifesp, 2009.

RIBAS, Cristiane Goncalves. **Conhecimento e ação da fisioterapia na escola**: contribuições para a formação de professores de alunos com paralisia cerebral. 2018. Tese (Doutorado em Educação) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2018.

RODRIGUES, Sônia das Dores.; CIASCA, Sylvia Maria. Aspectos da relação cérebro-coportamento: histórico e considerações neuropsicológicas. **Revista Psicopedagogia**. São Paulo, SP, vol.27, n.82, pp. 117-126. 2010.

SALES, Tamara Regina Reis. **Educação, discalculia e neurociência: um estudo de caso em Sergipe**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) Universidade Tiradentes, Aracaju, 2017.

SALLA, Fernanda. **Neurociência: como ela ajuda a entender a aprendizagem** (2014). Disponível em:

SÁNCHEZ GAMBOA, Sílvio: **Epistemologia da pesquisa em educação**. 1. ed. 2. reimp. Campinas: Praxis. 1998.

SÁNCHEZ GAMBOA, Sílvio: **Pesquisa em educação: métodos e epistemologias**. 2. ed. 1. reimp. Chapecó: Argos. 2014.

SCHULTZ, Duane P.; SCHULTZ, Sydney Ellen. **História da Psicologia Moderna**. 1. ed. 4. reimp. São Paulo: Thomson Learning. 2007.

SEMRUD-CLIKEMAN, M., & BLEDSOE, J..Updates on attention-deficit/hyperactivity disorder and learning disorders. **Current Psychiatry Report**, 13(5), 364-373. 2011.

SHEPHERD, G. M..**Creating modern neuroscience: the revolutionary 1950s**. New York: Oxford University Press, 2010

SILVA, Fiderisa da.; MORINO, Carlos Richard Ibañez. A importância das neurociências na formação de professores. **Momento**. Diálogos em Educação. Rio Grande, RS, vol. 21, n. 1.p. 29-50, 2012.

TALAMONI, Ana Carolina Biscalquini. **Os nervos e os ossos do ofício: uma análise etnológica da aula de Anatomia** [online]. São Paulo: UNESP Digital, 2014.

TORMIN, Malba Cunha. **Dubabi Du: uma proposta de formação e intervenção musical na creche**. 2014. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

VARGAS, Alex.; LÓPEZ, Marcelo.; LILLO, Claudio.; VARGAS, María Josefina. El papiro de Edwin Smith y sutrascendencia médica y odontológica. **Revista Médica de Chile**, vol. 140, n. 10, p. 1357-1362, 2012.

WALKER, Phillip L..A Bioarchaeological Perspective on the History of Violence. **Annual Review of Anthropology**, v. 30. p. 573- 596. 2001.

ZIMMERMANN, Ana Cristina. **Ensaio sobre o movimento humano: jogo e expressividade**. 2010. Tese (Doutorado em educação). Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

## HOME PAGES CONSULTADAS

[https://www.academia.edu/8743473/Neurociências\\_Como\\_ela\\_ajuda\\_a\\_entender\\_a\\_aprendizagem?auto=download](https://www.academia.edu/8743473/Neuroci%C3%AAncias_Como_ela_ajuda_a_entender_a_aprendizagem?auto=download)>Acesso em: 20 jan. 2020.

<https://www.neurocienciasufmg.com/inicio> (acesso no dia 21/10/19) - apresentação

<https://www.neurocienciasufmg.com/sobre> (acesso no dia 21/10/19)-