



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

CLÁUDIO SERGIO DA COSTA

**NEUROEDUCAÇÃO: UM DIÁLOGO ENTRE A NEUROCIÊNCIAS E A SALA DE
AULA**

Porto Alegre
2021

CLÁUDIO SERGIO DA COSTA

**NEUROEDUCAÇÃO: UM DIÁLOGO ENTRE A NEUROCIÊNCIAS E A SALA DE
AULA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dra. Márcia Finimundi Nóbile

Porto Alegre
2021

CIP - Catalogação na Publicação

DA COSTA, CLAUDIO SERGIO
NEUROEDUCAÇÃO: UM DIÁLOGO ENTRE A NEUROCIÊNCIA E A
SALA DE AULA / CLAUDIO SERGIO DA COSTA. -- 2021.
160 f.
Orientadora: Márcia Finimundi Nóbile.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde,
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências:
Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Neurociências. 2. Educação. 3. Formação docente.
4. Neuroeducação. I. Nóbile, Márcia Finimundi, orient.
II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CLÁUDIO SERGIO DA COSTA

**NEUROEDUCAÇÃO: UM DIÁLOGO ENTRE A NEUROCIÊNCIAS E A SALA DE
AULA**

Orientadora: Prof. Dra. Márcia Finimundi Nóbile - UFRGS

Prof. Dr. Edson Luiz Lindner - UFRGS

Prof. Dr. Adriano Martinbianco de Assis - Universidade Católica de Pelotas

Prof. Dr^a. Luciane Torezan Viegas - IFRS– Campus Farroupilha

Porto Alegre
2021

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que acreditam que a educação é uma fonte de formação e transformação social.

AGRADECIMENTOS

Considero uma tarefa árdua expressar a gratidão que se tem por todos aqueles que nos auxiliam na construção de um texto de tese, afinal são muitas as mãos que se estendem para que tenhamos a rede necessária de apoio;

Início agradecendo a Deus, por sua proteção, sua presença, seu colo de pai, sua infinita bondade e amparo;

A minha mãe Regina (*in memoriam*) que deixou o plano terrestre e hoje me protege na espiritualidade. Gratidão pela vida que me deste e pelo amor, ao seu modo;

Obrigada à família de Renato e Nayde (*in memoriam*). Estes me ensinaram o que é viver em família. Minhas irmãs de coração: Glória (*in memoriam*) Maria de Lourdes e Regina;

Aos irmãos Roberto (*in memoriam*) Renato e Glória, ainda que distantes;

A minha amada e admirada esposa, Luiza, por ser meu porto seguro e luz no meu caminho, por me aturar todos estes anos, ser paciente, compreensiva e me apoiar incondicionalmente – AMO VOCÊ.

Minha filha, Mariana, sonho realizado, amor multiplicado, expressão de esperança;

Escrever uma tese implica em pedir muita paciência aos mais próximos e, ao mesmo tempo, precisar de muito apoio. Em todos os sentidos destaca-se nisso a professora Dr^a Márcia Funimundi Nobile pela amizade, pelo companheirismo e pela sua criatividade e disposição à luta. Sem seu apoio e leitura esta tese não teria chegado onde chegou;

Agradeço a todas e todos cujas entrevistas, ideias, reflexões, sugestões, depoimentos, críticas, experiências de vida e luta ou colaboração em pesquisas influenciaram o andar das minhas ideias que deram corpo a esta tese. Às companheiras e aos companheiros, amigas e amigos, que tiveram envolvimento direto e colaboraram com a construção desta investigação militante e com a própria tese. Os muito momentos “sozinhos” em frente ao computador foram compensados pelos muitos momentos nos quais o processo coletivizou-se. Sem a ajuda de pensar junto, de reler, corrigir, propor, questionar, criticar e sugerir esta tese não seria possível.

É falso também tomar como inconciliáveis seriedade docente e alegria, como se a alegria fosse inimiga da rigidez. Pelo contrário, quanto mais metodicamente rigoroso me torno na minha busca e na minha docência, tanto mais alegre me sinto e esperançoso também. A alegria não chega apenas no encontro do achado mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não podem dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria (FREIRE, 2004, p. 142).

RESUMO

A presente tese tem como foco apresentar a importância do conhecimento sobre Neurociências aplicada à Educação a partir do ponto de vista dos professores da rede pública estadual de ensino fundamental de uma cidade do sul de Santa Catarina. No decorrer da pesquisa buscou-se identificar os aspectos das Neurociências relacionados à Educação que possam subsidiar e contribuir para a formação dos professores, apontar as contribuições da Neurociências para a Educação, especificamente quanto à compreensão do processo de aprendizagem, verificar se os professores têm conhecimento da Neurociências na Educação e se utilizam em sua prática docente, identificar se os conhecimentos da Neurociências e Educação fazem parte dos conteúdos de estudo da formação continuada dos professores da rede pública do ensino fundamental de cidade do sul de Santa Catarina-SC. Optou-se pela realização de uma pesquisa mista, com abordagem qualitativa e quantitativa, de natureza aplicada e cunho exploratório. A abordagem qualitativa obteve-se a partir do levantamento de dados por meio de revisão bibliográfica, a partir de autores da área de Educação, Neurociências, Neuroeducação e formação de professores. O campo de pesquisa foi composto por 62 professores do Ensino Fundamental que lecionam na rede pública estadual de uma cidade do sul de Santa Catarina - SC. A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário fechado, composto por 20 questões e aplicado a um grupo acima nomeado. Como etapa inicial do estudo, aplicou-se um instrumento de identificação do professor para realizar um breve levantamento do perfil das docentes participantes da formação continuada. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi lido e assinado pelas participantes em que todos concordaram com a divulgação dos dados coletados nos questionários de pré e pós-teste. Os tópicos abordados nos questionários pré e pós-teste referem-se ao conhecimento sobre Neurociências e Educação. Os resultados apontaram também, que estes profissionais possuem formação acadêmica compatível com o seu grau de atuação, no entanto, ao serem abordados sobre o conhecimento sobre Neurociências. Outro aspecto evidenciado pela pesquisa junto aos professores foi o alto índice de respostas afirmativas no questionamento sobre a existência de uma relação entre Neurociências e Educação 98,4%, o que indica, de certa forma, uma contradição, pois a maioria destes professores afirmou não ter tido nenhum contato com a Neurociências durante sua formação inicial. A análise dos dados quantitativos coletados por meio dos questionários de pré e pós-testes, mostra que os conteúdos abordados nos encontros de formação continuada trouxeram esclarecimentos sobre a temática proposta, visto que diversas questões que anteriormente à formação não faziam parte dos saberes das docentes participantes ou eram compreendidas de forma distorcida ou errônea, passaram a constituir um entendimento mais acurado sobre as relações entre funcionamento, desenvolvimento cerebral, meio, estímulos, emoções, memórias e aprendizagem. Assim, entende-se que o objetivo da pesquisa que foi o de verificar os conhecimentos dos docentes sobre Neurociências antes e depois de um curso de formação continuada foi alcançado. Neste sentido, reconhecemos a formação continuada como imprescindível para a melhoria da Educação. Este estudo apontou que conciliar os aportes teóricos advindos da Neurociências com as propostas pedagógicas pode ser uma das possibilidades para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, ressaltando que não se trata de propor uma Pedagogia nova, mas de fazer uso de conhecimentos científicos que podem auxiliar na compreensão de como o cérebro aprende, reforçando a ideia de que quando não se pode aprender da maneira como nos ensinam, podemos tentar ensinar da maneira que podemos aprender. Defende-se que é necessário o avanço no debate da formação e atuação docente com base no reconhecimento das bases neurocientíficas do aprendizado, e das facetas que compõem o cérebro e suas conexões, e como esses elementos favorecem não só a elaboração de estratégias

que maximizem a aprendizagem, mas acima de tudo posicionem os docentes como agentes centrais no processo de mediação, ação esta que deve ser contemplada com base na compreensão as particularidades e potencialidades desses alunos, à luz dos avanços teóricos, científicos e procedimentais sob os preceitos da Neurociências. O caminho bidirecional entre sala de aula e a Neurociências pode ser longo, mas pressupondo-se os possíveis benefícios, é, certamente, um investimento que valerá a pena.

Palavras-chave: Neurociências. Educação. Formação docente. Neuroeducação.

ABSTRACT

This thesis focuses on presenting the importance of knowledge about Neurosciences applied to Education from the point of view of public elementary school teachers in a city in the south of Santa Catarina. In the course of the research, we sought to identify aspects of Neurosciences related to Education that can support and contribute to teacher Education, point out the contributions of Neurosciences to Education, specifically regarding the understanding of the learning process, check if teachers have knowledge of Neurosciences in Education and are used in their teaching practice, to identify whether the knowledge of Neurosciences and Education is part of the study contents of the continuing Education of public elementary school teachers in a city in the south of Santa Catarina-SC. It was decided to carry out a mixed research, with a qualitative and quantitative approach, of an applied and exploratory nature. The qualitative approach was obtained from data collection through literature review, from authors in the area of Education, Neurosciences, Neuroeducation and teacher training. The research field consisted of 62 elementary school teachers who teach in the state public network of a city in the south of Santa Catarina - SC. Data collection was performed through a closed questionnaire, consisting of 20 questions and applied to a group named above. As an initial stage of the study, a teacher identification instrument was applied to carry out a brief survey of the profile of teachers participating in continuing Education. A free and informed consent form was read and signed by the participants, all of which agreed with the disclosure of data collected in the pre- and post-test questionnaires. The topics covered in the pre- and post-test questionnaires refer to knowledge about Neurosciences and Education. The results also showed that these professionals have academic training compatible with their level of performance, however, when approached about knowledge about Neurosciences. Another aspect evidenced by the survey among teachers was the high rate of affirmative answers in the question about the existence of a 98.4% relationship between Neurosciences and Education, which indicates, in a way, a contradiction, as most of these teachers said they did not having had no contact with Neuroscience during their initial training. The analysis of the quantitative data collected through the pre- and post-test questionnaires shows that the contents covered in the continuing Education meetings provided clarifications on the proposed theme, since several issues that were not part of the knowledge of the participating teachers prior to training. or were understood in a distorted or erroneous way, they came to constitute a more accurate understanding of the relationships between functioning, brain development, environment, stimuli, emotions, memories and learning. Thus, it is understood that the objective of the research, which was to verify the knowledge of professors about Neurosciences before and after a continuing Education course, was achieved. In this sense, we recognize continuing Education as essential for improving Education. This study pointed out that reconciling theoretical contributions from Neurosciences with pedagogical proposals can be one of the possibilities to improve the teaching and learning process, noting that it is not about proposing a new Pedagogy, but about making use of scientific knowledge that can help in understanding how the brain learns, reinforcing the idea that when we cannot learn the way we are taught, we can try to teach the way we can learn. It is argued that it is necessary to advance the debate on teacher Education and performance based on the recognition of the neuroscientific bases of learning, and the facets that make up the brain and its connections, and how these elements favor not only the development of strategies that maximize the learning, but above all, position teachers as central agents in the mediation process, an action that should be considered based on understanding the particularities and potential of these students, in light of theoretical, scientific and procedural advances under the precepts of Neurosciences. The two-way path between the classroom and

Neurosciences can be a long one, but assuming the possible benefits, it's certainly a worthwhile investment.

Keywords: Neurosciences. Education. Teacher training. Neuroeducation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O surgimento da Neuroeducação.....	23
Figura 2 - Principais estruturas do Sistema Nervoso.	46
Figura 3 - Principais estruturas do Sistema Límbico.	48
Figura 4 - Fluxograma de seleção dos trabalhos	123
Figura 5 - Mapa Conceitual: Poluição dos Rios.....	131

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Há quanto tempo você leciona no ensino fundamental?.....	84
Gráfico 2 - Qual é a sua carga horária semanal de trabalho no Ensino Fundamental?	85
Gráfico 3 - Formação Graduação.	86
Gráfico 4 - Em sua opinião, existe alguma relação entre Neurociências e Educação?	88
Gráfico 5 - O cérebro infantil requer determinados nutrientes como glicose, água, sal, para cumprir funções essenciais como a transmissão de impulsos nervosos.	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objeto de estudo das áreas de pesquisa neurocientíficas.....	19
Quadro 2 - Relação dos artigos científicos selecionados, seus objetivos e principais resultados.	40
Quadro 3 - Princípios da Neurociências com potencial aplicação no ambiente de sala de aula.	70
Quadro 4 - Períodos “críticos” mais propícios para o desenvolvimento de certas habilidades.	71
Quadro 5 - Objeto de estudo das áreas de pesquisa neurocientíficas.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular
FRASCE – Faculdade de Reabilitação e Assistência à criança excepcional
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBOPE – Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional MEC - Ministério da Educação
NCPI - Comitê Científico do Núcleo Ciência pela Primeira Infância
Pnad – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
Saeb – Sistema de Avaliação da Educação Básica
SciELO – Scientific Electronic Library Online
SER – Secretaria de estado de Educação
SN – Sistema nervoso
SNA - Sistema nervoso autônomo
SNC – Sistema nervoso central
SPSS - IBM Statistical Package for the Social Sciences
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNIBAVE – Centro Universitário Barriga Verde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	CONTEXTO DA PESQUISA	25
3	PROBLEMA NORTEADOR DA PESQUISA	26
3.1	OBJETIVOS	26
3.1.1	Objetivo Geral	26
3.1.2	Objetivos Específicos	27
4	ESPAÇO DA PESQUISA	27
5	METODOLOGIA DA PESQUISA	27
6	ESTRUTURA DA TESE	30
	CAPÍTULO I - Compreensão do processo de aprendizagem: as contribuições da Neuroeducação	33
	CAPÍTULO II - Neurociências e a sua prática em sala de aula	59
	CAPÍTULO III - Neurociências e Educação: refletindo sobre a formação inicial de docentes	76
	CAPÍTULO IV - Neurociências e formação continuada: reflexões sobre o conhecimento docente da rede pública estadual do ensino fundamental em escolas do sul de Santa Catarina/SC	94
	CAPÍTULO V - Neuroeducação e aprendizagem significativa	120
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
	REFERÊNCIAS	147
	APÊNDICE A – Descrição	151
	ANEXO A	153

1 INTRODUÇÃO

Pensando a educação como um direito social no Brasil, garantido pela constituição federal e que a as distinções sociais não devam preponderar a esse direito, tanto alunos de escolas privadas como de escolas públicas devem partilhar direitos iguais no que se refere à aprendizagem e ao desenvolvimento global de potencialidades. Dessa forma, pensar em oportunidades diversificadas que alcancem um número maior de alunos para todos, é também refletir sobre o quanto a ciência e a pesquisa podem contribuir para que todos os sujeitos da aprendizagem possam participar ativamente do ato de aprender.

Uma das questões que sempre estiveram presentes no cotidiano da docência está centrada no fazer e no pensar no cotidiano da sala de aula. O trabalho em sala de aula nos permite refletir e discutir de que forma os conhecimentos de Neurociências contribuem para a Educação, além de chamar a atenção para as implicações sociais e éticas do que, à primeira vista, parece ser um avanço puramente tecnológico e científico.

A profissão de docente sofre plena intervenção do desenvolvimento do conhecimento, assim como muitos outros campos. Dessa forma, a formação não é inerte, não se limitando a formação inicial. Agregam-se também a vivência ao longo do exercício da profissão. Tudo isso elucida a importância de momentos para que o profissional possa ponderar sobre a prática do seu ofício, envolvendo a conformação contínua da sua formação.

O Brasil tinha 12,9 milhões de analfabetos, segundo o relatório de 2015 da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), já em 2019 o número de analfabetos é de 11,3 milhões (IBGE, 2019). A responsabilidade por esse índice é decorrente de vários motivos, dentre eles destacam-se os altos índices de fracasso escolar, que podem ser verificados nos resultados apresentados pelos sistemas de avaliação como a Prova AB, que é uma parceria entre o movimento independente Todos Pela Educação, o Instituto Paulo Montenegro/Ibope, a Fundação Cesgranrio e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), a Avaliação da Educação Básica (Saeb) e a Prova Brasil, ambos realizados pelo Inep. Todas essas avaliações têm revelado que no ano de 2011 os alunos que chegam ao 5º ano do Ensino Fundamental não dominam as competências básicas de leitura, escrita e matemática, principalmente os alunos das escolas públicas.

Além desses dados, a empresa Pearson apresentou em 2012 o resultado de uma pesquisa sobre habilidades cognitivas e desempenho escolar em 40 países. O Brasil ficou na penúltima colocação nesta pesquisa, que considera o resultado de testes de matemática, leitura e ciências

para alunos dos últimos anos do ensino fundamental, indicando que a alfabetização desses alunos não tem sido plenamente efetivada, contribuindo para o alto índice de analfabetos brasileiros (GROSSI, LOPES e COUTO, 2014).

A educação atual perpassa por âmbitos não pensados anteriormente, quando a aprendizagem se dava apenas pela figura do professor como transmissor de informações e o aluno como mero ouvinte. Desde então, muitas foram as mudanças ocorridas, a partir de novas metodologias e reestruturações de modelos de didática. No meio disso, ainda, novos currículos, novos modelos propostos, novas leis, novas visões e, recentemente, um novo documento referência para a elaboração dos currículos escolares, a Base Nacional Comum Curricular (PORTELA, 2020).

A Base Nacional Comum Curricular já havia sido prevista a partir da Lei nº 9394/96 (Lei de diretrizes e bases da Educação Nacional). Lá já existia uma preocupação com um currículo nacional que atendesse as necessidades do Brasil. Nos anos de 1997/1998 foram publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais cuja meta era a construção de currículos-base que atendessem o território brasileiro. A partir de então, muitos estudos foram desenvolvidos e que culminaram com a alteração do ensino fundamental.

A lei nº 11.274, de 2006, alterou a redação do artigo 32 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN (BRASIL, 1996), que passou a vigorar do seguinte modo: “O Ensino Fundamental obrigatório, com duração de 9 (nove) anos, gratuito na escola pública, iniciando-se aos 6 (seis) anos de idade, terá por objetivo a formação básica do cidadão (...)” (BRASIL, 2006).

A implantação de uma política de ampliação do ensino fundamental de oito para nove anos de duração exigiu tratamento político, administrativo e pedagógico, uma vez que o objetivo de um maior número de anos no ensino obrigatório era assegurar a todas as crianças um tempo mais longo de convívio escolar com maiores oportunidades de aprendizagem (BEAUCHAMP; PAGEL; NASCIMENTO, 2007). Essas oportunidades de aprender na escola são importantes, pois

A aprendizagem é afinal um processo fundamental da vida. Todo indivíduo aprende e, por meio da aprendizagem, desenvolve os comportamentos que o possibilitam viver. Todas as atividades e realizações humanas exibem os resultados da aprendizagem. (PORTO, 2007, p.15)

Por trazerem resultados tão significativos, aprender modifica o ser humano o que pode resultar em uma educação que abarca aspectos filosóficos, biológicos, antropológicos e psicológicos. Esses aspectos são elementos que possibilitam a interdisciplinaridade que se

configura como uma rede de relações entre os conteúdos, formando uma teia de saberes interligados. Nesse sentido, é possível dizer que o cérebro desempenha um papel importante neste processo de formação do intelecto humano por meio de conexões neurais que abrem caminhos para o aprendizado.

Os aprendentes do século XXI romperam com os diferentes paradigmas escolares, aceleraram o processo de repensamento das práticas de ensino e estão se oferecendo ao desenvolvimento dos estudos neurocientíficos com muito mais força. Em contrapartida, observa-se a elevação das taxas de ansiedade, receios, inabilidades e dificuldades na própria construção do pensamento, das relações, dos comportamentos e das emoções (TANAKA *et al*, 2013).

O aprendizado escolar é uma etapa essencial ao desenvolvimento intelectual da criança. É na escola que ela receberá conhecimentos que a tornarão apta a ingressar, plenamente, na sociedade letrada. Por meio desse processo iniciado na alfabetização e o aprendizado matemático, a criança deterá ferramentas para acessar conhecimentos cada vez mais complexos em inúmeras áreas da atividade humana (MAIA *et al*, 2011).

Para Batista, 2018 “...os percursos traçados para compreender o funcionamento do cérebro humano requerem empenho e muito exercício mental para se chegar a forma do processo tanto do ensino quanto da aprendizagem”.

A motivação para a aprendizagem pode se averiguar por meio de observações diretas de comportamentos, pelo julgamento de outros e por relatos e autoavaliações, pois

A aprendizagem é uma modificação biológica na comunicação entre os neurônios, formando uma rede de interligações que podem ser evocadas e retomadas com relativa facilidade e rapidez. Todas as áreas cerebrais estão envolvidas no processo de aprendizagem, inclusive a emoção (RELVAS, 2010, p. 35).

Aprender é uma capacidade que nasce com todo ser humana e que é desenvolvida ao longo de toda a sua vida. Alguns aprendizados são por meio de reflexos e instintos e vão se aprimorando à medida que a criança é exposta a outras pessoas que já adquiriram tais capacidades. Este é o caso do ato de mamar, do sorriso, do andar e correr, do brincar e do falar (MAIA *et al*, 2014).

Outros aprendizados, por representarem conquista da cultura humana, devem ser passados de forma estruturada para que possam ser adequadamente absorvido pela criança, como a leitura, a escrita, o cálculo, os esportes e as artes mais elaboradas representam os principais exemplos, sendo a parte que chamamos de aprendizagem escolar (MAIA *et al*, 2011).

“Quando se pretende definir a relação entre o processo de desenvolvimento e a capacidade potencial de aprendizagem, não podemos limitar-nos a um único nível de desenvolvimento. Tem de se determinar pelo menos dois níveis de desenvolvimento de uma criança, já que, se não, não se conseguirá encontrar a relação entre desenvolvimento e capacidade potencial de aprendizagem em cada caso específico. Ao primeiro destes níveis chamamos nível de desenvolvimento efetivo da criança. Entendemos por isso o nível de desenvolvimento das funções psicointelectuais da criança que se conseguiu como resultado de um específico processo de desenvolvimento já realizado” (VYGOTSKY, 1988, p. 111).

Para o entendimento da aprendizagem segundo os estudos de Vygotsky, será utilizada a definição dada por Oliveira (1993, p. 57), sendo esta “o processo pelo qual o sujeito adquire informações, habilidades, atitudes, valores e etc. a partir do seu contato com a realidade, o meio ambiente e as outras pessoas”.

Aprendizagem significativa é o processo por meio do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-litera) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. “Para Ausubel (1982, p. 58), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de idéias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”.

Para aprender é importante considerar aspectos relacionais e culturais da aprendizagem. Aprender é uma atividade complexa, frágil, que mobiliza a imagem de si mesmo, o fantasma, a confiança, a criatividade, o gosto pelo risco e pela exploração, a angústia, o desejo, a identidade, aspectos fundamentais no âmbito pessoal e cultural (PERRENOUD, 2001, p.24).

O processo de ensino e de aprendizagem é complexo e necessita também ser muito bem estruturado, do contrário pode apresentar falhas internas e externas que compreendem uma inabilidade específica, como leitura, escrita ou matemática, em crianças que apresentam resultados significativamente abaixo do esperado para seu nível de desenvolvimento, faixa etária, escolaridade e capacidade intelectual (BARBOSA, 2015).

Para Mercado (1999) a aprendizagem ganha novo significado, deixando de ser vista como simples aquisição e acumulação de conhecimentos, passando a ser concebida como um processo de apropriação individual que, embora utilize as informações, o faz de forma

totalmente diferente, pois supõe que o próprio educando vá buscá-las, saiba selecioná-las de acordo com suas próprias necessidades de conhecimento.

Compreender a complexidade que envolve o ato de aprender significa entender, também, a formação e funcionamento do cérebro, que só foi e é possível em decorrência do envolvimento de estudiosos das mais diversas áreas do conhecimento humano. A junção de interesses científicos e investigativos de todas essas áreas chama-se Neurociências, a ciência do cérebro, pois estuda os neurônios, sua anatomia e também suas funções específicas do sistema nervoso. Dessa forma, o estudo das funções neurais envolvidas na aprendizagem fez com que os cientistas se debruçassem nos estudos que correlacionam ciência e SNC. O resultado dessas pesquisas nos trouxeram a Neurociências.

A Neurociências é caracterizada pelo estudo do Sistema Nervoso, especialmente do cérebro. Ela procura conhecer os diferentes espaços cerebrais, compreendendo os processos mentais pelos quais aprendemos, agimos e lembramos. Reúne as disciplinas que estudam o sistema nervoso normal e patológico, conhecendo a anatomia e a fisiologia do cérebro (FILIPIN *et al.*, 2016). Para Lent (2010) o termo mais apropriado para designar este conhecimento na atualidade seria Neurociências (no plural).

De forma geral, a Neurociências objetiva a compreensão dos processos cerebrais, pode ser dividida, considerando diferentes metodologias e ênfases, de forma simples, em cinco grandes disciplinas (LENT, 2010).

Quadro 1 - Objeto de estudo das áreas de pesquisa neurocientíficas.

ÁREA	OBJETO DE ESTUDO
Neurociência Molecular	Importância funcional e interação de diferentes moléculas no SN.
Neurociência Celular	Células que formam o SN, considerando suas estruturas e funções.
Neurociência Sistêmica	Sistemas compostos por células no SN, como sistema auditivo, sistema visual, sistema motor, entre outros.
Neurociência Comportamental	Estruturas neurais que definem comportamentos e fenômenos psicológicos.
Neurociência Cognitiva ou Neuropsicologia	Capacidades mentais complexas como a linguagem, a autoconsciência, a memória e a aprendizagem.

Fonte: Crespi *et al.* 2020

Esses desdobramentos da Neurociências chegaram à escola para auxiliar na compreensão do ato de ensinar e aprender, conforme comenta Relvas:

A Neurociências na escolarização pode ser compreendido como o estudo da estruturação, do desenvolvimento, da evolução e do funcionamento do sistema nervoso sob o enfoque plural: biológico, neurobiológico, psicológico, matemático, físico, filosófico e computacional, voltado para aquisição de informações, resolução de problemas e mudança de comportamento, contextualizados e alicerçados nas informações do âmbito escolar (RELVAS, 2017, p. 64).

Há algum tempo atrás, a Neurociências não tinha um papel tão relevante nem se aproximava do conceito de Educação, porque se acreditava que existia uma unidade básica do sistema nervoso – o Neurônio – e que este não passava pelo processo de regeneração, todas as células morriam e não ocorria esse processo de se regenerar. No entanto, no final do século XX, o Neurônio foi reconhecido “como uma célula capaz de se modificar, estrutural e funcionalmente (...) provocando uma reorganização cerebral que atenda a cada fase de vida do indivíduo” (OLIVEIRA, 2015, p. 15).

Nas últimas décadas, devido às evoluções na realização de exames de neuroimagens e a crescente divulgação de pesquisas neurocientíficas, a área da Neurociências aplicada à Educação sofreu evoluções em suas pesquisas, e tais conhecimentos vêm contribuindo substancialmente para que os educadores avaliem e descubram novas práticas pedagógicas que reconheçam a relevância do cérebro como órgão responsável pela aprendizagem. “Estudos recentes da Neurociências na Educação têm aumentado significativamente e vem conquistando espaços em vários âmbitos do processo educativo” (GROSSI; LOPES e COUTO, 2014, p.7).

A Neurociências é uma das áreas que mais avançou em termos de indagação e investigação sobre o funcionamento do cérebro e suas relações com a educação nos últimos tempos, principalmente a partir do século XX (ALVARENGA, 2012). Quando pensamos nesse tema, a primeira impressão que temos é a de que se trata de algo de difícil compreensão, porém, tem-se visto que os conhecimentos gerados por essa ciência podem trazer vários benefícios, principalmente na Educação e no processo de ensino e de aprendizagem (REZENDE, 2008 *Apud* FILIPIN *et al.*, 2014).

O trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente, se ele conhece o funcionamento cerebral, o que lhe possibilita desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais adequadas (ANSARI, 2005; ANSARI; COCH, 2006; GOSWAMI, 2006; COCH; ANSARI, 2009; CUBELLI, 2009; MASON, 2009; WILLINGHAM, 2009 *apud* GUERRA, 2011).

Avançando as pesquisas entre Neurociências e Educação, Bartoszeck (2013, s.p.), apresenta sete princípios da Neurociências:

1. Aprendizagem, memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem.
2. O cérebro se modifica aos poucos, fisiológica e estruturalmente, como resultado da experiência.
3. O cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.
4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.
5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.
6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.
7. O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.

Sabe-se que o Sistema Nervoso (SN) do ser humano permite que ocorra toda sua experiência sensorial e motora, memória, aprendizagem, emoção e comportamento. O SN possui uma estrutura que permite a recepção, transmissão, organização, análise e resposta aos estímulos ambientais e, compreender como esta estrutura funciona ajuda na compreensão de como acontece o processo de pensamento e de aprendizagem, que é único para cada pessoa (GROSSI; BORJA, 2016).

O cérebro e seus mecanismos de aprendizagem são um desafio que não tem inquietado apenas os pesquisadores das neurociências. As descobertas nessa área têm trazido grandes oportunidades de desfrute e, portanto, trata-se de um patrimônio humano visto referir-se ao cérebro e suas funções (CHEDID, 2007).

Com o avanço da Neurociências torna-se possível conhecermos o funcionamento do cérebro e como é transformado o estímulo ambiental em aprendizagem. Também, a ação dos neurônios ao analisar, evocar e armazenar informações. O conhecimento sobre Neurociências relacionada às práticas pedagógicas não oferece métodos didáticos para o contexto escolar, mas auxilia na compreensão científica do processo de ensinar e aprender, explicando cientificamente a formação da inteligência, do comportamento e das emoções. Assim, compreendemos que, para aprender, é necessário estar em contato com novos desafios, novos estímulos para diversas áreas cerebrais, buscando desenvolver as potencialidades humanas (GOUVEIA; PARRA, 2016).

A partir da expansão dos estudos da Neurociências, os cientistas da Educação passaram a compor equipes multidisciplinares de pesquisa neurocientífica, dando sua contribuição para o entendimento da aprendizagem baseadas no cérebro. Os assuntos ligados à cognição, nomeadamente quanto as altas funções executivas como linguagem, escrita, memória, atenção, percepção, órgãos dos sentidos e a aprendizagem, são exemplos de temáticas investigadas (CHEDID, 2007).

Embora os processos cognitivos ainda não sejam integralmente conhecidos, devido às limitações técnicas e éticas que o estudo do comportamento humano impõe, grande progresso já foi alcançado, incluindo descobertas que permitiram uma abordagem mais científica do processo de ensino e de aprendizagem porque esclarecem alguns dos mecanismos cerebrais responsáveis por funções mentais importantes na aprendizagem (BLAKEMORE; FRITH, 2005; Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos, 2007 *apud* GUERRA, 2011).

O aprofundamento resultante do engajamento de cientistas da Neurociências e da Educação fez surgir a Neuroeducação que se deu por meio da intercessão entre a Psicologia, Neurociências e Educação. Trata-se de um campo emergente que modifica estruturas funcionais limitantes na aprendizagem e aperfeiçoa os modos como se aprende por meio do seu mapeamento cerebral, possibilitando a expressão máxima da sua potencialidade. Possibilita, também, algumas compreensões sobre o processo de aprendizagem que ainda não eram possíveis de serem entendidos e que vão auxiliar o professor quanto às novas estratégias de ação em sala de aula (JUNIOR, 2016).

O avanço da Neurociências é de grande importância para o entendimento dessas funções corticais superiores envolvidas no processo de aprendizagem. Há apenas uns poucos anos, dentro do campo da Neuropsicopedagogia infantil, tem se desenvolvido uma especialidade, interface entre as áreas da saúde e da Educação, chamada Neuropsicopedagogia, Neuropedagogia ou Neuroeducação segundo enfoque teórico-prático dos diferentes países (dada a atualidade do tema, está ainda sendo construído um entendimento do termo que melhor designa esta tendência de estudos transdisciplinares; optamos pelo uso do termo Neuroeducação por ser o mais corrente (RELVAS, 2020).

A Neuropsicopedagogia tem como foco compreender o funcionamento do sistema nervoso, integrando suas diversas funções, intervindo na melhora das dificuldades de aprendizagem. Também contribui para a educação, pois abre possibilidades para o educador perceber o indivíduo em sua totalidade, a partir de conhecimentos neurocientíficos, pedagógicos e psicológicos (ACAMPORA *apud* PEDRO, 2018).

Já a Neuropedagogia tem como área de atuação compreender de que forma o cérebro aprende. Para tanto, busca em ferramentas e recursos pedagógicos apropriados formas de atender às necessidades individuais e coletivas no processo de aprender (RELVAS, 2012). É na mediação docente que se efetiva a ação de fornecer as ferramentas adequadas para que a aprendizagem aconteça.

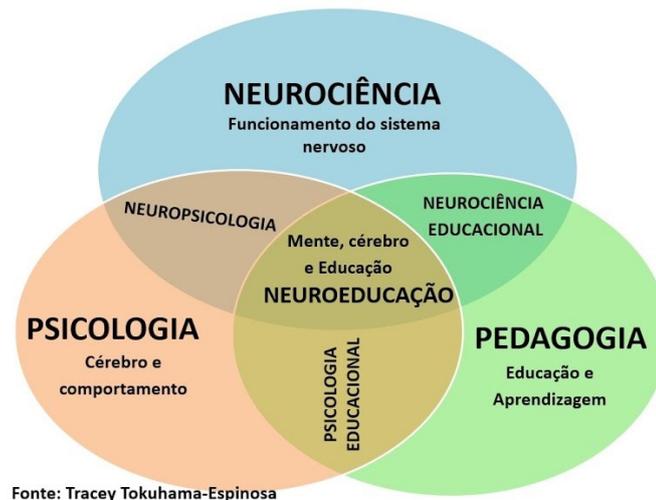
Se a Neuropedagogia se interessa pelo processo de ensinar, a Neuroaprendizagem

Pretende simultaneamente construir um conhecimento sobre o aprendizado e desenvolver práticas pedagógicas concretas. Não se trata, portanto, somente de um campo de estudos nem somente de um campo de práticas, mas um campo que se propõe articular pesquisa e prática, de forma tornar a educação mais “eficaz” (LISBOA, 2015, p.15).

De acordo com a nova disciplina, a Pedagogia escolar e a Didática concedem maior importância ao fato de que a aprendizagem se baseia em processos cerebrais, e que os resultados cognitivos se ampliam paralelamente ao desenvolvimento do cérebro infantil. Sobre essa base, a proposta da Neuroeducação é a de investigar as condições nas quais a aprendizagem humana pode ser otimizada ao máximo. É imprescindível, então, só tentar entender como a cognição e a consciência nascem da atividade do cérebro, assim como dominar a sequência pela qual ocorrem os eventos neuromaturacionais da criança enquanto cresce, se desenvolve e aprende (MAIA *et al*, 2011).

De acordo com a **Figura 1**, a Neuroeducação combina o conhecimento Neurociências, a Educação e a Psicologia e das estruturas e funcionamentos do cérebro ao poder da conquista nas variadas maneiras e estratégias para facilitar a aprendizagem. Metodologias bem aplicadas e trabalhadas de forma correta proporcionarão uma satisfação em querer sempre avançar na busca da sabedoria e atender aos objetivos do processo, atingindo o esperado pelo educador em que o sucesso em sua aprendizagem é um retorno garantido para muito além da sua formação, a vida profissional. É por isso que formar indivíduos conscientes dos seus deveres, com senso crítico e personalidade firme, faz parte do compromisso desse professor educador que aponta os caminhos, apresenta diretrizes capazes de levá-los à conquista de novos horizontes (RACHID, 2012).

Figura 1 - O surgimento da Neuroeducação.



A figura nos remete ao caráter interdisciplinar da Neuroeducação. O neuroeducador analisa os métodos e técnicas de ensino, verificando a eficiência das práticas, enquanto o psicólogo colabora explicando os comportamentos da aprendizagem, compreendendo os mecanismos da mente, como se processa as emoções dos indivíduos dentro do processo cognitivo, a motivação do aluno e decisões a serem tomadas. A Neuroeducação atua como um campo que integra pesquisadores que buscam compreender a aprendizagem, os educadores e os educandos, mostrando uma aproximação traçada entre os laboratórios dos neurocientistas que estudam a cognição e segue para a elaboração de estratégias aplicadas aos processos pedagógicos (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008).

Os principais resultados dessa convergência entre esses campos do saber dizem respeito à aplicação de conhecimentos dos fenômenos da aprendizagem, memória, linguagem e ciclos biológicos. No desenvolvimento acadêmico infanto-juvenil, o que predomina é a chamada Neurociência Cognitiva. Já existem novos campos explorados pelos neuroeducadores, como a arte (música e pintura), os desportos (dança e jogos) (NICHOLS e NEWSOME, 1999; GAZZANIGA, 2009; PENNINGTON *et al.*, 2007). Esses experimentos apresentam resultados positivos e auxiliam no desenvolvimento de novas estratégias que auxiliam o docente na elaboração de conteúdos curriculares.

Segundo Tokuhamas-Espinosa, (2008) a Neuroeducação tem agregados pelo menos 14 princípios importantes que norteiam os estudos na área, identificando o que pode facilitar ou dificultar a apreensão do conhecimento.

1.Motivação: os estudantes desenvolvem melhores capacidades cognitivas quando a presença da motivação é considerável.

- 2. Estresse:** constitui-se como elemento que desencadeia maiores dificuldades no aprendizado.
- 3. Ansiedade:** age como lacunas bloqueadoras da construção do conhecimento.
- 4. Depressão:** estados depressivos atrapalham consideravelmente o processo.
- 5. Tom de voz:** o tom de voz de outra pessoa pode ser recebido pelo cérebro como um potencial ameaçador, bloqueando a capacidade cognoscível do aluno.
- 6. Interação:** em que o aluno faz uma leitura das expressões faciais do outro e dependendo do resultado dessa leitura, o aprendizado pode ser facilitado ou não.
- 7. Feedback:** considerado importante para o aprendizado.
- 8. As emoções:** é um fator extremamente relevante no processo.
- 9. Mecanismos** geradores de movimentos e inovação são determinantes na hora do ensino e aprendizagem.
- 10. O estado de humor:** potencializa as aberturas para entrada de conhecimento.
- 11. A alimentação:** adequada é sumariamente importante.
- 12. O sono satisfatório:** serve de meio para a consolidação do conhecimento adquirido.
- 13. Preferências cognitivas:** são de acordo com a estrutura cerebral e peculiar de cada indivíduo.
- 14. As variedades de práticas de ensino:** favorece a aprendizagem das diferentes inteligências dos educandos (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008 p.78).

O pesquisador de Neuroeducação se interessa em analisar não só os transtornos de aprendizagem, mas também os distúrbios físicos ou neurológicos a fim de buscar estratégias específicas e diferenciadas que contribuam para a superação de possíveis barreiras ou, pelo menos, a minimização dos obstáculos impostos (ARANHA e SHOLL-FRANCO, 2012).

2 CONTEXTO DA PESQUISA

O autor da presente pesquisa iniciou sua trajetória acadêmica no curso de Fisioterapia (FRASCE – Faculdade de Reabilitação e Assistência à criança excepcional – Rio de Janeiro), com término em 1993. Posteriormente, frequentou o curso de pós-graduação (Lato Sensu) em Anatomia Humana e Cinesiologia na Universidade Castelo Branco- RJ concluído no ano 1999. Atuou como fisioterapeuta no Hospital de Clínicas de Ipanema e no Hospital Barra D’or na unidade de terapia intensiva. No ano de 2003 fixou residência em Santa Catarina, passando atuar como docente do curso de Fisioterapia na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Nesta Universidade deu início deu ao Mestrado em Ciências da Saúde, no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde PPGCS – concluindo em 2009. Em 2005 iniciou atividades de docência no Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. Em 2017, iniciou o Doutorado em Educação em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde começou seus estudos sobre o conhecimento sobre Neurociências aplicada à Educação (Neuroeducação) dos

professores da rede pública do ensino fundamental de uma cidade do sul de Santa Catarina. Atualmente, o autor é professor do UNIBAVE nos cursos de Enfermagem, Farmácia, Educação Física e Psicologia e como Fisioterapeuta, atuando na linha de frente no combate à Covid 19.

3 PROBLEMA NORTEADOR DA PESQUISA

Pensando a Educação como um direito comum a todos os humanos e que as distinções sociais não devam preponderar a esse direito, tanto alunos de escolas privadas como de escolas públicas devem partilhar direitos iguais no que se refere à aprendizagem e ao desenvolvimento global de potencialidades. Dessa forma, pensar em oportunidades iguais para todos, é também refletir sobre o quanto à ciência e à pesquisa podem contribuir para que todos os sujeitos da aprendizagem possam participar ativamente do ato de aprender.

Uma das questões que sempre estiveram presentes no cotidiano da docência está centrada no fazer e no pensar no cotidiano da sala de aula. O trabalho em sala de aula nos permite refletir e discutir de que forma os conhecimentos de Neurociências contribuem para a Educação, além de chamar a atenção para as implicações sociais e éticas do que, à primeira vista, parece ser um avanço puramente tecnológico e científico. As questões que nortearão a pesquisa estão centradas no sujeito docente e em suas práticas cotidianas no ato de ensinar. Assim, elencamos algumas destas perguntas:

Como se constrói conhecimento?

Como acontece o processo de ensino e de aprendizagem?

O professor que trabalha no ensino fundamental tem conhecimento de como o aluno/estudante aprende?

A partir destas questões, elaboramos, então, a pergunta norteadora da tese: Qual o conhecimento sobre Neurociências aplicada à Educação (Neuroeducação) dos professores da rede pública estadual do Ensino Fundamental de uma cidade do sul de Santa Catarina?

Buscando responder a estes questionamentos é que elaboramos como objetivos dessa pesquisa:

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 Objetivo Geral

Investigar o conhecimento sobre Neurociências aplicada à Educação (Neuroeducação) dos professores da rede pública do ensino fundamental de uma cidade do sul de Santa Catarina.

3.1.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar aspectos das Neurociências relacionados à Educação que possam subsidiar e contribuir para a formação dos professores, analisando a produção científica a partir dos aportes teóricos de autores do campo da Neurociências e da Educação;
- Apontar as contribuições da Neurociências para a Educação, especificamente quanto à compreensão do processo de aprendizagem;
- Verificar se os professores têm conhecimento da Neurociências na Educação e se utilizam na sua prática docente;
- Identificar se os conhecimentos da Neurociências e Educação fazem parte dos conteúdos de estudo da formação continuada dos professores da rede pública do ensino fundamental de cidade do sul de Santa Catarina-SC;
- Sugerir metodologias de aprendizagem a partir da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel focadas nos princípios da Neuroeducação.

4 ESPAÇO DA PESQUISA

A pesquisa presente tem sua amostra composta por 62 (100%) dos professores do Ensino Fundamental que lecionam na rede pública estadual de uma cidade do sul de Santa Catarina - SC.

De acordo com a secretaria de estado de Educação - SER (2020), o município conta com quatro Escolas de Ensino Fundamental, totalizando 1.201 estudantes no município.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia de pesquisa aplicada nesse estudo consiste em uma abordagem quantitativa e qualitativa, de natureza aplicada, com o objetivo de ser exploratória (investigação

sobre os temas propostos) e descritiva (relaciona variáveis por meio de aplicação de questionários), fazendo uso de procedimentos: documental, bibliográfico e levantamento de dados. Os sujeitos da pesquisa são 62 docentes que atuam na rede estadual de ensino de um município do sul de Santa Catarina e corresponde a 100% do quadro em exercício no início de 2019, quando o pesquisador entrevistou com o grupo, aplicando questionário antes e após a intervenção.

De natureza mista, combinando dados de cunho qualitativo e quantitativo, o estudo visa uma análise transversal dos dados, a fim de apresentar dados que contemplem as características de ambas as abordagens. A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização (GERHARDT *et al.*, 2009). Segundo Minayo (2012), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, crenças, aspirações, valores, motivos, e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Por outro lado, a pesquisa quantitativa apresenta resultados que podem ser quantificados, ou seja, faz uso de linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre as variáveis (DA FONSECA, 2002). Frente ao exposto, a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite unir mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

Conforme Gil (2008, p. 27), a pesquisa exploratória justifica-se por ser “desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”, com levantamento bibliográfico com discussão entre especialistas na temática abordada. Na coleta de dados, considerou-se Bogdan e Biklen (1994) que afirmam que os dados coletados auxiliam na construção de um conjunto de informações, selecionando e sintetizando os dados colhidos entre os autores pesquisados. A coleta quantitativa foi realizada de acordo com Lakatos e Marconi (2017, p. 186): “aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar”.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário fechado composto por 20 questões e aplicado a um grupo de 62 docentes da Rede Pública do Ensino Fundamental em Escolas do Sul de Santa Catarina- SC. O questionário foi elaborado a partir de outro roteiro de pesquisa elaborado por Crespi *et al.* (2020) e adaptado pelos pesquisadores neste estudo.

A coleta de dados foi realizada por meio de:

1ª Etapa – Contato com os diretores das escolas para identificar os professores e as turmas que participaram do estudo.

2ª Etapa – Os professores foram convidados pelo pesquisador para a realização de uma entrevista, objetivando explicar a pesquisa e, em aceitando, assinar o TCLE. O contato foi feito pessoalmente pelo pesquisador *in loco*.

3ª Etapa – Os professores participantes da pesquisa foram convidados a participar de um curso de Educação continuada sobre “Neuroeducação, a Neurociências na escola” e foram submetidos a uma avaliação pré e pós curso de Educação continuada por meio de um questionário.

O curso de formação continuada foi composto por quatro encontros de quatro horas cada e ofertado entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020. No primeiro encontro, aplicou-se, anteriormente à discussão dos conteúdos propostos, um questionário de pré-teste composto por um instrumento de identificação docente e por questões fechadas sobre as relações entre Neurociências e Educação, bem como sobre os fatores de influência no desenvolvimento cerebral infantil, os períodos críticos de aprendizagem na infância, a neuroplasticidade, a maturação cerebral, a memória, a emoção, os vínculos afetivos e a aprendizagem. No último encontro, o mesmo questionário foi reaplicado, com intuito de verificar se a formação ofertada promoveu esclarecimentos sobre a temática aos docentes participantes.

Como etapa inicial do estudo, aplicou-se um instrumento de identificação docente para realizar um breve levantamento do perfil das docentes participantes da formação continuada. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi lido e assinado pelas participantes em que todos concordaram com a divulgação dos dados coletados nos questionários de pré e pós-teste. Após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, realizou-se a aplicação do questionário pré-teste.

Os tópicos abordados nos questionários pré e pós-teste referem-se ao conhecimento sobre as Neurociências e Educação, bem como sobre os fatores de influência no desenvolvimento cerebral infantil, os períodos críticos de aprendizagem na infância, a neuroplasticidade, a maturação cerebral, a memória, a emoção, os vínculos afetivos e a aprendizagem.

A coleta dos dados foi feita após leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos professores, onde todos os participantes concordaram com a divulgação dos dados. O critério de inclusão na pesquisa foi o professor(a) ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido e concordado com o uso dos dados coletados para estudos

derivados da referida coleta.

Quanto ao referencial teórico, a pesquisa sobre a relação entre Educação, Neurociências e Neuroeducação fundar-se-á em autores como: Bear, Connors e Paradiso (2008); Kandel (2014); Macedo e Bressan (2016); Maia (2011 e 2014); Bartoszeck, (2006, 2007, 2009, 2013 e 2017); Lisboa (2015); Oliveira (2015); Pedro (2018); Relvas (2008, 2010, 2012, 2011, 2015 e 2020); Izquierdo (2011); Lent (2010); Aranha e Sholl-Franco (2012); Ratey (2001); Cosenza e Guerra (2011); Herculano-Houzel (2009); Chaves (2017) e Campos (2017). No campo da formação de professores, buscará fundamentação em autores como Tardif (2002), Campos (2013) e Imbernón (2010).

Os dados coletados nos questionários foram tratados com o uso do programa SPSS (IBM Statistical Package for the Social Sciences) versão 25 (2017).

Após conclusão da tese de doutorado, os dados serão apresentados aos gestores e docentes das três escolas públicas estaduais de uma cidade do sul de Santa Catarina - SC, buscando auxiliá-los na análise da compreensão do conhecimento dos professores sobre a Neurociências e suas contribuições para a Educação e sugerir metodologias de aprendizagem a partir da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel focadas nos princípios da Neuroeducação. Outro aspecto relevante é socializar este estudo entre os educadores como forma de dialogar com a Neurociências no estado de Santa Catarina, objetivando torná-la um campo de conhecimento auxiliar no processo de ensinar e aprender.

6 ESTRUTURA DA TESE

Estando dentro da linha de pesquisa “Educação científica: processos de ensino e aprendizagem na escola, na universidade e no laboratório de pesquisa” do Programa de Pós Graduação Educação em Ciências- Química da Vida e Saúde da Universidade do Rio Grande do Sul – UFRGS, esta tese desenvolve-se a partir do objetivo geral e de objetivos específicos, que ao decorrer da pesquisa geraram seis artigos científicos, os quais compõem os capítulos apresentados.

No primeiro capítulo, “*Compreensão do processo de aprendizagem: as contribuições da Neuroeducação*”, investiga como se dá a compreensão do processo de aprendizagem segundo as contribuições da neuroeducação, haja vista a necessidade de estratégias didáticas que respeitem às especificidades de cada aluno e que promovam condições para que estes

avancem em seus processos de aprendizagem. Com essa revisão de literatura, percebe-se uma convergência entre os estudos dos diversos autores que apontam que os estudos de neuroeducação podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias que auxiliam o aluno em sua aprendizagem e com embasamento científico, sobretudo respeitando a forma como o cérebro funciona.

No segundo capítulo, “*Neurociências e a sua prática em sala de aula*”, tem como objetivo é apresentar a Neurociências e sua prática em sala de aula. Partindo do pressuposto de que aprender é promover a modificabilidade cognitiva e comportamental e de que todo este processo resulta do funcionamento cerebral, compreender as bases neurobiológicas da aprendizagem torna-se fundamental na formação do professor no século XXI.

O terceiro capítulo, “*Neurociências e Educação: refletindo sobre a formação inicial de docentes*”, visa investigar sobre os conhecimentos prévios dos docentes participantes da pesquisa no tocante à Neurociências e Educação, analisando, entre outros aspectos, se os participantes haviam tido acesso em sua formação inicial a conteúdos relacionados às Neurociências.

O quarto capítulo, “*Neurociências e Formação Continuada: Reflexões sobre o conhecimento docente da Rede Pública do Ensino Fundamental em Escolas do Sul de Santa Catarina/SC*”, apresenta uma pesquisa sobre a formação continuada de um grupo de docentes da Rede Pública do Ensino Fundamental em Escolas do Sul de Santa Catarina/SC. A pesquisa tem por objetivo verificar o conhecimento das Neurociências antes e após o curso de formação continuada sobre Neurociências e Educação. Os docentes participaram de estudos de formação distribuídos em quatro encontros de quatro horas cada e ofertados entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020 nos quais foram expostas aos conhecimentos atuais das Neurociências e Educação, bem como sobre os fatores de influência no desenvolvimento cerebral infantil, os períodos críticos de aprendizagem na infância, a neuroplasticidade, a maturação cerebral, a memória, a emoção, os vínculos afetivos e a aprendizagem. Adotou-se como procedimento metodológico a pesquisa-ação. Como resultado, reconhecemos a formação continuada como imprescindível para a melhoria da educação. A intervenção de políticas públicas na sua promoção ou, ao menos, na facilitação de sua execução, é vital para a mudança do cenário educacional.

O quinto capítulo, “*Neuroeducação e aprendizagem significativa*”, tem como objetivo verificar relação entre Neuroeducação e aprendizagem significativa. Com essa revisão de literatura, percebe-se uma convergência entre os estudos dos diversos autores que apontam que

os estudos de Neuroeducação podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias que auxiliam na aprendizagem significativa. É relevante para ensinar de forma significativa e a contribuição da Neuroeducação com explicações científicas a respeito da estrutura e funcionamento do cérebro e como isto auxilia para que os docentes possam melhorar suas estratégias de forma a incorporar a Teoria da Aprendizagem Significativa em sala de aula.

Dessa forma, organizamos essa tese, apresentando os artigos que foram produzidos e que compoem a estrutura que descrevemos anteriormente.

CAPÍTULO I - Compreensão do processo de aprendizagem: as contribuições da Neuroeducação.



Submetido na Revista Pedagógica em 16/01/2021

Aceito em 21/02/2021

Publicado em: 05-04-2021

ISSN Eletrônico: 1984-1566

ISSN Impresso: 1415-8175

Chapecó/SC-Brasil,2021 <https://bell.unochapeco.edu.br/index.php/pedagogica/index>

QUALIS DA REVISTA EM ENSINO: B1

COMPREENSÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM: as contribuições da Neuroeducação

ENTENDIENDO EL PROCESO DE APRENDIZAJE: las contribuciones de la Neuroeducación

UNDERSTANDING THE LEARNING PROCESS: the contributions of Neuroeducation

Claudio Sergio da Costa¹<https://orcid.org/0000-0001-5162-0304>

Márcia Finimundi Nóbile²
<https://orcid.org/0000-0001-7434-3661>

Lívia Regina Saiani Crespi³
<http://orcid.org/0000-0002-0689-3378>

Resumo

O artigo objetiva investigar como se dá a compreensão do processo de aprendizagem segundo as contribuições da Neuroeducação, haja vista a necessidade de estratégias didáticas que respeitem as especificidades de cada aluno e que promovam condições para que estes avancem

em seus processos de aprendizagem. Assim, esse estudo se desenvolveu a partir de uma revisão de literatura científica em artigos publicados entre janeiro de 2009 a janeiro de 2019, na base de dados SciELO. Além desses estudos, também livros sobre o tema foram utilizados para a estruturação do artigo. O período do estudo transcorreu de setembro de 2009 a dezembro de 2019. Com essa revisão de literatura, percebe-se uma convergência entre os estudos dos diversos autores que apontam que os estudos de neuroeducação podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias que auxiliam o aluno em sua aprendizagem e com embasamento científico, sobretudo respeitando a forma como o cérebro funciona. O estudo também aponta que os conhecimentos agregados às neurociências podem contribuir substantivamente para a educação e, ainda, melhorar a qualidade de vida do indivíduo e da sociedade.

Palavras-chave: Neuroeducação. Cérebro. Educação. Aprendizagem.

Resumen

El artículo tiene como objetivo investigar cómo entender el proceso de aprendizaje según los aportes de la neuroeducación, dada la necesidad de estrategias didácticas que respeten las especificidades de cada alumno y que promuevan las condiciones para que avance en sus procesos de aprendizaje. Así, este estudio se desarrolló a partir de una revisión de la literatura científica en artículos publicados entre enero de 2009 y enero de 2019, en la base de datos SciELO. Además de estos estudios, también se utilizaron libros sobre el tema para estructurar el artículo. El período de estudio fue de septiembre de 2009 a diciembre de 2019. Habiendo hecho las lecturas de manera reflexiva, entendemos que la neuroeducación puede ser una de las herramientas que ayuden al docente a proponer estrategias pedagógicas con base científica, especialmente respetando el funcionamiento del cerebro. El estudio también señala que el conocimiento agregado a las neurociencias puede contribuir sustancialmente a la educación y, además, mejorar la calidad de vida del individuo y la sociedad.

Palabras clave: neurociencia. Cerebro. Educación. Aprendizaje.

Abstract

The article aims to investigate how to understand the learning process according to the contributions of neuroeducation, given the need for didactic strategies that respect the specificities of each student and that promote conditions for them to advance in their learning processes. Thus, this study was developed from a review of the scientific literature in articles published between January 2009 and January 2019, in the SciELO database. In addition to these studies, books on the topic were also used to structure the article. The study period ran from September 2009 to December 2019. Having done the readings in a reflexive way, we understand that neuroeducation can be one of the tools that help the teacher to propose pedagogical strategies with scientific basis, especially respecting the way the brain works. The study also points out that the knowledge added to the neurosciences can contribute substantially to education and, also, improve the quality of life of the individual and society.

Keywords: Neuroeducation. Brain. Education. Learning.

INTRODUÇÃO

Passados vinte anos do século XXI e com os avanços advindos das tecnologias de

informação e comunicação, para onde se direcionam as inovações no campo das metodologias de ensino? A explosão tecnológica chegou à escola na mesma velocidade que alcançou em outros campos da sociedade ou a metodologia tradicional ainda se faz presente no dia a dia da atividade escolar? Estas questões são pertinentes para se refletir uma vez que a escola é uma instituição formal de ensino pautada em estratégias de ensinar e aprender.

Apesar das inúmeras transformações e (re) atualizações ao longo de sua existência e que, paradoxalmente, resiste ao tempo, continua sendo questionada sobre sua adequação aos padrões de ensino exigidos pela atualidade, mas, ao mesmo tempo, é retentora de grande parte das instituições de ensino do país e é valorizada por parte da sociedade que baseia suas crenças de que a escola tradicional é a que melhor forma. “Os estudos devem servir para fazer surgir o interesse para seu objeto. Os estudos só devem durar um certo tempo, enquanto o interesse deve subsistir durante toda a vida” (HERBART, 1982, p.97).

Nesse sentido, argumenta-se que a escola preserva características que a conectam ao modelo tradicional de ensino. No entanto, é necessário também se refletir sobre o termo tradicional relacionado à Pedagogia, pois o termo tradicional, quando referido à Pedagogia herbartiana, deve ser compreendido no sentido de que ele compôs uma proposta que se constitui como clássica, orientada pela preocupação em que a educação pudesse contribuir para a formação do povo de uma nação e não reduzido às interpretações ‘pejorativas’ que têm sido dadas ao termo tradicional para significar métodos de ensino desqualificados, autoritários e outros sentidos.

Na ótica do autor, o interesse do aluno é o fio de Ariadne ao longo do qual a instrução educativa avança regularmente, pois a cada momento, “a mente do aluno progride numa determinada direção e numa determinada velocidade. Esse é o efeito do ensino ministrado até o presente, e isso indica ao mestre a direção e a velocidade que ele deve, doravante, a ir em frente” (HERBART, 1982, p. 101).

Posteriormente, os estudos de Herbart não chegaram à academia da mesma forma que de outros pensadores e conforme Saviani (1991) o ensino tradicional passou a fundamentar-se na filosofia da essência, de Rousseau, passando à pedagogia da essência. Essa pedagogia acredita na igualdade essencial entre os seres humanos: a de serem livres, e essa igualdade vai servir de base para estruturar a pedagogia da essência, respaldando o surgimento dos sistemas nacionais de ensino, pautados em uma metodologia de docência tradicional, com o docente no centro do processo de ensino e aprendizagem e o aluno como um indivíduo

passivo em aguardo dos conhecimentos transmitidos pelos educadores. Saviani (1991) observa que na década de 1990 o ensino ainda era majoritariamente tradicional e explica que esta abordagem de ensino,

Esse ensino tradicional que ainda predomina hoje nas escolas se constituiu após a revolução industrial e se implantou nos chamados sistemas nacionais de ensino, configurando amplas redes oficiais, criadas a partir de meados do século passado, quando, consolidado o poder burguês, aciona-se a escola redentora da humanidade, universal, gratuita e obrigatória como um instrumento de consolidação da ordem democrática (SAVIANI, 1991, p.54).

Na abordagem tradicional de ensino entende-se que a inteligência é uma faculdade que torna o ser humano capaz de armazenar informações, das mais simples às mais complexas. Ainda com Saviani se reflete sobre alguns conceitos que precisam ser bem explicitados. Para o autor, o “clássico” não se confunde com o tradicional e não se opõe, necessariamente, ao moderno e muito menos ao atual. O clássico é aquilo que se firmou como fundamental, como essencial. Pode, pois, se constituir num critério útil para a seleção dos conteúdos do trabalho pedagógico” (SAVIANI, 2003, p.13).

Saviani (2003, p.101) explicita que:

Tradicional é o que se refere ao passado, ao arcaico, ultrapassado. Nesse sentido, nós temos que combater a pedagogia tradicional e reconhecer a validade de algumas das críticas na educação, pois este não se confunde com o tradicional. Clássico é aquilo que resistiu ao tempo, logo sua validade extrapola o momento em que ele foi proposto.

Assim, Saviani faz referência a aspectos que são permanentes, que “se firmam” no âmago da multifacética produção de conhecimento em contextos sociais diversos no processo de formação do gênero humano. Nas entrelinhas de suas citações se autorrevela, de forma implícita, um entendimento de quanto o caráter universal dos conceitos escolares é necessário e significativo na construção de conhecimentos.

Como Saviani, outros pesquisadores também discutiram a questão do ensino tradicional, pautado naquilo que se tornou obsoleto e cuja finalidade é reproduzir sem reflexão. Entre os estudiosos de uma pedagogia mais reflexiva, surgem os escritos de Paulo Freire que trazem à luz o objetivo desse tipo de ensino, baseado na memorização pura e simples dos conhecimentos. A partir de então, outras abordagens metodológicas são estudadas e ganham forças entre os educadores que pensam em uma escola mais inclusiva e com a participação de todos os atores envolvidos no processo de ensinar e de aprender.

Assim, tentando romper com a visão da metodologia tradicional, nas últimas décadas do século XX, Piaget e Vigotski chamam a atenção para a utilização de

metodologias de estudo qualitativas na educação. Os dois refutam qualquer explicação de desenvolvimento como mero acúmulo quantitativo de aquisições. O método clínico-piagetiano coloca claramente esse ponto. Investigar o raciocínio do aluno não significa simplesmente dar problemas formais para serem resolvidos individualmente, de forma rígida. Segundo o estudioso:

O desenvolvimento é um processo que diz respeito à totalidade das estruturas de conhecimento. Aprendizagem apresenta o caso oposto. Em geral, a aprendizagem é provocada por situações - provocada por psicólogos experimentais; ou por professores em relação a um tópico específico; ou por uma situação extrema. Em geral, é provocada e não espontânea. Além disso, é um processo limitado – limitado a um problema único ou a uma estrutura única. Assim, eu penso que desenvolvimento explica aprendizagem, e essa opinião é contrária à opinião amplamente difundida de que o desenvolvimento é uma soma de experiências discretas de aprendizagem (PIAGET, 1964, p.176).

Castro Filho (2007) afirma que podemos aprender muito sobre o raciocínio da criança, se criamos tarefas, que embora bem estruturadas, não são rígidas em sua aplicação, nem devem ser resolvidas pelo sujeito isoladamente. O experimentador precisa participar com o aluno na resolução do problema. Pensar o processo de ensino a partir da técnica de resolução de problemas é como fazer o aluno pensar produtivamente. Para que possa pensar produtivamente, uma das possibilidades é a de lhe apresentar problemas que o envolvam, o desafiem e o motivem a querer resolvê-los, mas tais problemas devem ser elaborados, levando-se em consideração o grau de desenvolvimento dos educandos. Para alcançar essa meta, é importante pensar, também, em procedimentos e estratégias que auxiliem na análise, interpretação e na solução de situações em que um ou mais elementos desconhecidos sejam procurados. Nesse sentido, a Neurociências poderá auxiliar a desencadear estratégias que auxiliem na solução de problemas.

Corroborando com as questões relacionadas ao modo de aprender, no século XXI, os estudos derivados de pesquisas neurocientíficas começam a ganhar destaque no campo educacional. Em termos de contribuição ao campo educacional, a Neurociências pode aprimorar o conhecimento do professor frente a sua classe de aula, especialmente no que diz respeito a como o cérebro aprende (LISBOA, 2019). A evolução das pesquisas neurocientíficas tem apontado melhorias no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que vem esclarecendo cada vez mais o funcionamento do Sistema Nervoso (SN), contribuindo para que os educadores tracem estratégias de ensino diferenciadas (MORALES, 2005; NORONHA, 2008; GUERRA, 2010 *apud* BARROS, SOUZA, 2013, p. 5).

De acordo com a Neurociência cognitiva, cujo foco de atenção é a compreensão das

atividades cerebrais e dos processos de cognição, a aprendizagem humana não decorre de um simples armazenamento de dados perceptuais, e sim do processamento e elaboração das informações oriundas das percepções no cérebro, ou seja, uma teia de relações (DE CARVALHO, 2010).

As pesquisas conduzidas nas áreas transdisciplinares que compõem a Neurociências, durante a busca pelo conhecimento da mente e do comportamento humano, apresenta para diversos outros campos de pesquisa, dentre eles a Educação, possibilidades de desenvolvimento em suas especificidades e de aprimoramento em suas atividades. Estas pesquisas têm como foco de investigação o estudo e a compreensão do sistema nervoso, que é composto pelo cérebro, sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. Esta ciência visa entender o desenvolvimento do sistema nervoso de sua função patológica, estrutural, química e funcional (MARQUES, 2016).

Em seus estudos Doring (2015, p. 149-150) reflete também sobre a importância das neurociências, apontando as trocas que acontecem no âmbito cerebral. Em suas palavras:

[...] a Neurociências mostram que no cérebro acontece uma troca permanente entre memória e conexões associativas, um processo que gera seus próprios instrumentos de avaliação e assim mantém um processo de aprendizagem circular, entre absorção de informação, consciência e criação de hipóteses, no qual participam fatores subjetivos, fisiológicos, psicoemocionais, entre outros. As atividades do cérebro, por sua vez, são alimentadas por vários níveis de percepção, e seu processamento acontece com a participação de sensações, percepções, emoções, palavras, sons, gestos e posturas corporais. As competências de percepção sensorial são complexas e não representam funções robóticas que podem ser acedidas e desligadas por um clique.

Essa remodelação cerebral constante é um dos fatores que resultam em mudanças comportamentais, o que significa dizer que ocorre a aprendizagem.

Neste estudo são apresentadas algumas reflexões sobre como se dá o processo de aprendizagem em termos neurobiológicos, pautando a presente escrita nas contribuições de autores relacionados aos diferentes campos de pesquisa da Neurociências. Ademais, objetiva-se investigar como se dá a compreensão do processo de aprendizagem segundo as contribuições da neuroeducação, haja vista a necessidade de estratégias didáticas que respeitem as especificidades de cada aluno e que promovam condições para que estes avancem em seus processos de aprendizagem.

METODOLOGIA

A pesquisa teve origem nos estudos desenvolvidos durante as disciplinas teóricas, no Programa de Doutorado em Educação, Ciências e Química para a Vida, oferecido pela

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em parceria com as Universidades Federais de Santa Maria, Rio Grande e Universidade do Pampa entre os anos 2018 a 2020.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa com uso de revisão bibliográfica em livros e artigos científicos que abordam o tema proposto neste estudo. De acordo com Gil (2008) as pesquisas bibliográficas são indispensáveis, pois buscam a compreensão histórica dos fatos, em um processo de exploração das fontes bibliográficas, de leitura e análise do material para que se possam fazer novas considerações.

De acordo com Boccato (2006, p. 266),

[...] a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica. Para tanto, é de suma importância que o pesquisador realize um planejamento sistemático do processo de pesquisa, compreendendo desde a definição temática, passando pela construção lógica do trabalho até a decisão da sua forma de comunicação e divulgação.

Para a realização da identificação de produções de artigos, optamos por usar a base de dados bibliográficos SciELO – Scientific Electronic Library Online, utilizou-se dos seguintes descritores: Neurociências, cérebro, Educação e aprendizagem. Foram selecionados artigos publicados entre 2009 e 2019. Ao todo foram elencadas 34 produções em diversas áreas do conhecimento. Para analisar os trabalhos, iniciou-se a leitura dos títulos, seguido da leitura dos resumos e finalmente dos textos completos. Foram suprimidos os artigos repetidos os quais se apresentavam em outros idiomas que não fosse o português, além dos trabalhos que se distanciavam do objetivo proposto para este estudo, totalizando 10 produções. Estas produções serviram como referencial teórico básico para compreensão do processo de aprendizagem segundo as contribuições da neuroeducação, bem como autores como Aguilar (2018); Bianchi (2011); Brockington (2011); Carvalho; Barros (2012); Cosenza e Guerra (2011); Costa (2012); Crespi (2017); Lorandi; Azambuja (2014), Maia (2011, 2012); Marques (2016); Moran (2000); Nascimento (2015); Nicola; Neves (2016); Oliveira (2011 e 2014); Orbetelli (2006); Rezende (2008); Rodrigues (2014); Rolim; Sousa (2016); Santos (2001); Silva (2016); Silva; Bezerra (2011); Silva; Morino (2012); Silva; Santana Filha; Fonseca (2018); Souza (2018) e Rotta; Ohlweiler; Riesgo, 2016.

LEVANTAMENTO DE DADOS JUNTO À SCIELO

A organização dos dados coletados nos permitiu identificar convergências, especificidades e tendências nos estudos relacionados às Neurociências e ao processo de ensino

e de aprendizagem. Nos dez artigos que serviram de base para esse estudo, constatamos que os pesquisadores discutem a questão da Neurociências aplicada à Educação. Nos estudos realizados por estes autores são palavras recorrentes: Neurociências, aprendizagem, ensino, funcionamento do cérebro, práticas pedagógicas, formação de professores e neuroeducação. Essas convergências sinalizam para a importância de uma visão interdisciplinar quando falamos de processo de ensinar e de aprender. O diálogo proposto pela interdisciplinaridade é uma das perspectivas que aparecem nas entrelinhas desses estudos, o que corrobora com os estudos de diversas áreas ligadas a Neurociências e sua interface com os processos educacionais.

No **Quadro 2**, estão listados os artigos científicos selecionados, seus autores e uma síntese de cada um deles. Relacioná-los e apresentar as ideias discutidas auxiliam na compreensão dos estudos que estão sendo realizados, cruzando Neurociências e sua interface com a educação, principalmente nos aspectos relacionados à aprendizagem.

Quadro 2 - Relação dos artigos científicos selecionados, seus objetivos e principais resultados.

Título do Artigo	Citação	Síntese
NEUROCIÊNCIA: UMA ABORDAGEM SOBRE AS EMOÇÕES E O PROCESSO DE APRENDIZAGEM	DE CARVALHO; JUNIOR; DE SOUZA, 2019.	As emoções fazem parte da evolução da espécie humana e, obviamente, se constituem parte fundamental da aprendizagem humana. A neurociência compreende o estudo do controle neural das funções vegetativas, sensoriais e motoras; dos comportamentos de locomoção, reprodução e alimentação; e dos mecanismos da atenção, memória, aprendizagem, emoção, linguagem e comunicação.
TEORIAS DA APRENDIZAGEM E NEUROCIÊNCIA COGNITIVA: POSSÍVEIS APROXIMAÇÕES	DOS SANTOS SIMÕES; NOGARO; JUNG, 2018	O artigo, de natureza teórica e qualitativa, realiza uma revisão de literatura sobre possíveis aproximações entre as teorias da aprendizagem e as pesquisas no campo da neurociência.
ENSINO SUPERIOR, FORMAÇÃO DOCENTE E AS CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO	OLIVEIRA; SILVA; RIBEIRO, 2017	O presente artigo se consolida como pesquisa teórica por meio da pesquisa bibliográfica tendo como objetivo a socialização dos conhecimentos construídos acerca dos desafios e perspectivas no contexto do ensino superior brasileiro, da formação docente e as contribuições das descobertas da Neurociência para a Educação.
NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: OS PERCALÇOS E POSSIBILIDADES DE UM CAMINHO EM CONSTRUÇÃO	DE BORTOLI; TERUYA, 2017	Os estudos da neurociência no campo da educação são uma alternativa para repensar as práticas pedagógicas na contemporaneidade. No campo da neurociência, ancorados em pesquisas que fazem intersecção entre as ciências do cérebro e educação, há possibilidade de promoção de novas estratégias pedagógicas na perspectiva da neurobiologia do aprendizado. O que os estudos da neurociência trazem de conhecimento sobre o funcionamento do cérebro possível de elaborar estratégias pedagógicas? Investigamos a origem e o conceito de neurociência, a fim de correlacionar os estudos nas áreas da neurociência com a educação.

Título do Artigo	Citação	Síntese
A NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DOS EDUCADORES E SUA CONTRIBUIÇÃO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM	SOUSA; ALVES, 2017.	Investigar como se processa a aprendizagem no cérebro, haja vista a necessidade de métodos didáticos que criam condições para que o aluno avance no seu processo de aprendizagem. Essa pesquisa teve a finalidade de aprofundar conhecimentos teóricos e práticos da neurociência com relação aos processos mentais na formação do sujeito.
A NEUROCIÊNCIA E A EDUCAÇÃO E DISTÂNCIA: UM DIÁLOGO NECESSÁRIO	GROSSI; BORJA, 2016	A introdução da neurociência precisa ser considerada em todas as modalidades de ensino. Dentre essas, na Educação a Distância, que foi o foco desse estudo, cujo objetivo foi verificar se as ações pedagógicas desenvolvidas nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem dos cursos técnicos da Rede e-Tec Brasil do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Rede e-Tec Brasil do CEFET-MG) utilizam os princípios da neurociência no processo de ensino a partir da perspectiva dos professores e tutores a distância.
NEUROCIÊNCIA E INCLUSÃO: IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS PARA UM PROCESSO INCLUSIVO MAIS EFICAZ	MARQUES, 2016	Estudos na área da neurociência têm sido gradualmente discutidos no âmbito da educação, numa tentativa de obter subsídios para melhor compreender o desenvolvimento humano e a multiplicidade de habilidades do cérebro. Quando aferimos a conjuntura e as implicações inerentes à educação inclusiva, esse entendimento transdisciplinar torna-se ainda mais preponderante. Embora a escola seja um espaço privilegiado de conjugação da diversidade, a sua lógica de funcionamento tende à homogeneização e à diluição das diferenças mais marcantes entre sujeitos naturalmente diferentes.
UMA REFLEXÃO SOBRE A NEUROCIÊNCIA E OS PADRÕES DE APRENDIZAGEM: A IMPORTÂNCIA DE PERCEBER AS DIFERENÇAS	GROSSI <i>et al</i> , 2014.	O objetivo deste estudo foi fazer uma reflexão sobre a importância do conhecimento da neurociência aplicada à educação, com a finalidade de perceber as diferenças cognitivas presentes nas salas de aula e, assim, diminuir as dificuldades de aprendizagem por meio de uma mudança nos processos de ensino e aprendizagem.
A NEUROCIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UM ESTUDO DA REALIDADE BRASILEIRA	GROSSI; LOPES; COUTO, 2014.	Conhecer o funcionamento, potencialidades e limitações do sistema nervoso possibilitam atender as demandas do educador frente às dificuldades de aprendizagem, levando a uma contribuição positiva na prática pedagógica. Por isso a importância de perceber os fundamentos sobre neurobiologia cognitiva, necessários no processo ensino e aprendizagem.
NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: UMA ARTICULAÇÃO NECESSÁRIA NA FORMAÇÃO DOCENTE	CARVALHO, 2011.	O texto aborda a possibilidade de inserção dos significativos avanços da neurociência, como constituintes de saberes disciplinares, nos cursos de formação de professores.

Fonte: Pesquisadores (2020).

A síntese dos dados colhidos e apresentados na tabela anterior aponta os achados destes pesquisadores sobre a relação das Neurociências com a Educação. Nas últimas décadas estudos como estes têm sido significativos uma vez que auxiliam os docentes na decisão de quais estratégias poderão ser eficientes para o aprendizado dos alunos. Quando se disponibilizam estudos científicos sobre formas pelas quais se pode melhorar o processo de aprendizagem,

auxiliam-se os docentes e os alunos, direcionando as formas de se propor atividades significativas para o desenvolvimento do processo de ensinar e de aprender.

Cumprida esta etapa do estudo, elencou-se os principais pontos pertinentes ao objetivo aqui traçado, estudando com maior ênfase às relações entre Neurociências e Educação, revisando na literatura da área os principais conceitos apontados e de que forma constituem um escopo teórico que nos auxilie na compreensão dos fios que tecem a relação dialógica entre os saberes.

NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO

Os estudos neurocientíficos ganharam destaque entre 1990 - 2000, nos EUA. Segundo Souza (2014), o então presidente norte-americano George Bush, declarou a década de 1990 como a década do cérebro. Entre os principais argumentos estavam: 1) o número grande de estadunidenses afetados por desordens ou transtornos relacionados ao cérebro por ano (cerca de 50 milhões); 2) os grandes gastos públicos com tratamento e reabilitação, estimados em 600 bilhões de dólares anuais; 3) os avanços recentes na área à época; e 4) a revolução tecnológica nos instrumentos utilizados, como o Positron Emission Tomography (PET) e a Ressonância Magnética Nuclear funcional (RMNf) que possibilitariam novas descobertas. Foi então que os resultados das pesquisas neurocientíficas ganharam destaque mundial, popularizando-se e integrando-se ao campo social, político, econômico e educacional.

A Educação e a Neurociências são campos de estudo diferentes e possuem objetivos distintos. Enquanto a Neurociências trata das estruturas e do funcionamento do encéfalo, a Educação tem seu objetivo voltado para criar condições de aprendizagem “[...] por isso que as descobertas da Neurociências precisam ser “readaptadas” para que possam contribuir de modo efetivo com a educação” (SIMÕES; NOGARO; ECCO, 2018, p. 88).

Para Nascimento (2011), as descobertas da Neurociências relacionadas diretamente com a aprendizagem constituem uma verdadeira revolução para a área da Educação. Os estudos desenvolvidos no campo da Neurociência Cognitiva ocupam-se em pesquisar as funções cognitivas superiores do cérebro humano, entre elas, a aprendizagem, pois as relações entre o cérebro e a aprendizagem tornam-se cada vez mais explícitas uma vez que o cérebro é considerado a fonte de registro e integração dos conhecimentos que permitem ao indivíduo atuar sobre o mundo e adquirir consciência do mesmo. Este é um papel de indiscutível relevância, sendo que tal função nos faz entender a importância dos estudos neurocientíficos. A arquitetura do funcionamento do sistema cognitivo humano ilustra, assim, a interação

contígua, contínua e holística da informação entre o envolvimento e o organismo materializada em redes neuronais que asseguram a conexão das unidades de entrada com as unidades de saída, ambas mediadas por redes centrais que permitem a integração, a retenção, a recirculação, a reciclagem, a auto-organização e a retroação da informação, isto é, tornam-na uma rede neurofuncional especialmente apta para aprender.

É importante lembrar que, em Vigotski, a aprendizagem fomenta o desenvolvimento de funções superiores, não é uma função superior em si. Para esse autor:

As funções psicológicas superiores da criança, as propriedades superiores específicas ao homem, surgem a princípio como formas de comportamento coletivo da criança, como formas de cooperação com outras pessoas, e apenas posteriormente elas se tornam funções interiores individuais da própria criança (VIGOTSKI, 2010, p.699).

As inspirações vigostkianas, de cunho marxista, abordam o desenvolvimento humano a partir da fase mais elementar da estrutura psíquica, desde os processos inferiores involuntários, da ordem do biológico. Quando em contato com os elementos da cultura, essas estruturas psíquicas primitivas evoluem mediadas pela atividade prática do ser humano. Nesse aspecto, a aprendizagem se dá em contexto social, na interação, nas trocas simbólicas.

A Neurociências traz as discussões necessárias para se compreender o momento atual dos estudos sobre o cérebro humano. Compreender como as pessoas aprendem não é um desafio novo para a Educação, pois muito se especulou e se especula sobre esta pergunta. A Neurociências se alia à Educação em busca de uma resposta, buscando contribuir, discutindo a ciência da aprendizagem que apresenta propostas para a aprendizagem ativa, repensando-se o que é ensinado, como se ensina e como se avalia a aprendizagem. A Neuroeducação vem se constituindo num campo de pesquisa educacional, com metodologia própria, que se fortalece com as contribuições da Neurociências, da Psicologia e da Pedagogia.

Sob perspectivas diferentes, Vigotski e os estudiosos de sua teoria e os estudos da Neurociências relacionados à Educação partilham de aspectos convergentes, pois ambas as teorias consideram o cérebro como um órgão que possibilita a ocorrência do processo de aprendizagem de uma pessoa. Além disso, de acordo com Grossi, Lopes e Couto (2014), aprender tem relação com bases químicas e físicas na função neural do ser humano. Ou seja, quando aprendemos ocorrem modificações nas estruturas do cérebro. É da integração do organismo com o meio cuja mediação se dá pelas vias cerebrais que ocorre a aprendizagem. Com esta compreensão da função do cérebro, podemos afirmar que é ele que propicia a arquitetura biológica para o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

A aprendizagem é uma função extremamente elaborada e entre os processamentos cognitivos resultantes de processos cognitivos primários encontram-se a sensação, a percepção, a atenção e a memória. Neste contexto e conforme os estudos de Orbetelli (2006), aprender depende de vários fatores, inclusive da motivação do aluno, do desenvolvimento das funções cognitivas e, principalmente, da interação professor-aluno.

Santos (2001) corrobora com essa reflexão ao dizer que o ensino é uma resposta planejada às exigências naturais do processo de aprendizagem. Ou seja, o professor deve se preocupar em acompanhar a aprendizagem de seus alunos e ter uma boa relação com eles. Assim, o papel docente é de fundamental importância para que o processo de aprendizagem se efetive, portanto, na formação docente é de significativa importância o reconhecimento de como se aprende para que se possa desenvolver ferramentas eficazes de ensino.

Há muitos desafios para um professor em sala de aula frente às especificidades de cada aluno. Nem sempre o docente tem condições de adotar uma metodologia que beneficie a todos os alunos ao mesmo tempo, mas é aconselhável que diversifique e alterne as suas estratégias de ensino, podendo, assim, beneficiar o máximo de alunos possíveis.

Nesse sentido, Moran (2000, p. 58), contribui com a reflexão ao comentar que “não podemos dar aula da mesma forma para alunos diferentes, para grupos com diferentes motivações. Precisamos adaptar nossa metodologia, nossas técnicas de comunicação a cada grupo. [...]”. De fato, trabalhando em grupo não atenderemos as expectativas de todos, mas devemos procurar encontrar um ponto de equilíbrio entre as expectativas individuais e grupais.

Pensar estratégias diferenciadas para atender os mais diversos grupos de alunos é uma forma de potencializar o processo de ensino e de aprendizagem. Ao buscar alternativas que possam tornar o aluno protagonista de seu processo de aprender, o professor auxilia o desenvolvimento de suas potencialidades, desafiando-o a desenvolvê-las a partir das atividades pedagógicas.

Para alcançar tais metas, Carvalho (2010, p. 538), orienta que “[...] é preciso que se abandonem os métodos pedagógicos instrucionais os quais não permitem dar a devida atenção à individualidade, e que se passe a compreender melhor como podemos lidar com certas características pessoais de nossos alunos. [...]”

Ainda contribuindo para esse estudo, referenciamos Carvalho, Júnior e Souza (2019, p. 8) que fazem essa afirmação:

A partir da Neurociências e do conhecimento neurocientíficos gerado por essa ciência pode-se abrir um diálogo com a Educação no sentido de cooperação e parceria. A Educação é caracterizada por um processo que envolve aprendizagem e esta é medida pelas propriedades estruturais e funcionais do sistema nervoso, especialmente o

cérebro. Entretanto, deve-se considerar que seus conhecimentos não são uma nova proposta de Educação.

Cabe ressaltar que as contribuições da Neurociências são de suma importância, mas a abordagem metodológica do ensinar e de que forma ocorre a aprendizagem é tarefa do educador. “As ações pedagógicas em sala de aula podem ficar mais eficientes quando este conhece o funcionamento cerebral” (CARVALHO; JUNIOR; SOUZA, 2019, p. 8). Ao se pensar o processo de aprendizagem, é necessário articular os conhecimentos, possibilitando redes de sentido e que auxiliem os alunos em seu processo de aprender. De acordo com Simões, Nogaro e Yung (2018, p. 108):

Incentivar o aluno a construir conhecimentos que realmente lhe façam sentido exige que educadores repensem as metodologias a partir de conhecimentos existentes resultantes das pesquisas do campo da Neurociências. Estes podem auxiliar na escolha de estratégias didáticas com mais chances de se mostrarem eficazes em termos de levar o aluno a aprender.

Segundo Nunes (2017), o professor tem deixado de ser apenas mero transmissor de conteúdo, assumindo a postura de mediador do conhecimento, ou seja, tornando-se ponte entre os saberes que detém e os conhecimentos trazidos pelos educandos. É ele quem deve propor, fazer a diferença e inovar procurando sempre estabelecer um bom relacionamento com seus alunos possibilitando assim um ambiente favorável de aprendizagem.

O PROCESSO DE APRENDIZAGEM: UMA VISÃO A PARTIR DA NEUROCIÊNCIAS

O espaço escolar é um ambiente rico em interações sociais e um dos lugares em que ocorre a aprendizagem. Um dos conceitos de aprendizagem aceito e discutido no campo da Neurociências afirma que “a aprendizagem é um evento sináptico, e, no seu transcurso, são produzidas modificações moleculares. Na aprendizagem, há uma etapa de aquisição e outra de consolidação” (ROTTA; OHLWEILER; RIESGO, 2016, p. 36).

A aprendizagem, de forma geral, diz respeito a alterações na conexão entre os neurônios, ou seja, é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos externos, fortalecendo algumas sinapses e enfraquecendo outras (BROCKINGTON, 2011). Nesse sentido, Bortoli e Teruya (2017, p. 74) afirmam que:

[...] a aprendizagem, do ponto de vista biológico, traduz-se como o processo pelo qual se possibilita a formação e a consolidação das ligações entre as células, ou seja, é resultado de uma experiência sensitiva que provocou alterações químicas e estruturais no sistema nervoso. [...].

A atuação do professor como orientador, mediador e assessor das atividades tem por finalidade fazer emergir do grupo a vontade de aprender; motivar e observar continuamente as reações dos alunos, dando orientações quando necessário; salientar aspectos que não tenham sido observados pelo grupo e que sejam importantes na elaboração do conhecimento do aluno. Quando essa mediação acontece no cotidiano escolar, dizemos que a aprendizagem torna-se efetiva.

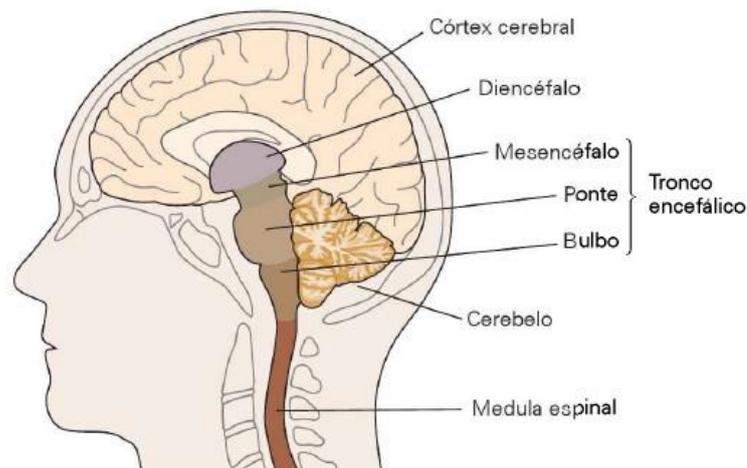
De acordo com pesquisas neurocientíficas, o aprendizado e a memória são fases diferentes do mesmo mecanismo progressivo e contínuo. Sem memória, o aprendizado se torna impossível e, sem aprendizado, não existe memória. Aprendizagem, memória e emoção são instâncias interligadas, quando ativadas pelo processo de aquisição do conhecimento. O desafio para a educação não é apenas saber como ensinar ou como avaliar, mas apresentar o conhecimento em um formato que o cérebro aprenda melhor (SOUSA; ALVES, 2017).

Segundo Oliveira (2014), a facilitação da aprendizagem por meio de novas propostas pode alterar para melhor a qualidade de vida das pessoas. Para a ciência da aprendizagem, a pessoa deve assumir o controle da sua própria aprendizagem, além de aprender, também identificar quando entende e quando necessita de mais informações. Partindo desses princípios, a Educação pode se beneficiar dos conhecimentos trazidos pelas Neurociências, para melhorar significativamente a capacidade das pessoas se tornarem aprendizes ativos.

De acordo com Maia (2011), o aprendizado envolve processos complexos e determinadas condições e oportunidades adequadas. Sendo assim, nessa importante função do ponto de vista biológico o Sistema Nervoso (SN) é a figura fundamental para que ocorra a aprendizagem.

Algumas das estruturas do SN mencionadas podem ser observadas na representação gráfica proposta pela **Figura 2**.

Figura 2 - Principais estruturas do Sistema Nervoso.



Fonte: Imagem adaptada de Kandel (2014, p. 302).

Aguilar (2018, p. 39), ressalta que em épocas passadas “[...] acreditava-se que apenas aprendíamos na infância e parte da idade adulta, hoje, após muitos estudos lemos e ouvimos muito o termo plasticidade cerebral, no qual constata-se que aprendemos durante toda nossa existência”. Para Lent (2008), plasticidade cerebral ou neuroplasticidade pode ser amplamente definida como a capacidade do sistema nervoso de responder a estímulos intrínsecos e/ou extrínsecos, reorganizando sua estrutura, função e conexões e pode ocorrer durante o desenvolvimento, em resposta ao ambiente, em apoio à aprendizagem e em resposta às doenças.

O cérebro é constituído por dezenas de bilhões de células nervosas, os neurônios, os quais comunicam-se entre si por meio das sinapses. A aprendizagem, do ponto de vista neurobiológico, consiste na formação e consolidação das ligações sinápticas entre os neurônios (COSENZA; GUERRA, 2011; RELVAS 2012). As sinapses são os locais que regulam a passagem de informações no SN mediadas por neurotransmissores. Em síntese, os neurônios realizam as trocas de informações, a sinapse é o local que passa essas informações e a plasticidade cerebral é o local que recebe e armazena essas informações (COSENZA; GUERRA, 2011).

Segundo Costa (2012, p. 18), os estudos da área de Neurociências voltados à Educação “[...] têm mostrado que a memória não é de fato só memorizar, mas um mecanismo fundamental no processo de aquisição do conhecimento [...]”. Nesse sentido, aprender estaria associado ao memorizar. Mas de que forma poder-se-ia memorizar sem cair no mesmo mecanismo tão criticado da escola tradicional?

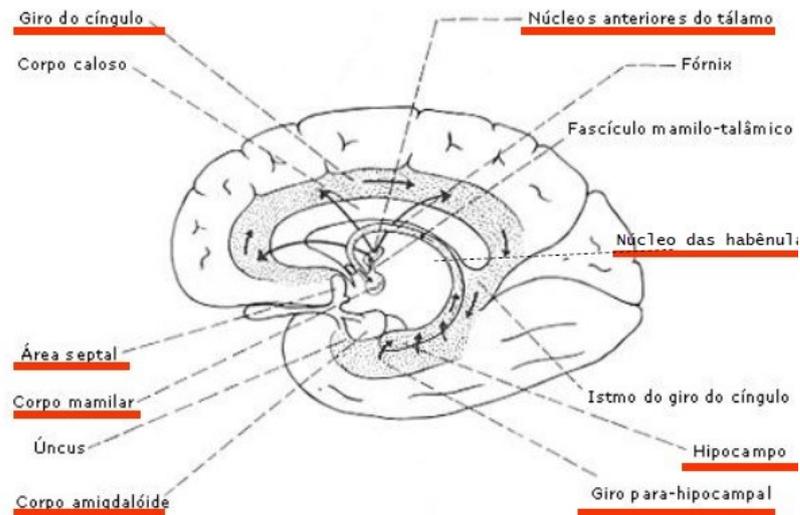
Oliveira (2014, p. 18), destaca que “aprender não é absorção de conteúdos e exige uma rede complexa de operações neurofisiológicas e neuropsicológicas. [...]”. Sendo assim, fica evidente a importância da Neurociências para o campo educacional, pois, “[...] o processo de aprendizagem se consolida como o processo pelo qual o cérebro age perante os estímulos propiciando as sinapses”. (OLIVEIRA, SILVA, RIBEIRO, 2017, p. 117).

Mas como ocorre a aprendizagem? Como sabemos a aprendizagem ocorre no cérebro, suas regiões, lobos, sulcos e reentrâncias, em um trabalho interligado do córtex direito e do córtex esquerdo. Uma das estruturas cerebrais que se destaca no processo de aprendizagem e de consolidação de memórias é o hipocampo, bem como o sistema límbico, responsável pelas emoções; a região central do cérebro é onde está a sede da cognição, da linguagem e da escrita. De forma geral, a leitura e a escrita inicialmente são regidas pela região visual (lobo parietal), e depois acessa outras áreas. A região temporal é responsável por identificarmos os sons e na área temporal verbal que produzimos os sons para que possamos fonar as letras. Já na região occipital ocorre a função da coordenação e reconhecimento de objetos/palavras (NASCIMENTO, 2011).

O sistema límbico, também conhecido como cérebro emocional, é um conjunto de estruturas localizado no cérebro de mamíferos, abaixo do córtex e responsável regulação dos processos emocionais e comportamentos sociais, constituído giro do cíngulo, giro parahipocampal, amígdalas, núcleos anteriores do tálamo, hipotálamo, área septal, núcleos habenuares e corpo mamilar (MACHADO; HAERTEL, 2014).

Algumas das estruturas do sistema límbico mencionadas podem ser observadas na representação gráfica proposta pela **Figura 3**.

Figura 3 - Principais estruturas do Sistema Límbico.



Fonte: Imagem adaptada de Machado; Haertel (2014, p. 262).

A Neurociências, reforçando as descobertas de Luria nas décadas de 1920 e 1930, confirma que as emoções influenciam o processo de aprendizagem. As emoções espelham o desenvolvimento cognitivo, que depende principalmente da motivação, da atenção e da memória (LORANDI; AZAMBUJA, 2014). Para Bianchi (2011), a motivação no âmbito escolar é de extrema importância, pois é isso que, desperta a vontade do aluno de aprender e frequentar a escola.

Nascimento (2015, p. 113), ressalta que “[...] A Neurociências vem elucidar que o cérebro tem motivação para aprender, contudo é preciso que seja algo significativo e que o sujeito reconheça como importante”. Assim, o cérebro pode ser visto como um sistema dinâmico que tem sua complexidade funcional subsidiada pela sua interação com outros sistemas nele presentes, não podendo ser interpretado como depósito estático para o armazenamento de informação.

Portanto, fica clara a compreensão do processo de aprendizagem através da Neurociências, pois, foi possível compreender como ocorre a aprendizagem no cérebro, e entender que o professor tem o papel de despertar a curiosidade do seu aluno, com conteúdos significativos. Dessa forma, a Neurociências “[...] pode ajudar o professor e indicar algumas direções, mas não existe resolução imediata para os problemas, como uma espécie de magia ou de milagre [...]” (NASCIMENTO, 2015, p. 94).

A IMPORTÂNCIA E OS BENEFÍCIOS DA “NEUROEDUCAÇÃO”

A partir da segunda metade do século XX surgiram os primeiros estudos sobre as funções neuronais que são acionadas no processo de aprender. Com os avanços tecnológicos e o incentivo às pesquisas em Neurociências cognitivas, os estudiosos da área têm feito descobertas promissoras de como são feitas as conexões neurais que possibilitam o processo de aprendizagem, trazendo também conceitos de plasticidade cerebral que é inerente a este processo. A partir desse desenvolvimento da Neurociências e os estudos da especificidade destes conceitos aplicados à educação surgiram os estudos nomeados como Neuroeducação.

Segundo Silva, Santana Filha e Fonseca (2018, p. 7), “[...] a Neuroeducação está a serviço dos processos de ensino e de aprendizagem, como suporte ao educador para entender o comportamento do aluno diante das situações didáticas”. E por estar a serviço dos processos de ensinar e de aprender volta-se também para a pesquisa no campo educacional e, mais especificamente, para o espaço escolar, pois a escola se constitui como espaço privilegiado nas atividades de ensinagem¹ e aprendizagem.

Os princípios para a estruturação das experiências de aprendizagem que permitem às pessoas utilizarem o que aprenderam em novos cenários foram identificados em pesquisas sobre aprendizagem e transferência. Para Bransford (2007, p.20) “Os estudos de Psicologia social, de Psicologia cognitiva e de antropologia evidenciam que toda aprendizagem acontece em cenários que apresentam conjuntos específicos de normas e expectativas culturais e sociais[...]”. Fonseca (2009, p 62) acrescenta:

Compreendendo como tais processos evoluem e se interrelacionam sistemicamente no cérebro, estaremos certamente mais próximos do que são efetivamente as funções cognitivas da aprendizagem, podendo, por esse meio, identificar os obstáculos que a bloqueiam ou prevenir disfunções ou dificuldades (ou descapacidades) que a impedem de florescer.

Segundo Bransford (2007) a visão contemporânea a respeito da aprendizagem é de que o conhecimento novo e o entendimento se fazem com base naquilo em que as pessoas acreditam. O autor (2007, p.27) diz “se as ideias e as crenças iniciais dos alunos são ignoradas, a compreensão que eles desenvolvem pode ser muito diferente da que era pretendida pelo professor”.

Nesse sentido, é importante que o aluno assuma o controle da própria aprendizagem, aprendendo, também, a identificar quando entende e quando necessita de mais informações.

¹ Ensinagem é o termo cunhado por Léa das Graças Camargo Anastasiou em 1994, para se referir a uma prática social, crítica e complexa em educação entre professor e estudante, “englobando tanto a ação de ensinar quanto a de aprender” (ANASTASIOU; ALVES, 2004, p. 15), dentro ou fora da sala de aula.

Com estes princípios, a Educação pode se beneficiar dos novos conhecimentos da Neurociências para melhorar significativamente a capacidade das pessoas se tornarem aprendizes ativos, empenhados em entender e preparados para transferir o que aprenderam na solução de novas situações complexas ou novos problemas.

A Neuroeducação pode acrescentar o conhecimento sobre a funcionalidade do cérebro a favor de criar várias estratégias educativas que facilitem a aprendizagem do aluno. Esta ciência “[...] traz novas contribuições com embasamentos na Neurociências para a promoção da inovação das práticas pedagógicas com o objetivo de aumentar a qualidade da Educação da escola brasileira e do sucesso escolar das crianças. [...]” (MARQUES, 2016, p. 161).

O futuro da Neuroeducação é promissor e pode auxiliar a reverter o quadro de crise educacional brasileiro, mas para que haja essa aproximação entre Neurociências e Educação é preciso que o professor conheça e domine o conhecimento atual sobre quais são as estruturas cerebrais que medeiam a aprendizagem, bem como sobre os neurônios, as redes neurais e a neuroplasticidade (CRESPI, 2017).

O cérebro é o único órgão que aprende ensinando e, portanto, quanto maior as interações, maiores serão as redes formadas pelos neurônios que contribuem no processo de aprender. A aprendizagem é uma modificação de comportamento que envolve o desenvolvimento das funções do cérebro. Aprender é um ato complexo que constrói relações entre o pensamento, as emoções, as vias neurais, os neurotransmissores. O ato de aprender envolve a complexidade sobre a qual se move o ser humano em suas relações consigo e com todo o seu entorno. Deve haver um equilíbrio entre cérebro, psiquismo, mente e o ato pedagógico. (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008).

Para que a aprendizagem do aluno se concretize, a prática utilizada pelo docente desempenha um papel importante, pois aprender é produzir novos conhecimentos a partir do já construído socialmente pelas gerações anteriores. Produzir/construir conhecimentos ocorre quando o sujeito organiza as informações recebidas, percebe e direciona essas informações e consegue fazer a transposição dos conhecimentos adquiridos de uma situação para outra. Esses são pressupostos que auxiliam a organização do processo de ensinar e de aprender.

Segundo Rodrigues (2014, p. 10), “A Neurociências não mostra “receitas prontas” para estimular a aprendizagem, apenas aponta caminhos que podem ser seguidos por educadores interessados no grande desafio de viabilizar uma aula que facilite funcionamento neural de seu aluno e assim possa promover novas competências cognitivas”.

É importante que os professores tenham noções básicas de Neurofisiologia e de Neurociências para entenderem como o cérebro aprende para que possam aplicar os conhecimentos neurocientíficos sobre a aprendizagem na sala de aula. Como visto, a Neurociências pode contribuir para conhecer melhor os alunos e saber escolher uma estratégia pedagógica que consiga promover uma aprendizagem a todos da classe. Dessa forma, Grossi e Borja (2016, p. 89) explicam ser possível “[...] trabalhar o mesmo conteúdo programático com todos os alunos, utilizando práticas metodológicas que alcancem cada um de forma diferenciada, como um ser único, garantindo a aprendizagem apesar das suas limitações”.

Quando o educador compreende o SN ele apropria uma proposta diferenciada para a execução de propostas pedagógicas. No entanto, destaca-se que obter esses conhecimentos não significa exatamente “[...] solucionar desarranjos intelectuais ou que o aluno sofra uma transformação abrupta sobre suas faculdades intelectuais, mas corresponde numa motivação por estímulos adequados para a revelação de um potencial individual [...]” (ROLIM; SOUSA, 2016, p. 5). O professor, em posse desses conhecimentos, pode tornar-se mais ciente sobre os processos neurobiológicos que medeiam a aprendizagem, além de reconhecer que este processo é influenciado por diversos aspectos internos e externos ao aluno que devem ser levados em consideração em uma sala de aula. Neste contexto, Nicola e Neves (2016, p.1) afirmam que:

Os estudos neurocientíficos contribuem para a formação dos profissionais da Educação visto que o conhecimento sobre o funcionamento do cérebro tende a ser um auxílio na prática educativa. É importante entendermos como nosso cérebro aprende e quais as dificuldades no desenvolvimento de habilidades e de potencialidades por meio de novas técnicas de ensino e de aprendizagem, assim os educadores precisam entender como ocorre a aquisição de conhecimento, para ser eficiente o processo de ensino e de aprendizagem.

Em linhas gerais, a revisão bibliográfica apresentada indica que relacionar os avanços da Neurociências com o processo de ensino e de aprendizagem é fundamental para entendermos como pensamos e aprendemos, e ademais, reforça que as propostas pedagógicas devem considerar o modo como o cérebro funciona para que a aprendizagem ocorra de maneira efetiva para todos os alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas em Neurociências aplicadas à Educação têm por finalidade o desenvolvimento de novos conhecimentos ou comportamentos que ajudam no processo de ensino e de aprendizagem. Sabemos que o cérebro é o órgão da aprendizagem, pois as sinapses

neurais promovem uma reorganização constante no sistema neurológico e a aprendizagem tem interferência direta nesse processo. Neste contexto, espera-se que conhecendo de que forma se aprende e como se constrói as teias de relações entre os conhecimentos, o professor pode criar estratégias que auxiliem otimizar o desenvolvimento de potencialidades de aprender do aluno.

Este estudo apontou que conciliar os aportes teóricos advindos da Neurociências com as propostas pedagógicas pode ser uma das possibilidades para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem, ressaltando que não se trata de propor uma Pedagogia nova, mas de fazer uso de conhecimentos científicos que podem auxiliar na compreensão de como o cérebro aprende, reforçando a ideia de que quando não se pode aprender da maneira como nos ensinam, podemos tentar ensinar da maneira que podemos aprender.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, Renata. **Neurociência aplicada à educação: caminhos para facilitar a aprendizagem na sala de aula**. São Paulo: Edicon, 2018.

BARROS, Euzeni Almeida de; SOUZA, Roberta Ekuni de. Ensinando Matemática através de jogos e neuroeducação: uma experiência na sala de recursos. In: PARANÁ. Secretária de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2013. v. 1 (Cadernos PDE).

BIANCHI, Sara Rebecca. **A importância da motivação na aprendizagem do ensino fundamental**. 2011. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Pedagogia) – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Paulo, 2011. Disponível em: < <http://www.pedagogia.ufscar.br/documentos/arquivos/trabalhos-de-conclusao-de-curso/tcc-2008/a-importancia-da-motivacao-na-aprendizagem-no-ensino-fundamental> >. Acesso em: 03 set. 2019.

BOCCATO, Vera Regina Casari. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BORTOLI, Bruno de; TERUYA, Teresa Kazuko. Neurociência e Educação: os percalços e possibilidades de um caminho em construção. **Imagens da Educação**, Maringá, v. 7, n. 1, p. 70-77, 2017. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/download/32171/pdf> >. Acesso em: 03 nov. 2019.

BRANSFORD, Jonh D.; BROWN, Ann, L.; COCKING, Rodney R. **Como as pessoas aprendem**. Cérebro mente, experiência e escola. São Paulo, SP: Editora Senac, 2007.

BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. 2011. 23f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2011.

CARVALHO, Clecilene Gomes de; JUNIOR, Devanir José Campos; SOUZA, Gleicione Aparecida Dias Bagne de. Neurociência: uma abordagem sobre as emoções e o processo de aprendizagem. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Betim, v. 17, n. 1, p. 1-8, jan./jul. 2019. Disponível em: < <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/5619>>. Acesso em: 10 set. 2019.

CARVALHO, Fernanda Antoniolio Hammes de. Neurociências e Educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 537-550, nov.2010/fev.2011. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/tes/v8n3/12.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

CASTRO FILHO, José Aires. Contribuições da psicologia para a aprendizagem escolar. **Revista de Educação-AEC**, p. 20-36, 2007.

COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COSTA, Fabiana Pinheiro da. **Memória não é só decoreba: um estudo sobre a ação docente como potencializadora da aprendizagem**. 2012. 18f Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2012. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/67876/000872742.pdf?sequence=1> >. Acesso em: 21 nov. 2019.

CRESPI, Livia. **Neurociências e Educação: Interlocações entre o conhecimento científico, prática docente e formação de pedagogos**. 2017. 58f Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/159515> >. Acesso em: 03 set. 2019.

DIAS, Maria Sara de Lima. **Introdução às leituras de Lev Vygotski: debates e atualidades na pesquisa**. 2019. Disponível em: < <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4583>>. Acesso em: 15 set. 2019.

DORING, Katharina. Perceber, mover, criar – processos de transformação. **Revista Pedagógica**, v. 17, n. 35, p. 136-162, 2015. Disponível em: < <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/3059>>. Acesso em: 10 set. 2019.

FONSECA, Vitor. **Cognição, neuropsicologia e aprendizagem: abordagem neuropsicológica e psicopedagógica**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; BORJA, Shirley Doveslei Bernardes. A Neurociência e a Educação e Distância: um Diálogo Necessário. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, v. 9, n. 19, p. 87-102, mai./ago. 2016. Disponível em: <https://gestaoeducacaoespecial.ufes.br/sites/gestaoeducacaoespecial.ufes.br/files/field/anexo/nurociencia_e_ambiente_virtuis.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; LOPES, Aline Moraes; COUTO, Pablo Alves. A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. **FAEEBA**, Salvador, v. 23, n. 41, p. 27-40, jan/jun 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/viewFile/821/579>>. Acesso em: 10 out. 2019.

HERBART, Johann . *Pädagogische Schriften*: Erster Band; Kleinere pädagogische Schriften, v. 1. Stuttgart, 1982. In: HILGENHEGER, Norbert. **Johann Herbart**. Tradução e organização: José Eustáquio Romão. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

LENT, Roberto. **Neurociência da mente e do comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LORANDI, Aline; AZAMBUJA, Flávia. Neurociência: memória e funções executivas na articulação entre língua portuguesa e consciência política. **Signo**, Santa Cruz do Sul, v. 39, n. 67, p. 101-109, jul./dez. 2014. Disponível em: <<http://online.unisc.br/seer/index.php/signo/article/viewFile/5027/3813>>. Acesso em: 03 out. 2019.

MACHADO, Angelo; HAERTEL, Lucia Machado. **Neuroanatomia funcional**. 3º ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

MAIA, Heber (Org). **Neuroeducação: a relação entre saúde e educação**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.

MARQUES, Stela. Neurociência e inclusão: implicações educacionais para um processo inclusivo mais eficaz. **Revista Trama Interdisciplinar**, v. 7, n. 2, 2016.

MORAN, José. Mudar a forma de ensinar e aprender. **Revista Interações**, São Paulo, v. 5, [s.n], p. 57-72, 2000. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_educacao/uber.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

NASCIMENTO, Maria José Soares do. **O papel da neurociência no processo de ensino aprendizagem**. 2011. 41f. Monografia (Pós-Graduação Neurociência Pedagógica) - AVM Faculdade Integrada, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/C206339.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

NASCIMENTO, Rosilene Maria do. **Dificuldades de aprendizagem: as contribuições da neurociência para o ensino de matemática**. 2015. 94,113f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Cidade de São Paulo (UNICID), São Paulo, 2015. Disponível em:

< <https://www.unicid.edu.br/wp-content/uploads/2016/04/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Rosilene-Maria-do-Nascimento.pdf> >. Acesso em: 03 out. 2019.

NICOLA, Patrícia da Silva; NEVES, Sandra Garcia. As contribuições das neurociências ao processo de ensino-aprendizagem. In: VII CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Occidental do Paraná, 7, 2016, Campo Mourão. **Anais do VII CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Occidental do Paraná...** Campo Mourão: Grupo Integrado, 2016. Disponível em: <http://concepar.grupointegrado.br/resumo/as-contribuicoes-das-neurociencias-ao-processo-de-ensinoaprendizagem/480/1465>. Acesso em: 06 out. 2019.

NUNES, Tarcia Gabriela Holanda. **A relação professor (a)/aluno (a) no processo de ensino aprendizagem**. 2017. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/4105> >. Acesso em: 06 out. 2019.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação dos professores. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, p. 13–24, jan./abr.2014.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. **A pedagogia da neurociência: ensinando o cérebro e a mente**. Curitiba: Appris: 2011.

OLIVEIRA, Josiani Julião Alves de.; SILVA, Paula Ravagnani.; RIBEIRO, Priscila Maitara Avelino. Ensino superior, formação docente e as contribuições da neurociência para a educação. **Revista CAMINE: Caminhos da Educação**, Franca, v. 9, n. 1, p. 106-125, 2017. Disponível em: < <https://seer.franca.unesp.br/index.php/caminhos/article/view/2053> >. Acesso em: 10 set. 2019.

ORBETELLI, Sheila. Histórias que precisam ser conhecidas: reflexividade de professores em ações plurais na escola pública. **ETD**, Campinas, v. 7, n. esp., p. 111-116, jun. 2006. Disponível em: < http://www.brapci.inf.br/_repositorio/2010/01/pdf_79785deb27_0007747.pdf >. Acesso em: 10 set. 2019.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense, 1967. Título original: Six études de psychologie. 1964.

RELVAS, Marta Pires. **Neurociência na prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Wak, 2012.

REZENDE, Mara Regina Kossoski Felix. **A neurociência e o ensino-aprendizagem em ciências: um diálogo necessário**. 28f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, 2008. Disponível em: <http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/10-9.pdf> . Acesso em: 15 out. 2019.

RODRIGUES, Thaize Barreto. **Neurociência na Aprendizagem e Educação: uma reflexão sobre a sua potencial aplicação no ensino superior**. 2014. 79f. Monografia (Especialista em Docência do Ensino Superior) – AVM Faculdade Integrada, Brasília, 2014. Disponível em: < https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/51726.pdf >. Acesso em: 21 nov. 2019.

- ROLIM, Camila; SOUSA; Raimunda Aurilia Ferreira de. **A contribuição da neurociência na pedagogia**. In: Conedu Congresso Nacional de Educação, III., 2016, Natal. Colóquio Internacional Educação, Cidadania e exclusão: didática e avaliação... Natal: Realize, 2016. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA4_ID4172_11082016143729.pdf. Acesso em: 06 out. 2019.
- ROTTA, Newra Tellechea; OHLWEILER, Ligia; RIESGO, Rudimar dos Santos (Org.). **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. 2.ed. Porto Alegre, RS: ArtMed, 2016.
- SANTOS, Sandra Carvalho dos. O processo de ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos sete princípios para a boa prática na educação de ensino superior. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69-82, jan/mar. 2001. Disponível em: <http://www.sinprodf.org.br/wpcontent/uploads/2012/01/tx_5_proc_ens_aprend.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.
- SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2003.
- SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.
- SILVA, Fiderisa; MORINO, Carlos Richard Ibãnez. A importância das neurociências na formação de professores. **Momento**, Rio Grande, v. 21, n. 1, p. 29-50, 2012. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/momento/article/viewFile/2478/2195>. Acesso em: 18 out. 2019.
- SILVA, Paula Ravagnani; OLIVEIRA, Josiani Julião Alves de. Os recursos da neurociência no âmbito da educação. In: II Seminário Internacional de Pesquisa em Políticas Públicas e Desenvolvimento Social, 2, 2016, Franca. **Anais do II Seminário Internacional de Pesquisa em Políticas Públicas e Desenvolvimento Social**, Franca: 2, 2016, p. 1-10. Disponível em: <https://www.franca.unesp.br/Home/Pos-graduacao/-planejamentoeanalisedepoliticaspUBLICAS/iisippedes2016/00000.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.
- SILVA, Luciano Pontes da; SANTANA FILHA, Ligia; FONSECA, Laerte. Neurociência e etnomatemática: uma articulação possível. In: XII Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, 2018, São Cristóvão. **Anais do XII Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”**, São Cristóvão: 12, 2018. p. 1-12. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/9017/47/Neurociencia_e_etnomatemtica_uma_articulacao_pos_sivel.pdf. Acesso em: 11 out. 2019.
- SIMÕES, Estela Mari Santos; NOGARO, Arnaldo; YUNG, Hildegard Susana. Teorias de aprendizagem e neurociência cognitiva: possíveis aproximações. **Revista COCAR**, Pará, v. 12, n. 23, p. 85-113, jan./jun. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/1720>>. Acesso em: 02 de out. 2019.
- SOUSA, Anne Madeliny Oliveira Pereira de; ALVES, Ricardo Rilton Nogueira. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, v. 34, n. 105, p. 320-331, 2017. Disponível em: <

http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862017000300009/ >. Acesso em: 02 out. 2019.

SOUZA, Fernando Olga de. **Análise do comportamento e a neurociência: uma perspectiva histórica**. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em psicologia experimental: análise do comportamento) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC SP, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/16722/1/Fernando%20Olga%20de%20Souza.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. **The scientifically substantiated art of teaching: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science)**. 2008. Disponível em: <<http://www.educacionparatodos.com/pdf/Dissertation.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

VIGOTSKI, Lev Semionovich. Quarta aula: a questão do meio na pedagogia. **Psicologia USP**, v. 21, n. 4, p. 681-701, 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br>>. (Originalmente publicado em 1935). Acesso em 14 fev. 2021.

CAPÍTULO II - Neurociências e a sua prática em sala de aula



Submetido na Revista Multidisciplinar em Educação em: 17/02/2020.

QUALIS DA REVISTA EM ENSINO: B1

NEUROCIÊNCIAS E A SUA PRÁTICA EM SALA DE AULA

Resumo:

A Neurociências é uma ciência recente que estuda o sistema nervoso central por meio de bases científicas, dialogando também com a Educação, com uma nova subárea, a Neuroeducação. O objetivo deste trabalho é apresentar a Neurociências e sua prática em sala de aula. Para tal, como metodologia, foi feita uma busca na base de dados EBSCO. Essa busca inicial possibilitou o acesso de 60 artigos. Foi realizado um refinamento desta seleção, sendo excluídos os artigos que não fossem de autoria de pesquisadores brasileiros. Partindo do pressuposto de que aprender é promover a modificabilidade cognitiva e comportamental e de que todo este processo resulta do funcionamento cerebral, compreender as bases neurobiológicas da aprendizagem torna-se fundamental na formação do professor no século XXI.

Palavras-chave: Neurociências. Neuroeducação. Sala de aula.

Abstract:

Neurosciences is a recent science that studies the central nervous system through scientific bases, also dialoguing with Education, with a new subarea, neuroeducation. The objective of this work is to present Neurosciences and its practice in the classroom. For this, as a methodology, a search was made in the EBSCO database. This initial search made it possible to access 60 articles. A refinement of this selection was carried out, excluding articles that were not authored by Brazilian researchers. Starting from the assumption that learning is to promote cognitive and behavioral modifiability and that this whole process results from brain functioning, understanding the neurobiological bases of learning becomes fundamental in teacher education in the 21st century.

Keywords: Neurosciences. Neuroeducation. Classroom.

Resumen:

La Neurociencias es una ciencia reciente que estudia el sistema nervioso central a través de bases científicas, también dialogando con la Educación, con una nueva subárea, la neuroeducación. El objetivo de este trabajo es presentar la Neurociencias y su práctica en el aula. Para esto, como metodología, se realizó una búsqueda en la base de datos EBSCO. Esta búsqueda inicial permitió acceder a 60 artículos. Se realizó un refinamiento de esta selección, excluyendo artículos que no fueron escritos por investigadores brasileños. Partiendo de la suposición de que el aprendizaje es promover la modificabilidad cognitiva y conductual y que todo este proceso es el resultado del funcionamiento del cerebro, la comprensión de las bases neurobiológicas del aprendizaje se vuelve fundamental en la formación docente en el siglo XXI.

Palabras clave: Neurociencias. Neuroeducación. Aula.

INTRODUÇÃO

Os avanços e descobertas na área da Neurociências ligada ao processo de aprendizagem é sem dúvida, uma revolução para o meio educacional. A Neurociências da aprendizagem, em termos gerais, é o estudo de como o cérebro aprende (MIETTO, 2012).

O cérebro, como estrutura mais desenvolvida e complexa dentro do sistema nervoso central, tem como atribuições mais complexas, incluindo projeção sensorial e cognição, planejamento e iniciação de movimentos voluntários, processos mentais complexos (pensamento, raciocínio), compreensão e expressão de linguagem, memória e aprendizagem, experiências emocionais e motivacionais (MAIA, 2011).

O cérebro humano é um órgão fascinante, capaz de controlar desde as funções vitais basais até as emoções e aprendizagem. Quando o educador conhece o seu funcionamento pode elaborar estratégias de aprendizado que estimulem o aluno (OLIVEIRA, 2015).

Os avanços da Neurociências esclareceram muitos aspectos do funcionamento do Sistema Nervoso (SN), especialmente do cérebro, e permitiram a abordagem mais científica do processo de ensino e de aprendizagem. Funções relacionadas à cognição e às emoções, presentes no cotidiano e nas relações sociais, como dormir, comer, gostar, reconhecer, falar, compreender, ter atenção, esquecer, experimentar, ajudar, lembrar, calcular, planejar, julgar, rir, movimentar-se, trabalhar, emocionar-se, são comportamentos que dependem do funcionamento do cérebro. Educar é aprender também (GUERRA, 2010).

Nos últimos anos os estudos do campo da Neurociências vêm avançando e ganhando destaque através de bases científicas, pois o interesse pelo funcionamento do cérebro e suas potencialidades, junto ao progresso tecnológico, tem garantido um avanço científico significativo, colaborando para o entendimento da mente humana e seus desdobramentos (RIBEIRO; SENA, 2014).

Entendendo o cérebro como o órgão por excelência da aprendizagem e sabendo que, “alterando a atividade e a estrutura das sinapses existentes entre os neurónios, a experiência molda diretamente os circuitos responsáveis por processos como a memória, a emoção e a autoconsciência.” (SIEGEL, 2004, p. 18), processos esses diretamente implicados na aprendizagem, torna-se fundamental compreender a perspectiva neurobiológica (SEIXAS, 2014).

De forma simplificada podemos caracterizar a Neurociências como a ciência do cérebro e a Educação como a ciência do ensino e da aprendizagem. O cérebro apresenta grande significância no processo de aprendizagem, assim como o contrário, parece-nos obvio a relação direta entre as Neurociências e a Educação (RATO & CASTRO-CALDAS, 2010).

Embora seja claro que a Neurociências pode fornecer informações importantes para a prática docente, raramente os professores recebem formação sobre Neurociências durante a sua formação e/ou vida acadêmica. Acredita-se que a Educação, aliada às Neurociências, pode ajudar a entender a estrutura cognitiva e as dificuldades de aprendizagem, o objetivo deste trabalho é apresentar a Neurociências e sua prática em sala de aula. Para tal, como metodologia, foi realizada uma revisão bibliográfica abordando os temas, Neurociências, Neuroeducação e a sala de aula.

METODOLOGIA

Considerando os objetivos propostos pelo presente estudo, optou-se pelo uso de uma metodologia de pesquisa qualitativa de caráter descritivo, instrumentalizado pela revisão bibliográfica.

Nos casos de estudos de revisão bibliográfica, apresentou-se de forma detalhada como foram realizados os procedimentos metodológicos, tais como: classificação da pesquisa, fontes pesquisadas (base de dados, livros, artigos, dissertações, teses, legislações, etc.), critérios adotados para a seleção (inclusão e exclusão) dos trabalhos e análise dos dados coletados.

Para o levantamento do material a ser analisado, foi feita uma busca na base de dados EBSCO com as seguintes palavras-chave: “neuroeducação”, “neurociências e educação” e “neurociências e sala de aula”. A coleta de dados foi realizada entre os meses de dezembro de 2019 e fevereiro de 2020. Foram definidos como critério de inclusão: trabalhos disponíveis na íntegra, com o texto completo, pesquisas em Língua Portuguesa, em formato de artigo científico e publicados entre 2005 e 2017. Essa busca inicial possibilitou o acesso a mais de 60 artigos. Para analisar os trabalhos, iniciou-se a leitura dos títulos, seguido da leitura dos resumos e, finalmente, dos textos completos. Foram suprimidos os artigos repetidos e aqueles que apresentavam outros idiomas que não fosse o Português, além dos trabalhos que se distanciavam do objetivo proposto para este estudo, restando 17 produções que foram analisadas. Ressalta-se que todo o processo de seleção, inclusão e exclusão dos trabalhos selecionados foram realizados de forma consensual pelos autores.

Assim, os principais autores brasileiros encontrados nas áreas de Neurociências e Educação foram: Guerra (2010 e 2011), Carvalho (2011), Fuentes *et al.*, (2014), Herculano-Houzel (2010), Macedo e Bressan (2016), Shore (2000), Maia (2011), Bartoszeck, (2006, 2007, 2009, 2013 e 2017), Relvas (2008, 2010, 2011 e 2015), Izquierdo (2011), Lent (2010), já Aranha e Sholl-Franco (2012) se refere à Neuroeducação. Percebe-se, então, pelo número limitado de pesquisadores brasileiros na área a necessidade de maiores pesquisas.

NEUROCIÊNCIAS

De acordo com a versão online do dicionário Michaelis (2018), “Neurociências é o ramo da ciência ou conjunto de conhecimentos sobre a estrutura e funcionamento do sistema nervoso”. Ou seja, estuda o sistema nervoso, as funcionalidades, estruturas, processos de desenvolvimento e alguma alteração que possa surgir ao longo da nossa vida.

Grandes pensadores, filósofos, médicos e pesquisadores, como Hipócrates (469-379 a.C.), Aristóteles (382-322 a.C.), Galeno (129-217 d.C.), Descartes (1596-1650), Gall (1758-1822), Broca (1860-1870), Wernick (1848-1905), Golgi (1843-1926), Ramón y Cajal (1852-1934), Luria (1902-1977), e muitos outros empenharam-se em estudar o funcionamento cerebral e sua anatomia, apresentando diversas hipóteses que foram analisadas, discutidas e contraditas, mas que formaram a base do que hoje chamamos de Neurociências (RODRIGUES, 2014).

A Neurociências é nova, ou seja, aproximadamente 150 anos, para ciência isso é muito pouco, mas mesmo jovem ela já nos brindou com informações preciosas em termos do funcionamento do cérebro, como ele se forma, se desenvolve e nos constrói com todas as nossas idiosincrasias (TERÁN; SANTOS, 2016).

Segundo Bastos & Alves (2013) o termo “Neurociências” apareceu nos anos de 1960, denotando uma área mais ampla que a neuroanatomia e neurofisiologia. Tal perspectiva emergiu de questões epistemológicas da Neurociência cognitiva, apresentando dois principais paradigmas cognitivos opostos e excludentes, utilizados no século XX: computacional e o de sistemas dinâmicos. O modelo computacional explica as funções cognitivas com base em mecanismos de processamento de informação e construção de representações mentais que vicejaram ao final do século XX. O modelo dinamicista concebe os processos cognitivos em uma dimensão corpórea e interativa com o ambiente, enfocando as ações dos sistemas cognitivos em seus respectivos contextos, num processo de adaptação ativa (DA SILVA, BARBOSA, DE SOUZA, 2014).

Na década de 1970, já no seu final, a multidisciplinaridade proporcionou o surgimento do conceito Neurociências, como alguns sugeriram. As diversas linhas de pesquisa e investigação tem um espectro tão amplo que abrangem do estudo biomolecular ao cognitivo/mente do filosófico ao da física quântica. Das pesquisas científicas e observações clínicas isoladas, com a Neurociências pensamos o cérebro humano como uma totalidade, sem dicotomia corpo/mente. Um conhecimento assertivo se desenvolve, desde então, com a confluência de diversas áreas de saberes (OLIVEIRA, 2015).

A Neurociências é estudo do fundamento neuronal, no nível biomolecular ou microscópico do comportamento, da cognição e da emoção; investigação do sistema nervoso, suas estruturas, seu desenvolvimento, funcionamento, evolução e sua relação com comportamento e mente, assim como suas alterações (SENA, 2015).

Bartoszeck (2013, p. 3), apresenta sete princípios da Neurociências:

1. Aprendizagem, memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem.
2. O cérebro se modifica aos poucos, fisiológica e estruturalmente, como resultado da experiência.
3. O cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.
4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.
5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.
6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.
7. O cérebro responde, devido à herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), em 1995, se referiu à Neurociências como uma disciplina que envolve tanto a biologia do sistema nervoso, como as ciências humanas, sociais e exatas que em conjunto representam a possibilidade de contribuir ao bem estar humano por meio de melhorias na qualidade de vida durante todo o ciclo vital (BENARÓS *et al.*, 2010).

Toda experiência sensorial, motora, memória, aprendizagem, emoção e comportamento dos seres humanos estão sob a influência do sistema nervoso. Este possui uma estrutura que permite a recepção, transmissão, organização, análise e resposta aos estímulos ambientais como explica Rubin (2006), compreender como esta estrutura funciona ajuda na compreensão de como acontece o processo de pensamento e de aprendizagem. Assim, torna-se relevante o conhecimento do sistema nervoso, fisiológico e patológico, com o objetivo de melhorar as

práticas educativas, visando à diminuição das dificuldades no processo de ensino e aprendizagem (ESCRIBANO, 2007).

De forma geral, a Neurociências, objetivando a compreensão dos processos cerebrais, pode ser dividida, considerando diferentes metodologias e ênfases, de forma simples, em cinco grandes disciplinas (LENT, 2001, p. 4). As duas primeiras estudam os aspectos moleculares e citológicos, sendo respectivamente: a Neurociência molecular, que tem como objeto de estudo as estruturas moleculares e sua importância funcional no sistema nervoso, também denominada Neurobiologia molecular e a Neurociência celular, também denominada neurobiologia celular, que estuda as células do sistema nervoso, sua estrutura e sua funcionalidade as outras três estudam a estrutura neurológica em um âmbito macro, sendo: a Neurociência sistêmica, considera grupos de células nervosas localizadas em várias regiões do sistema nervoso. Quando apresenta uma abordagem mais morfológica, pode ser denominada de Neuroanatomia e quando lida com aspectos funcionais do organismo, é também chamada de Neurofisiologia (OBANA, 2015).

Segundo Bruer (1997), descreveu as contribuições da Neurociências no campo educacional tendo como argumento o pouco conhecimento do neurodesenvolvimento e da Neurofisiologia que fosse capaz de criar um elo com a prática educativa, confirma também que a ponte existente entre a Educação e a Psicologia grande consistência, contrariamente à recente tentativa de estabelecer um elo entre a Educação e a Neurociências (SEIXAS, 2014).

PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM: ALGUMAS REFLEXÕES

Aprendizagem, nada mais é do que esse maravilhoso e complexo processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativa essas sinapses (ligações entre os neurônios por onde passam os estímulos), tornando-as mais "intensas". A cada estímulo novo, a cada repetição de um comportamento que queremos que seja consolidado, temos circuitos que processam as informações, que deverão ser então consolidadas (MIETTO, 2012).

Aprendizagem é o processo pelo qual as competências, habilidade, conhecimentos, comportamentos e valores são adquiridos ou modificados como resultado de estudo, experiência, formação, raciocínio e observação. Constitui-se na modificação do cérebro com a experiência, de forma que ele reage de maneira diferente analisando e comparando a atual experiência com a anterior por meio da memória. As conexões entre neurônios se modificam, umas tornam-se mais fortes, outras mais fracas dependendo do uso, e essa mudança associada à experiência é justamente a base do aprendizado (HERCULANO-HOUZEL, 2009).

A compreensão de que o cérebro é o órgão responsável pelo aprendizado não é novidade para o meio científico, no entanto, pesquisas neurocientíficas têm acrescentado significativamente para o entendimento de como ocorrem os processos neurais que mediam a aprendizagem (CRESPI, 2017).

Diversas pesquisas foram realizadas, principalmente a partir das primeiras décadas do século XX, tentando decifrar como é que aprendemos levando em consideração um problema que intriga os pensadores desde a Antiguidade: “como é que o sujeito se relaciona com o meio em que está inserido”, ou de maneira mais simples, “como é que o sujeito se relaciona com o objeto”. Traduzindo para o contexto escolar, como é que a criança (sujeito) aprende (se relaciona) um conhecimento (objeto). É preciso ficar claro que o que é considerado objeto nas diversas teorias é tudo o que existe no “meio”; as pessoas, as coisas, a arte, a cultura, os conhecimentos, etc. (NOGUEIRA e MARIA, 2007).

É importante compreender o modo como as pessoas aprendem e as condições necessárias para a aprendizagem, bem como identificar o papel de um professor, por exemplo, nesse processo. Estas teorias são importantes porque possibilitam a este mestre adquirir conhecimentos, atitudes e habilidades que lhe permitirão alcançar melhor os objetivos do ensino (DA SILVA, KAYSER e BOCK, 2015).

Gardner (2000) também discute o processo de ensino e de aprendizagem, apresentando a teoria das múltiplas inteligências, afirmando que as pessoas aprendem de maneiras diferentes e apresentam diferentes configurações e inclinações intelectuais, argumentando que não existe uma inteligência única.

Para isso, partiremos do pressuposto que a Educação, como uma área da atividade humana, está inserida no cotidiano das pessoas, na cultura, nos costumes e tradições, imersas em um cenário político-ideológico. Para dar conta dessa complexidade, as teorias da aprendizagem estão organizadas em: teoria Humanista, Comportamentalista e Cognitivista (SILVA, 2007).

A abordagem humanista prioriza como base fulcral da aprendizagem a autorrealização, a do aprendiz, havendo uma valorização, o tanto do aspecto cognitivo, quanto do motor e do afetivo. Para tal abordagem o desenvolvimento do sujeito da aprendizagem deve se dar de forma integral (SANTOS, 2006).

A abordagem comportamental é uma postura filosófica que se ocupa de comportamentos observáveis e mensuráveis do sujeito, ou seja, de respostas que dá a estímulos externos. Contrapõe-se ao mentalismo, ao estudo do que as pessoas pensam e sentem: ocupa-se

do que as pessoas fazem. Supõe que o comportamento inclui respostas que podem ser observadas e relacionadas com eventos que as precedem (estímulos) e as sucedem (consequências). Busca estabelecer relações funcionais, ou leis, entre estímulos e consequências (boas ou más) (MOREIRA, 2009).

A abordagem cognitivista, apesar de ter surgido quase no mesmo período que o *behaviorismo*, teve grande efervescência nos anos de 1990, enfatiza o processo de cognição, através do qual a pessoa atribui significados à realidade em que se encontra. Preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvido na cognição e procura regularidades nesse processo mental. Nessa corrente, situam-se autores como Bruner, Piaget, Ausubel, Novak e Kelly (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010 e SANTOS, 2006).

Quando uma criança na fase escolar não consegue aprender, educadores e professores fazem uma investigação para constatar porque o desempenho do aluno não corresponde ao esperado. As explicações a este tipo de situação são bem variadas: problemas familiares, condições ruins da família, deficiência, falta de interesse, preguiça, dentre outros. A escola sempre aponta direções externas a ela, a causa sempre está no outro, “difícilmente está no ensino, mas sim na aprendizagem” (LUNARDI, 2005).

Cada uma destas abordagens contribui para o processo de aprender e seus fundamentos teórico-metodológicos, quando bem compreendidos são ferramentas que alicerçam o processo de ensino e de aprendizagem. Somando-se a estas concepções, há as contribuições advindas da Neurociências, campo de investigação que tem crescido muito nas últimas décadas, que apontam caminhos para aprender com técnicas relacionadas à neuroeducação.

NEUROEDUCAÇÃO

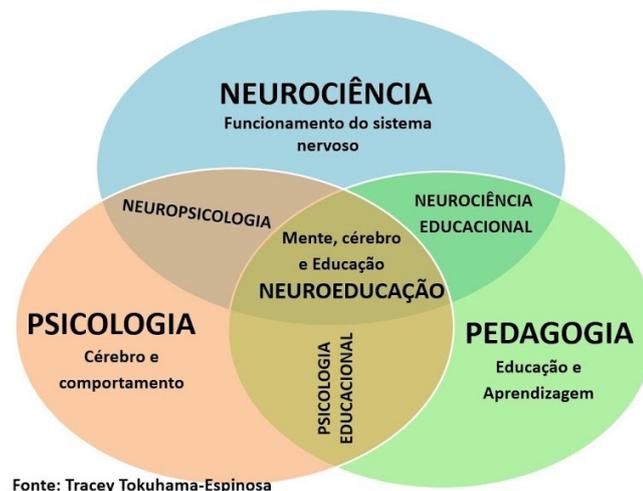
A Neuroeducação é uma área recente se levarmos em consideração a nomenclatura utilizada e a sua caracterização multidisciplinar, que assume por objetivo unir conceitos como Mente, Sistema Nervoso e Educação. Como um dos marcos iniciais, registrado como tentativa de criar um elo entre o sistema nervoso e os processos educacionais, temos parte da obra de Henry Herbert Donaldson com o livro intitulado “O Crescimento do cérebro: Um estudo do Sistema Nervoso Central em relação à Educação (DONALDSON, 1895)” e na história mais recente com a criação do Grupo de Interesse Especial Cérebro, Neurociências e Educação em 1988 e Associação de Pesquisa Educacional Americana em 2002, conjunto das ações globais

resultaram em 2004 na fundação da Sociedade Internacional Mente, Cérebro e Educação (ARANHA e SHOLL-FRANCO, 2012).

O surgimento da Neuroeducação deu-se por meio da intercessão entre a Psicologia, Neurociências e Educação. Trata-se de um campo emergente e que agrega o ser humano a modificar estruturas funcionais limitantes na aprendizagem e aperfeiçoa as operações das matrizes de inteligência através do seu mapeamento cerebral, possibilitando a expressão máxima da sua potencialidade. Possibilita também algumas compreensões do aprender que ainda não eram possíveis de serem entendidas e que vão auxiliar o professor quanto as novas estratégias de ação em sala de aula (JÚNIOR *et al.*, 2016).

A Neuroeducação constitui-se como um campo interdisciplinar que combina a Neurociências, Psicologia e Educação para criar melhores métodos de ensino e currículos (SABBATINI, 2009). Procura “explicar, modelar e descrever os mecanismos neurais que sustentam os atos perceptivos, cognitivos ou motores, disponibilizando os fundamentos necessários à orientação de aprendizagem”. (SCHÄFFER, 2014).

Figura 1: O surgimento da Neuroeducação.



Fonte: Tokuhamas-Espinosa, 2011.

Segundo Hardiman e Denckla (2009) definem Neuroeducação como um novo campo do conhecimento que integra “neurocientistas que estudam a aprendizagem e educadores que pretendem fazer uso de pesquisas desta natureza”. Comentam que, embora esta integração pareça óbvia, nem sempre foi ou será fácil e direta, uma vez que os campos profissionais estruturam linguagens e abordagens diferenciadas, definindo seus respectivos métodos de

produção e validação do conhecimento.

Recentemente, a Neuroeducação, um “espaço de fronteiras entre as Neurociências, a Psicologia e a Educação” (SHOLL-FRANCO, ASSIS e MARRA, 2012, p. 8), vem promovendo intercâmbios teóricos-metodológicos entre áreas que buscam o entendimento de temas como desenvolvimento da linguagem, atenção, aprendizagem, motivação, emoção, memória e outros que se mostrem essenciais para a constituição do indivíduo e da sociedade (ARANHA e SHOLL-FRANCO, 2012).

A Neuroeducação começa a ganhar corpo, se caracterizando como um campo multi e interdisciplinar, que oferece novas possibilidades tanto à docência, como a pesquisa educacional com a finalidade de abordar o conhecimento e a inteligência, integrando três áreas: a Psicologia, a Educação e as Neurociências (DOS SANTOS; SOUSA, 2016).

NEUROCIÊNCIAS E APRENDIZAGEM

Ao mesmo tempo que as descobertas neurocientíficas empolgam a sociedade, a escola se pergunta como incorporar os conhecimentos trazidos pela área. Ainda é cedo para falar em uma aplicação prática da Neurociências na sala de aula - muitas pesquisas cujos resultados são divulgados com certo alarde ainda estão em um nível experimental inicial. Por isso mesmo, o momento para aprender mais sobre o assunto é propício (RELVAS, 2011).

A escola é um local que proporciona não só a formação individual, mas também a social, a política e a cultural. Para se atingir esses objetivos, o aluno recebe e assimila novos conhecimentos. Nesse processo de ensino e de aprendizagem, o professor desempenha um papel fundamental de mediador, sendo o elo entre o conhecimento e o aluno, cabendo a ele o papel de possibilitar as melhores condições e meios para a aprendizagem (GROSSI *et al.*, 2014).

A Neurociências é uma ciência recente que estuda o sistema nervoso central bem como sua complexidade, através de bases científicas, dialogando também com a Educação, através de uma nova subárea, a neurodidática ou neuroeducação. Este ramo novo da ciência estuda Educação e cérebro, entendendo este último como um órgão “social”, passível de ser modificado pela prática pedagógica (RELVAS, 2009).

Pesquisadores já descobriram que há etapas definidas para o desenvolvimento do cérebro das crianças, e que a inteligência a sensibilidade e a linguagem podem e devem ser aprimoradas na escola e principalmente em casa com a família nas diversas atividades. Cada vez que a criança aprende alguma coisa nova os neurônios estabelecem novas conexões no cérebro. Os três primeiros anos de vida de uma criança são os mais importantes para o

desenvolvimento cerebral. É nessa fase que se desenvolve mais da metade dos neurônios e suas conexões. Os neurocientistas acreditavam que no cérebro adulto, os neurônios quando morriam não se reconstituía. Mas, já está comprovado cientificamente que em algumas áreas do cérebro; como hipocampo que é a estrutura essencial para formação de novas memórias é capaz de se reconstituir. “A neuroplasticidade possibilita a reorganização da estrutura do sistema nervoso e do cérebro, constituindo-se na base biológica da aprendizagem e do esquecimento”. (GUERRA, 2010).

Pontuamos a relevância de alguns princípios da Neurociências aplicados na sala de aula (Takeuchi, 2009) dentre eles temos:

- a) Memória e emoção se interligam na aprendizagem, sendo esta uma atividade social e necessita de um ambiente tranquilo para expor sentimentos e ideias.
- b) O cérebro se modifica fisiológica e estruturalmente pela experiência; assim, aulas práticas e atividades físicas com envolvimento ativo dos alunos geram associações entre experiências prévias e entendimento atual.
- c) O cérebro mostra períodos sensíveis para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta, sendo importantes ajustes de expectativas e de padrão de desempenho às faixas etárias dos alunos por meio de unidades temáticas integradoras.
- d) Algumas áreas do córtex frontal são ativadas simultaneamente no transcurso de nova experiência de aprendizagem; dessa forma, as situações que reflitam o contexto da vida real se “ancorarão” na compreensão anterior.
- e) O cérebro foi programado evolutivamente para gerar padrões quando testa hipóteses, promovendo padrões em que se aceite tentativas e aproximações ao gerar hipótese e aproximação de evidência; portanto, é recomendável a prática de resolução de casos e de aproximação.
- f) O cérebro responde devido à herança primitiva de símbolos, de imagem e de gravuras. Logo, sugere-se desenvolver atividades que favoreçam a expressão dos alunos através da arte, da música e de dramatizações, contribuindo para o processo de aprendizagem.

O processo de aprendizagem é imprescindível em qualquer etapa na vida do ser humano, bem como, vem se desenvolvendo desde os primórdios de sua vida. A Neurociências tem demonstrado o quão promissora pode ser uma parceria com a Educação, trazendo todo o seu conjunto de saberes sobre o Sistema Nervoso Central, local onde tudo acontece, desde os comportamentos, pensamentos, emoções e movimentos, e é a partir dos conhecimentos desta área que a Educação pode ter um salto quando se fala em efetividade e eficácia, levando em consideração que a partir do surgimento e avanço da Neurociências foi possível fornecer melhorias na qualidade de vida da sociedade atual, disponibilizando tratamentos efetivos para variados distúrbios neurológicos, ou seja, contribuiu e tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de soluções de diversos transtornos e doenças, incluindo os problemas educacionais (DOS SANTOS; SOUSA, 2016).

Para a neuroaprendizagem cognitiva que é o estudo científico da aprendizagem todos os indivíduos sempre têm a possibilidade de aprender, para tanto, o professor precisa desenvolver algumas habilidades e uma delas é melhorar sua atenção em relação a observação e investigação, ou seja, ser pesquisador para identificar os fatores iniciais da aprendizagem, tais como: atenção, Memória e compreensão (RELVAS, 2014).

A Neuroeducação detém, potencialmente, a chave para uma mudança de paradigma em técnicas de ensino e um novo modelo de aprendizagem desde a infância até a idade adulta (GONÇALVES DE OLIVEIRA, 2014).

A aprendizagem baseada no cérebro é uma ideia interessante que oferece esperança para aqueles de nós que buscam encontrar significado e excelência em todas as esferas da Educação – por todos os alunos. É uma ideia que honra a pesquisa cognitiva e Psicológica de longa data descobertas, bem como as recentes descobertas em Neurociências que comprovam a interconectividade do corpo, mente e cérebro (MCCALL, 2012).

Quadro 3 - Princípios da Neurociências com potencial aplicação no ambiente de sala de aula.

Princípios da Neurociências	Ambiente de sala de aula
1. Aprendizagem & memória e emoções ficam interligadas quando ativadas pelo processo de aprendizagem	Aprendizagem sendo atividade social, alunos precisam de oportunidades para discutir tópicos. Ambiente tranquilo encoraja o estudante a expor seus sentimentos e idéias.
2. O cérebro se modifica aos poucos fisiológica e estruturalmente como resultado da experiência.	Aulas práticas/exercícios físicos com envolvimento ativo dos participantes fazem associações entre experiências prévias com o entendimento atual.
3. o cérebro mostra períodos ótimos (períodos sensíveis) para certos tipos de aprendizagem, que não se esgotam mesmo na idade adulta.	Ajuste de expectativas e padrões de desempenho às características etárias específicas dos alunos, uso de unidades temáticas integradoras.
4. O cérebro mostra plasticidade neuronal (sinaptogênese), mas maior densidade sináptica não prevê maior capacidade generalizada de aprender.	Estudantes precisam sentir-se “detentores” das atividades e temas que são relevantes para suas vidas. Atividades pré-selecionadas com possibilidade de escolha das tarefas, aumenta a responsabilidade do aluno no seu aprendizado.
5. Inúmeras áreas do córtex cerebral são simultaneamente ativadas no transcurso de nova experiência de aprendizagem.	Situações que reflitam o contexto da vida real, de forma que a informação nova se “ancore” na compreensão anterior.
6. O cérebro foi evolutivamente concebido para perceber e gerar padrões quando testa hipóteses.	Promover situações em que se aceite tentativas e aproximações ao gerar hipóteses e apresentação de evidências. Uso de resolução de “casos” e simulações.
7. O cérebro responde, devido a herança primitiva, às gravuras, imagens e símbolos.	Propiciar ocasiões para alunos expressarem conhecimento através das artes visuais, música e dramatizações.

Fonte: Modificado por Bartoszeck (2013, p. 4) de Rushton & Larkin (2001, 2003)

As pesquisas nesse campo do conhecimento têm revelado aos profissionais da Educação a relação do funcionamento do cérebro com estratégias para que a aprendizagem seja mais

eficaz. Além disso, tais estudos indicam a relação entre os seis primeiros anos de vida, comportamento e a saúde da criança (FERREIRA; NAXARA, 2017).

Dessa forma, a Neurociências sugere “períodos críticos” mais propícios para o desenvolvimento de certas habilidades segundo Bartoszeck (2007, p. 16), a saber:

Quadro 4 - Períodos “críticos” mais propícios para o desenvolvimento de certas habilidades.

Períodos críticos para desenvolvimento de habilidades	
Funções	Faixa ótima de desenvolvimento
Visão	0 – 6 anos
Controle emocional	9 meses – 6 anos
Formas comuns de reação	6 meses – 6 anos
Símbolos	18 meses – 6 anos
Linguagem	9 meses – 8 anos
Habilidades sociais	4 anos – 8 anos
Quantidades relativas	5 anos – 8 anos
Música	4 anos – 11 anos
Segundo idioma	18 meses – 11 anos

Fonte: Macedo e Bressan, 2018

Para Macedo (Macedo e Bressan, 2018, p. 26), segundo Piaget, esses períodos críticos são chamados de momentos de “desenvolvimento ótimo” que, se forem perdidos, poderão prejudicar ou criar defasagens no desenvolvimento da criança.

Sabendo disso, a Neurociências, pode sugerir estratégias de ensino que melhorem os resultados, contribuindo, assim, com as práticas pedagógicas mais efetivas, prazerosas e que possibilitem novas relações dentro das salas de aula, valorizando diferentes formas de aprender (FERREIRA; NAXARA, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do pressuposto de que aprender é promover a aquisição de novos conhecimentos, modificabilidade cognitiva e comportamental e de que todo esse processo resulta do funcionamento cerebral, compreender as bases neurobiológicas da aprendizagem torna-se fundamental na formação do professor no século XXI.

Os padrões de aprendizagem estão relacionados diretamente com o sistema nervoso, que é uma rede complexa responsável por controlar e coordenar todos os sistemas do organismo e, recebendo estímulos do ambiente é capaz de interpretá-los e desencadear respostas adequadas

a eles (CONSTANZO, 2010). Portanto uma Educação eficiente precisa passar pelo diálogo entre a Neurociências e a Pedagogia.

Por isso, o conhecimento de como o sistema nervoso funciona e suas repercussões no ambiente facilitam a interação entre professor e aluno. Por este motivo é fundamental levar em consideração as contribuições da Neurociências durante o processo de ensino e de aprendizagem, seja em classes comuns da Educação Básica, como também para os alunos com algum tipo de deficiência, principalmente considerando os dados estatísticos do número de pessoas com deficiência em ambientes escolares e o aumento de suas matrículas.

Os estudos atuais sobre a mente, o cérebro e os processos neurais envolvidos no pensamento e na aprendizagem têm possibilitado a emergência de explicações de uma melhor compreensão da ciência da Educação. As investigações multidisciplinares e interdisciplinares com a contribuição científica estão abrindo o caminho que pode levar à pesquisa educacional para a prática em sala de aula (OLIVEIRA, 2015).

É possível afirmar, portanto, que o professor deverá estar apto a reconhecer as manifestações e necessidades físicas, cognitivas, emocionais e afetivas dos alunos nas relações individuais e coletivas. Além de respeitar as diferenças naturais dos alunos, que refletem em diversas maneiras de aprender, exigindo metodologias de ensino diferenciadas para cada ser humano, tendo a escola o desafio de reconhecer e aproveitar o potencial de inteligência de seus alunos e assim obter sucesso no processo de ensino e de aprendizagem.

Com base no exposto, a Neurociências poderia ser um grande potencial para nortear as práticas educativas, não só para pessoas com deficiência, mas também para os alunos em geral.

Para Markova (2000), cada um aprende no próprio ritmo, à sua maneira. Dentro de uma semente, já existe uma árvore; as possibilidades da nossa vida já existem dentro de nós, esperando uma quantidade suficiente de calor e luz para desabrochar.

Existem ainda alguns empasses no que concerne a uma boa interlocução entre os campos que integram a Neuroeducação, ou seja, as Neurociências e a Educação, e um dos problemas que impedem a comunicação das distintas áreas é a linguagem utilizada por ambas. Seixas (2014) afirma, “enquanto que a teoria e os dados da educação se referem à esfera comportamental, os dados e a teoria da Neurociências assumem diferentes características, condicionadas pela própria natureza do sistema nervoso (elétrica, química, espacial, temporal, etc.)”.

A influência da Neurociências na prática educacional irá fortalecer estratégias já utilizadas em sala de aula, além de sugerir novas formas de ensinar. O conhecimento sobre o

neurodesenvolvimento e as funções executivas pode auxiliar com subsídios práticos e teóricos não só para as inclusões presentes na escola, mas no ensino e aprendizagem de todos os alunos.

Por fim, tem se visto cada vez mais a necessidade de renovação das práticas pedagógicas, pois a cada vez mais há pesquisas revelando a dificuldade de aprendizagem dos alunos. Educadores que frequentemente têm resultados negativos em relação as suas práticas em sala, o que se constata imprescindível conhecer o funcionamento cerebral normal, para que assim seja possível entender o que está acontecendo com o cérebro lesado, assim como, aperfeiçoar as técnicas para com o cérebro saudável, observando as formas e o momento mais pertinente de estimulação.

Defende-se que é necessário o avanço no debate da formação e atuação docente com base no reconhecimento das bases neurocientíficas do aprendizado, e das facetas que compõem o cérebro e suas conexões, e como esses elementos favorecem não só a elaboração de estratégias que maximizem a aprendizagem, mas acima de tudo posicionem os docentes como agentes centrais no processo de mediação, ação esta que deve ser contemplada com base na compreensão as particularidades e potencialidades desses alunos, à luz dos avanços teóricos, científicos e procedimentais sob os preceitos da Neurociências.

O caminho bidirecional entre sala de aula e as Neurociências podem ser longo, mas pressupondo-se os possíveis benefícios, é, certamente, um investimento que valerá a pena.

REFERÊNCIAS

ARANHA, G.; SHOLL-FRANCO, A. (Orgs). **Caminhos da neuroeducação**. 2ª Ed. Rio de Janeiro (RJ): Ciências e Cognição, 2012.

BARTOSZECK, Amauri Betini; BARTOSZECK, Flavio Kulevicz. Neurociência dos seis primeiros anos: implicações educacionais. **EDUCERE. Revista da Educação**, v. 9, n. 1, p. 7-32, 2007.

BARTOSZECK, Amauri Betini. **Neurociência em benefício da Educação**. Diferentes olhares que se complementam, 2013.

BASTOS, Lijamar de Souza, ALVES, Marcelo Paraíso. As influências de Vygotsky e Luria à neurociência contemporânea e à compreensão do processo de aprendizagem. In: **Revista Práxis**. Ano V. nº 10. Dezembro de 2013.

BENARÓS, Sol et al. Neurociencia y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. **Revista de neurología**, v. 50, n. 3, p. 179-186, 2010.

CRESPI, Livia Regina Saiani. **Neurociências e educação: interlocuções entre conhecimento científico, prática docente e formação de pedagogos/as no Estado do Rio Grande do Sul.** 2017.

DA SILVA, Marco Aurelio; KAYSER, Aristéia Mariane; BOCK, Ingrid Vera. O PROCESSO DISCURSIVO DA ORALIDADE NA EDUCAÇÃO INFANTIL. **ÁGORA Revista Eletrônica**, n. 21, 2015.

Dicionário Michaelis. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/neurociencia/>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

DOS SANTOS, Calline Palma; SOUSA, Késila Queiroz. A Neuroeducação E Suas Contribuições Às Práticas Pedagógicas Contemporâneas. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 9, n. 1, 2016.

FERREIRA, Victor Silva; NAXARA, Kelly. IMPLICAÇÕES DA NEUROCIÊNCIA NA EDUCAÇÃO. **Revista de Pós-graduação Multidisciplinar**, v. 1, n. 1, p. 241-250, 2017.

LÓPEZ-ESCRIBANO, Carmen. Contribuciones de la neurociencia al diagnóstico y tratamiento educativo de la dislexia del desarrollo. **Rev Neurol**, v. 44, n. 3, p. 173-80, 2007.

GONÇALVES DE OLIVEIRA, Gilberto. Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, 2014.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro et al. Uma reflexão sobre a neurociência e os padrões de aprendizagem: A importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**, v. 6, n. 12, 2014.

GUERRA, Leonor B. Como as neurociências contribuem para a educação escolar. **FGR em revista**, Belo Horizonte, ano, v. 4, p. 6-9, 2010.

HARDIMAN, Mariale; DENCKLA, Martha Bridge. The science of education: Informing teaching and learning through the brain sciences. **Cerebrum**, v. 11, n. 12, p. 1-9, 2009.

HERCULANO-HOUZEL, S. **DVD Neurociências na Educação: Contribuições para a aprendizagem.** São Paulo: Nitta's Digital Vídeo, 2009.

JÚNIOR, Santiago et al. **Neuroeducação e práticas pedagógicas dos professores de escolas públicas das séries finais do ensino fundamental em ensino de ciências.** 2016.

LUNARDI, Geovana Mendonça. As práticas curriculares de sala de aula e a constituição das diferenças dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Caxambu: **28ª Reunião Anual da ANPED**, 2005.

MACEDO, L. de; BRESSAN, Rodrigo A. **Desafios da aprendizagem: como as neurociências podem ajudar pais e professores.** Papyrus Editora, 2018.

MAIA, Heber et al. **Neurociências e desenvolvimento cognitivo.** Rio de Janeiro: Wak Editora, v. 1, 2011.

MARKOVA, D. **O natural e ser inteligente: padrões básicos de aprendizagem a serviço da criatividade e educação.** São Paulo: Summus, 2000.

MCCALL, Linda Ann H. Brain-based pedagogy in today's diverse classrooms: A perfect fit--but be careful. **Delta Kappa Gamma Bulletin**, v. 78, n. 3, p. 42-47, 2012.

MIETTO, Vera Lucia. **A importância da Neurociência na Educação.** http://www.pedagogia.com.br/artigos/neurociencia_aeducacao/index.php, 2012.

MOREIRA, M. A. Comportamentalismo, construtivismo e humanismo. **Coletânea de breves monografias sobre teorias de aprendizagem como subsídio para o professor pesquisador, particularmente da área de ciências**, v. 2, 2009.

NOGUEIRA, Ignatius; MARIA, Clélia. As teorias de aprendizagem e suas implicações no ensino de matemática. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 29, n. 1, 2007.

OBANA, João Enzio Gomes. **A epistemologia e a psicologia de Jean Piaget e as neurociências uma revisão sistemática.** 2015.

OLIVEIRA, G. **A pedagogia da Neurociência: ensinando o cérebro e a mente.** Curitiba: Appris, 2015.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, CJ de H. Teorias de aprendizagem. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul–Instituto de Física**, 2010.

RATO, J., & CASTRO-CALDAS, A. (2010). Neurociências e educação: Realidade ou ficção? In C. Nogueira, I. Silva, L. Lima, A. T. Almeida, R. Cabecinhas, R. Gomes, C. Machado, A. Maia, A. Sampaio & M. C. Taveira (Eds.), **Actas do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia**. 626-644, 2010.

RELVAS, Marta Pires. **Fundamentos biológicos da educação: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem.** Rio de Janeiro: WAK Editora, 2010.

RELVAS, Marta. **Educação e Neurociências: um diálogo possível.** Material didático de aulas para o Instituto A Vez do Mestre–AVM, 2011.

RELVAS, Marta Pires. **Que cérebro é esse que chegou a escola.** As bases neurocientíficas da aprendizagem, Rio de Janeiro: WAK Editora, 2014.

SABBATINI, R. Uma ponte entre a neurociência e a educação. **Revista Eletrônica Noosfera**, out. 2009, Seção Ciência e sociedade, Educação, Neurociência.

SANTOS, José Alex Soares. Teorias da Aprendizagem: comportamentalista, cognitivista e humanista. **Revista Científica Sigma**, v. 2, n. 2, p. 97-111, 2006.

SEIXAS, Sônia Raquel. Da neurobiologia das relações precoces à neuroeducação. **Interacções**, v. 10, n. 30, 2014.

SENA, Tânia Virgínia Brito. **Neuroeducação conceitos e estratégias e técnicas para sala de aula do futuro**.2015.

SHOLL-FRANCO, A.; ASSIS, T.; MARRA, **Caminhos da neuroeducação: caminhos e desafios**. Em: Aranha, G.; Sholl-Franco, A. (Org.). *Caminhos da Neuroeducação* (pp.9–22). 2a. Edi. Rio de Janeiro (RJ): Ciências e Cognição, 2012.

SILVA, Cibelle Celestino. Teorias de Aprendizagem. **Didática, Docência e Tutoria no Ensino Superior**, p. 12, 2007.

TAKEUCHI, M. Y. **Estudo do uso de mapa conceitual na promoção de aprendizagem significativa de conteúdo de neurociência na graduação**. 2009, 94 f. 2015. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Neurociências) -Instituto de Psicologia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

TERÁN, Augusto Fachín; SANTOS, Saulo César Seiffert. **Temas sobre ensino de ciências em espaços não formais: avanços e perspectivas**. Manaus- AM: UEA Edições: 225, 2016.

TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey. Why Mind, Brain, and Education Scienceis the" New" Brain-Based Education. **New Horizons for Learning**, v. 9, n. 1, 2011.

CAPÍTULO III - Neurociências e Educação: refletindo sobre a formação inicial de docentes



Submetido na Revista Educação em Questão em: 02/05/2021.

QUALIS DA REVISTA EM ENSINO: A2

NEUROCIÊNCIAS E EDUCAÇÃO: refletindo sobre a formação inicial de docentes

Resumo

O presente estudo tem por objetivo investigar a formação docente em unidades escolares do sistema estadual de ensino do sul de Santa Catarina, sobre os conhecimentos prévios destes profissionais no que diz respeito à Neurociências e Educação em sua formação inicial e se os mesmos tiveram acesso a conteúdos relacionados às Neurociências. A metodologia desta pesquisa baseou-se em estratégia quantitativa. Os dados foram obtidos por meio de um questionário fechado, respondido por 62 professores do Ensino Fundamental. Como resultado, considera-se que a maioria dos pesquisados não cursou nenhuma disciplina relacionada à Neurociências, mas 98,4% dos entrevistados afirmam que existe alguma relação entre Neurociência e Educação. A pesquisa constatou ausência das Neurociências na formação inicial dos participantes, indicando uma lacuna de conhecimento significativa frente a significância da temática proposta.

Palavras-chave: Neurociências; Educação; Formação docente.

Abstract

This study aims to investigate teacher training in school units in the state education system in the south of Santa Catarina, on the previous knowledge of these professionals with regard to Neurosciences and Education in their initial training and whether they had access to content related to Neurosciences. The methodology of this research was based on a quantitative strategy. The data were obtained through a closed questionnaire, answered by 62 elementary school teachers. As a result, it is considered that the majority of respondents did not take any discipline related to Neurosciences, but 98.4% of respondents say that there is some relationship between Neuroscience and Education. The research found the absence of Neurosciences in the initial training of the participants, indicating a significant knowledge gap in view of the significance of the proposed theme.

Keywords: Neurosciences; Education; Teacher training.

INTRODUÇÃO

O tema Educação é sempre muito complexo e, muitas vezes, controverso. Estudos apontam que a Educação formal é fator preponderante na vida das pessoas, pois além de

possibilitar o acesso aos conhecimentos socialmente construídos e criar condições para o desenvolvimento integral do sujeito e para a criação de novos conhecimentos, ela impacta nas relações sociais e na própria sociedade de forma significativa, por isso, os profissionais que atuam nessa área precisam estar em constante formação para dar conta das mudanças constantes que acompanham o processo de ensinar e de aprender.

Segundo os dados mais recentes do Censo da Educação Superior, produzido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), em 2018, 3,4 milhões de alunos ingressaram em cursos de Educação superior de graduação, sendo que número de alunos matriculados nos cursos de licenciatura registraram uma alta de 40,4% (BRASIL, 2019). Observando estes dados, percebe-se que a formação superior dos profissionais da Educação básica no Brasil transita por um processo de expansão acelerado nas últimas duas décadas. Apesar de ainda permanecer atrasada, quando comparada com a de países desenvolvidos ou mesmo da América Latina houve alterações importantes no nível de acesso que permitiram o progresso dos estudos de um grande grupo de estudantes (TACHIBANA; FILHO; KOMATSU, 2015).

Os estudos sobre formação de professores, no Brasil, têm se ampliado consideravelmente nos últimos vinte anos. As mudanças ocorridas na sociedade atual, oriundas principalmente pelos avanços tecnológicos, impõem uma necessária e contínua cultura de aprendizado que gere conhecimento, exigindo novas demandas em termos educacionais (DE CARVALHO, 2010).

Para Cardoso e Queiroz (2019), por contextos sociais, políticos, econômicos e uma gama de outros fatores, a Educação se configura em um ofício árduo e complexo, que exige dos profissionais da área, especialização constante a fim de aperfeiçoar suas práticas. Com o passar dos anos, a escola, enquanto espaço formal de ensino e de aprendizagem, sofreu significativas mudanças, reflexos da sociedade em que está inserida. A Educação que antes tinha respaldo na corrente tradicional, pautada na repetição para a memorização em que o professor era o único detentor do conhecimento, sendo o aluno um sujeito passivo, hoje não se sustenta mais. Com os avanços nas distintas áreas do conhecimento, outras correntes pedagógicas surgiram, emergindo, assim, uma Educação mais reflexiva, redirecionando o olhar para o aluno, que agora se apresenta em um papel ativo no aprendizado.

No cotidiano escolar, professores enfrentam inúmeras dificuldades, tais como o desinteresse e a desmotivação dos alunos, o sono de alguns estudantes, especialmente no turno da manhã, o interesse maior em ferramentas tecnológicas, como o celular, do que no

aprendizado tradicional em sala de aula, entre outros. Ademais, poucos professores tem conhecimento que a Neurociências pode auxiliá-los a entender estes processos e, até mesmo, a pensar formas de driblar estas situações de dificuldade (DOS SANTOS NUNES *et al.* 2018).

Considerando que o professor lida diretamente com o cérebro humano, não compreender como este órgão funciona implica diretamente na não compreensão dos processos neurobiológicos envolvidos na dinâmica de ensino e de aprendizagem (DA SILVA; MORINO, 2012).

Para De Sá, Do Carmo Narciso e Fumiã (2020), a falta de acesso a Neurociências nos cursos de formação docente, constitui-se em um dos principais obstáculos para que se estabeleça uma relação entre Neurociências e Educação. Por outro lado, essa distância entre as áreas, acaba por fomentar os chamados neuromitos, que podem ser definidos como informações equivocadas sobre as descobertas neurocientíficas, que geralmente se originam em decorrência da divulgação científica conduzida de forma errônea.

É preciso considerar, segundo Schlindwein e Aguiar (2011), que a prática docente carrega em si marcas de todo tipo de tradições pedagógicas que têm origem em diferentes momentos históricos; que essa mesma prática pedagógica está em constantes mudanças e não somente incorpora novos elementos propostos, mas também gera a si mesma.

O educador, ao estabelecer em seus planejamentos as estratégias de ensino em relação ao seu conteúdo, deve sensibilizar-se que suas turmas se constituem em uma biologia cerebral (bioecologia cognitiva) em movimentos interruptos de transformações, pois aprender é uma ação que independe da especificidade de um espaço. É preciso que o educador perceba que, neurofisiologicamente, os alunos estão com os órgãos dos sentidos estimulados e, por conseguinte, existe um movimento de novas conexões nervosas que nunca estanca (RELVAS, 2009).

Considerando a relevância dos conhecimentos neurocientíficos para a compreensão de processos de aprendizagem, entende-se que estes deveriam fazer parte da formação do professor, pois poderão contribuir para o planejamento de metodologias de ensino que consideram o funcionamento cerebral e que podem auxiliar na potencialização do desempenho e aprendizagem dos alunos (MOREIRA, 2019).

Ao atualizar seus conhecimentos, os docentes permitem-se ter uma nova visão metodológica e prática, impulsionando o ensino e atendendo às dificuldades específicas de seus estudantes, conseguindo, assim, facilitar, bem como minimizar as dificuldades de aprendizagem (FILIPIN *et al.* 2017).

No contexto da aproximação entre Neurociências e Educação, Bortoli e Teruya (2017, p. 71) apontam que:

Os estudos da Neurociências no campo da Educação são uma alternativa para repensar as práticas pedagógicas na contemporaneidade. No campo da Neurociência, ancorados em pesquisas que fazem intersecção entre as ciências do cérebro e Educação, há possibilidade de promoção de novas estratégias pedagógicas na perspectiva da neurobiologia do aprendiz.

Neri (2017, p. 27) complementa a afirmativa dizendo que:

Neurociências e Educação se fundiram de forma eficaz na Pedagogia contemporânea. Ambas ciências se complementam e transformam a antiga realidade onde os alunos eram rotulados ou segregados simplesmente pela falta de conhecimentos específicos das entidades escolares sobre o assunto em foco.

Acredita-se que a educação, aliada às Neurociências, pode ajudar a entender a estrutura cognitiva e as dificuldades de aprendizagem, deste modo, o objetivo do presente trabalho é investigar a formação docente em unidades escolares do sistema estadual de ensino do sul de Santa Catarina, sobre os conhecimentos prévios dos docentes no tocante à Neurociências e Educação em sua formação inicial, considerando a Neurociências como uma alternativa para se repensar as práticas pedagógicas no espaço escolar.

NEUROCIÊNCIAS

De acordo com a versão *online* do dicionário Michaelis (2018), “Neurociências é o ramo da ciência ou conjunto de conhecimentos sobre a estrutura e funcionamento do sistema nervoso”. Ou seja, estuda o Sistema Nervoso (SN), as funcionalidades, estruturas, processos de desenvolvimento e alguma alteração que possa surgir ao longo da nossa vida.

O órgão mais sofisticado do nosso corpo é o cérebro, sendo ele o responsável por comandar todo o funcionamento das ações voluntárias e involuntárias. As ações voluntárias são aquelas que fazemos por vontade própria, exemplo falar, comer; enquanto, as involuntárias são as que acontecem sem a nossa percepção, como a respiração e o pulsar do coração (MOREIRA, 2019).

A Neurociências é uma ciência natural que estuda os princípios que descrevem a estrutura e o funcionamento neurais, buscando a compreensão dos fenômenos observados (COSENZA; GUERRA, 2011).

A Neurociências, durante a busca pelo conhecimento da mente e do comportamento humano, apresenta para diversos outros campos de pesquisa, dentre eles a Educação, possibilidades de desenvolvimento em suas especificidades e de aprimoramento em suas atividades. Ela tem como foco de investigação o estudo e a compreensão do sistema nervoso,

que é composto pelo cérebro, sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. Esta ciência visa entender o desenvolvimento do sistema nervoso de sua função patológica, estrutural, química e funcional (MARQUES, 2016).

No início da década de 1990, com a promulgação da Década do Cérebro pelo presidente George Bush, tem início, nos Estados Unidos, um período de intensa realização de pesquisas neurocientíficas, impulsionadas por grandes investimentos de empresas, órgãos governamentais e não governamentais norte-americanos, quando pelo desenvolvimento e disseminação de novas tecnologia de imagens como a tomografia por emissão de pósitrons (*TEP ou PET*) e a ressonância magnética funcional (*RMf ou fMRI*), que abriram novas possibilidades de pesquisa com novos conhecimentos que fossem importantes para a humanidade. As pesquisas avançaram tanto, que tão logo os cientistas perceberam que essa gnose poderia estar inserida em outras esferas, incluindo a Educação. Esta interdisciplinaridade tem sido gradativa, porém bastante revolucionária na perspectiva educacional (NERI, 2017 e LISBOA, 2019).

Enquanto área científica de pesquisa, a Neurociências procura conhecer os diferentes espaços cerebrais, compreendendo os processos mentais pelos quais aprendemos, agimos e lembramos. Seu estudo se relaciona com disciplinas distintas que também estudam questões relacionadas ao funcionamento, estrutura, especificidades e patologias do SN, tais como a Anatomia, Biologia, Farmacologia, Fisiologia, Genética, Patologia, Neurologia, Psicologia, Psiquiatria, Química, Radiologia e os estudos inerentes à educação humana no ensino e na aprendizagem (FILIPIN *et al.* 2017 e RELVAS, 2012).

RELVAS, 2012, p. 34, ressalta que:

[...] os esforços são necessários para compreender como se aprende, tendo como principal processo a inter-relação do sistema nervoso, as funções cerebrais mentais e o ambiente. Por isso, a questão é provocar nas ciências da Educação essa possibilidade de que aprendizagem e comportamento começam no cérebro e são mediadas por processos neuroquímicos. Essa maneira encontrada nesse diálogo, por uma Pedagogia mais neurocientíficas, compreendendo que os cérebros humanos são diferentes por meio de seus processamentos e procedimentos, e que a Neurociências é, assim, um conjunto das disciplinas que estudam, pelos mais variados métodos, o sistema nervoso e a relação entre as funções cerebrais e mentais.

De forma geral, a Neurociências objetiva a compreensão dos processos cerebrais, pode ser dividida, considerando diferentes metodologias e ênfases, de forma simples, em cinco grandes disciplinas (LENT, 2010).

Quadro 5 - Objeto de estudo das áreas de pesquisa neurocientíficas

ÁREA	OBJETO DE ESTUDO
Neurociência Molecular	Importância funcional e interação de diferentes moléculas no SN.
Neurociência Celular	Células que formam o SN, considerando suas estruturas e funções.
Neurociência Sistêmica	Sistemas compostos por células no SN, como sistema auditivo, sistema visual, sistema motor, entre outros.
Neurociência Comportamental	Estruturas neurais que definem comportamentos e fenômenos psicológicos.
Neurociência Cognitiva ou Neuropsicologia	Capacidades mentais complexas como a linguagem, a autoconsciência, a memória e a aprendizagem.

Fonte: Crespi *et al.* 2020

As propostas da Neurociências para o âmbito educacional propõem o desenvolvimento de ações educativas que estimulam o disparo neural e as sinapses, proporcionando um trabalho em conjunto deste sistema na aprendizagem, para então formar um sujeito crítico, científico, ativo e criativo, com capacidade para intervir na realidade objetivando a colaboração para a transformação da sociedade, tanto em esfera econômica, social, cultural, estrutural entre outras. (SILVA; OLIVEIRA, 2016).

O cérebro é o órgão da aprendizagem. O cérebro humano é composto por aproximadamente 86 bilhões de neurônios, as células nervosas, que interagem entre si e com outras células formando redes neurais para que possamos aprender o que é significativo e relevante para a vida (SOUZA *et al.* 2016).

Estas características sugerem que o cérebro humano foi concebido para a aprendizagem e para adaptações que asseguram a sobrevivência do indivíduo no meio em que se encontra. Espera-se que ao conhecer os processos que medeiam o desenvolvimento cerebral, o educador pode fazer melhor uso das teorias e práticas educacionais, levando em consideração a base biológica e os mecanismos neurofuncionais que lhe permitem otimizar o processo de aprendizado dos alunos (OLIVEIRA, 2014).

Os professores, ao conhecerem o funcionamento do sistema nervoso, podem desenvolver melhor seu trabalho e fundamentar sua prática diária com reflexos no desempenho e na aprendizagem escolar dos educandos. Podem intervir de forma mais efetiva nos processos de ensino e de aprendizagem, sabendo que esse conhecimento precisa ser criticamente avaliado antes de ser aplicado de forma eficiente no cotidiano escolar (SOUZA; ALVES, 2017).

Para Marques (2016), torna-se pertinente defender a inclusão de estudos relacionados à Neurociências na formação de docentes, de forma a prepará-los para contribuir para uma Educação de qualidade e favorecer um processo de ensino e de aprendizagem que respeita as limitações e o potencial da criança, em particular do aluno com Necessidades Educacionais Especiais (NEE).

Isso não significa que o professor deva ter amplo conhecimento médico e fisiológico do cérebro, mas, sim, compreender que a Educação engloba diversas áreas do conhecimento e deve considerar a diversidade da composição do indivíduo. Seguindo o entendimento dos autores supra mencionados, ressalta-se que a Neurociências pode contribuir para a atuação em sala de aula mediante um aprendizado sistemático e articulado e oferece aos professores novas possibilidades para melhorar a sua prática educativa.

METODOLOGIA

A pesquisa quantitativa é aquela em que se coletam e analisam dados quantitativos sobre variáveis. Dessa forma, este tipo de pesquisa é capaz de identificar a natureza profunda das realidades, seu sistema de relações, sua estrutura dinâmica. Ela também pode determinar a força de associação ou correlação entre variáveis, a generalização e objetivação dos resultados por meio de uma mostra que faz inferência a uma população. Além do estudo da associação ou correlação, a pesquisa quantitativa também pode, ao seu tempo, fazer inferências causais que explicam por que as coisas acontecem ou não de uma forma determinada (ESPERON, 2017).

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário fechado composto por 13 questões e aplicado a um grupo de 62 professores do Ensino Fundamental que lecionam na rede pública de educação de uma cidade do sul de Santa Catarina - SC. O questionário foi elaborado a partir de outro roteiro de pesquisa elaborado por Crespi *et al.* (2020) e adaptado pelos pesquisadores neste estudo.

Os dados coletados nos questionários foram tratados com o uso do programa SPSS (IBM Statistical Package for the Social Sciences) versão 25 (2017).

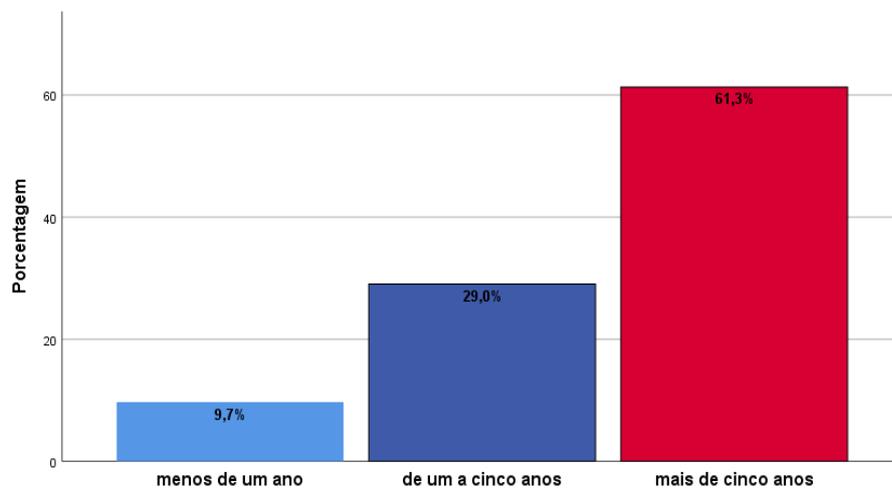
A coleta dos dados foi feita após leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos professores, onde todos os participantes concordaram com a divulgação dos dados. O critério de inclusão na pesquisa foi o professor(a) ter assinado o termo de consentimento livre e esclarecido e concordado com o uso dos dados coletados para estudos derivados da referida coleta. Apresenta-se na sequência o perfil dos participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa foi respondida anonimamente por 62 professores, sendo 91,9% do gênero feminino e 8,1% do gênero masculino, tendo uma média a faixa etária 37 anos.

Os professores participantes tinham um tempo de atuação na docência que varia entre dois meses a mais de cinco anos (**Gráfico 1**), sendo que 58,1% tinham uma carga horária de trabalho semanal de 40 horas (**Gráfico 2**), distribuídas em EF I 35,5% e EF II de 64,5%. Com relação à formação, todos os pesquisados possuem curso superior na área de atuação, correspondente a 100% dos participantes e 79% destes profissionais são pós-graduados em nível *lato sensu* e 3,2% pós-graduados em nível *stricto sensu*. Os professores são graduados em diferentes áreas: Matemática, Química, Geografia, Pedagogia, entre outras licenciaturas, conforme gráfico 3.

Gráfico 1 - Há quanto tempo você leciona no ensino fundamental?



Fonte: Dados dos autores, 2020.

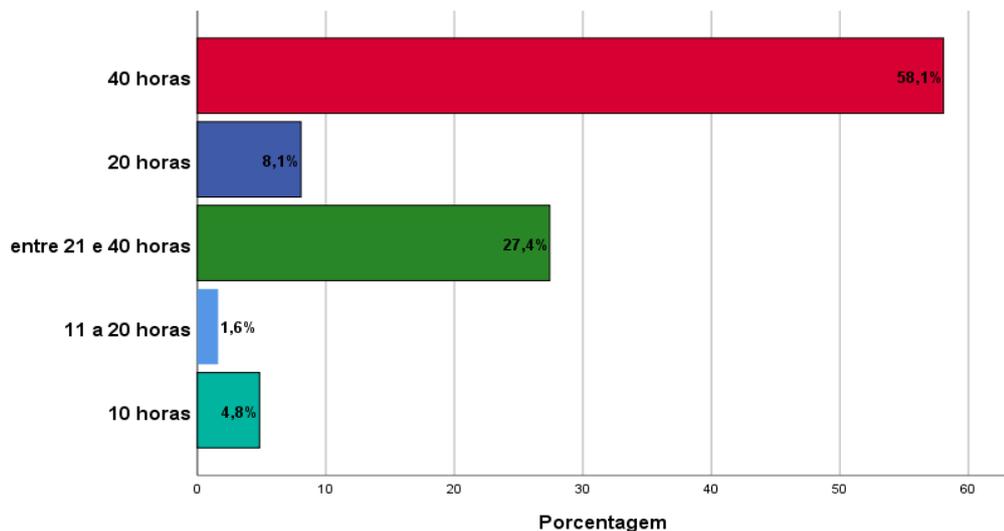
Dessa forma, em se tratando da experiência como docente, verifica-se que mais da metade desses professores possui um tempo considerável de magistério, permitindo-lhes desenvolver suas atividades docentes e possibilitando a formação de um “*habitus*”, adquirido na prática, que pode ser considerado como saberes experienciais, originados na atividade cotidiana do professor (PIRES *et al.* 2017).

Um dos pontos que auxilia a docência no ensino fundamental I e II é a experiência. Quanto mais o professor atua, mas também quanto mais sente-se confiante, pouco se permite desafiar-se e sair da zona de conforto. Neste sentido, Pimenta (2002, p. 20), nos diz que:

[...] os saberes da experiência são também aqueles que os professores produzem no seu cotidiano docente, num processo permanente de reflexão sobre sua prática, mediatizada pela de outrem – seus colegas de trabalho, os textos produzidos por outros educadores.

Reforçamos, assim, o valor da experiência docente no cotidiano do processo de ensino e aprendizagem.

Gráfico 2 - Qual é a sua carga horária semanal de trabalho no Ensino Fundamental?



Fonte: Dados dos autores, 2020.

A carga horária dos docentes é uma das questões mais discutidas em todas as ocasiões em que se trata da melhoria do ensino, qualquer que seja a disciplina considerada (BEVILACQUA; DA SILVA, 2019).

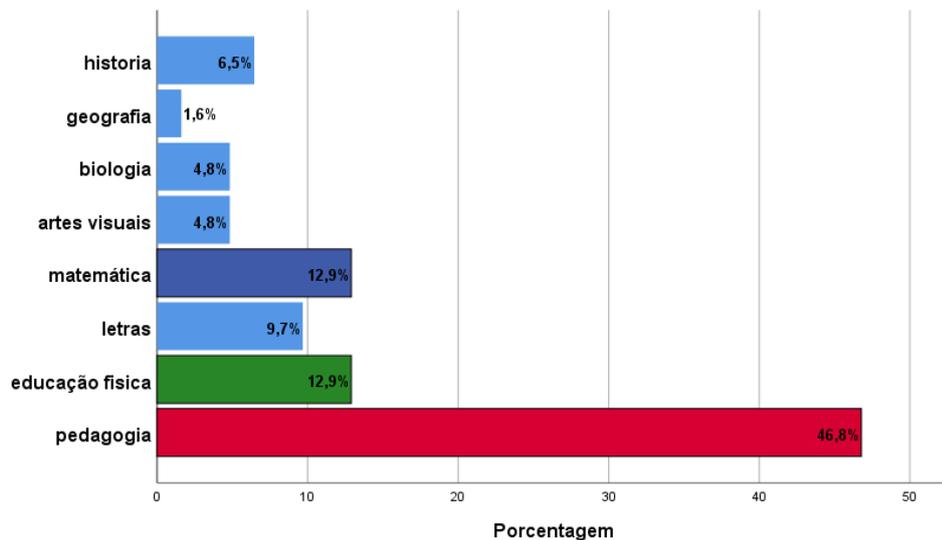
Na unidade escolar em que a pesquisa foi desenvolvida a carga horária máxima ficou em quarenta horas semanais, mas este é um recorte do universo de professores que atuam no Ensino Fundamental I e II. Há uma parcela significativa de professores que atuam na educação pública que cumprem jornadas de trabalho que chegam a sessenta horas semanais e com deslocamentos entre municípios, realidade precária vivenciada pelos professores da rede estadual de ensino em Santa Catarina.

Essa precarização do trabalho docente implica

O processo que resulta quando o trabalhador é privado da capacidade para ao mesmo tempo planejar e executar o trabalho, isto é, a separação entre concepção e execução, e a divisão da execução em partes separadas, controláveis, simples. Este processo desqualifica o trabalhador, e resulta na erosão da autonomia no local de trabalho, na ruptura de relações entre trabalhadores e empregadores, no declínio da habilidade do ofício, e no aumento dos controles administrativos (OZGA, LAWN, 1991, p. 142).

Nesse sentido, o gráfico mostra que a maioria dos professores pesquisados têm carga horária de quarenta horas semanais, o que na educação básica equivale a semana inteira de trabalho desenvolvido em sala de aula. Assim, pode-se inferir que todas as atividades de planejamento precisam ser executadas em outros horários, implicando em um tempo além de trabalho, pois estas atividades serão desenvolvidas em horário extra escolar.

Gráfico 3 - Formação Graduação.



Fonte: Dados dos autores, 2020.

A formação é um dos elementos que contribui para o desenvolvimento profissional do professor ou para o seu processo de melhoria no ensino. Os pesquisados em sua totalidade têm formação inicial em nível superior e nas áreas de atuação: os de ensino fundamental I são pedagogos e nas disciplinas curriculares que compõem a matriz do ensino fundamental II os professores tem formação em sua área específica.

Desde a lei 4.024/61 (a primeira LDB) o educador Anísio Teixeira exaltou pequenas, mas significativas alterações trazidas no texto legal, afirmando que apesar de não ser ainda a ideal, era uma vitória, pois representava o resultado “de uma luta em que as pequenas vitórias registradas se constituem vitórias e não dádivas ou modificações arbitrárias do legislador” (RBEP, vol. XXXVII, n. 86, 2005).

Essas pequenas conquistas relacionadas à formação docente, prevista em uma lei específica para a educação foi o primeiro movimento para que a profissão docente fosse caracterizada como uma carreira, deixando de ser apenas um dos vieses da assistência social.

Em 1971, a lei 5.692/71 reformula a lei 4.024, mas não traz avanços no que diz respeito à formação docente e nem trouxe a questão ao debate, uma vez que o país vivia em um regime ditatorial e a república nada tinha de democrática.

Trinta e cinco anos depois da lei 4.024 /61, a Lei 9394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) revogou as leis anteriores e é considerada não apenas uma vitória, mas representou um grande avanço para as questões educacionais, pois pela primeira vez na legislação brasileira contempla questões ligadas à autonomia da escola e de seu projeto. A lei nº 9394/96 em seu Art. 62 também determina como deve se dar a formação inicial do professor para atuar na educação básica, formação mínima em licenciatura, oferecida em universidades e em institutos.

No entanto, a lei nº 13.415 de 2017, alterou o Art.62, que ganhou a seguinte redação:

Art. 62. A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura plena, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nos cinco primeiros anos do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade normal (BRASIL, 2017, s.p).

Compreende-se, a partir da legislação vigente, que os professores pesquisados cumprem o que determina o texto legal e, vão além, conforme mostram os dados a seguir.

Outro questionamento dirigido aos docentes referia-se ao fato de terem cursado pós-graduação a nível Lato Sensu. Todos os professores pesquisados têm formação em nível superior (licenciatura), correspondendo a 100%. Um bom percentual dos pesquisados possuem especialização, 79% e, até mesmo, *stricto sensu*, 21%. Essa formação está em consonância com a legislação vigente que afirma:

A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura plena, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nos cinco primeiros anos do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade normal (BRASIL, 2017, s.p.).

Assim, cabe inferir que se tratam de profissionais bem capacitados para o desempenho de suas funções docentes.

Ainda sobre a formação docente, Tardif (2007, p. 36) afirma que o saber docente: “[...] se constitui em um ‘saber plural’, formado pelo amálgama mais ou menos coerente de saberes oriundos da formação profissional e de saberes curriculares: experienciais e disciplinares”.

A questão 5 objetivou saber se os participantes durante sua formação inicial tiveram alguma disciplina específica relacionada a Neurociências. 74,2% dos pesquisados não tiveram nenhuma disciplina relacionada a Neurociências e 25,8% tiveram, ainda que de forma fragmentada, alguns conceitos relacionados a Neurociências.

Segundo a pesquisa De Sá, Do Carmo Narciso e Fumiã (2020), 64% dos professores entrevistados nunca tiveram contato com neurociência na graduação e restantes dos entrevistados relataram ter tido contato com neurociências durante a especialização ou do mestrado.

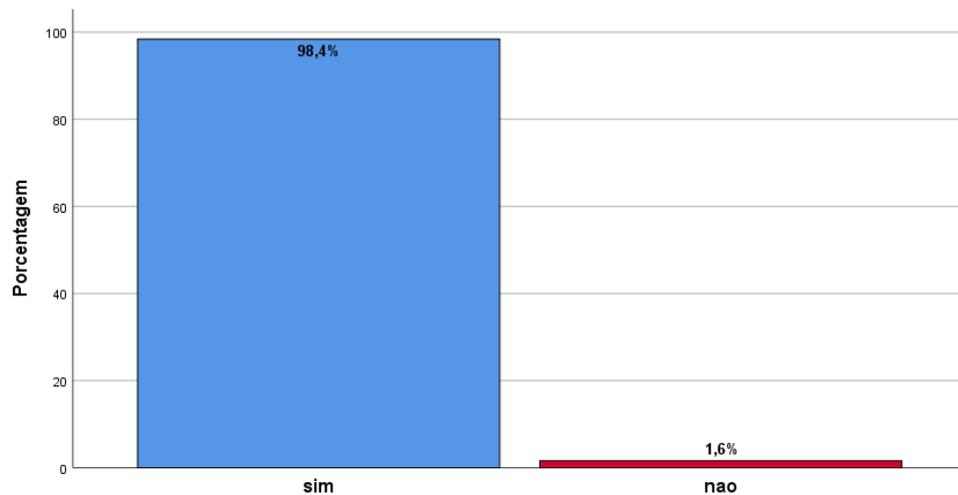
De acordo com os resultados desta pesquisa de Filipin *et al.* (2017) *apud* Soares (2003), constatou-se que dos 352 cursos de Pedagogia pesquisados, apenas 6,25% contemplavam as disciplinas de neurociência e correlatas. Além disso, verificou-se que de todas as instituições brasileiras pesquisadas que oferecem o Programa Especial de Formação Pedagógica para Docentes, nenhuma possui disciplina relacionada com a Neurociência, o que permite concluir que o estudo da Neurociência na educação ainda não é uma realidade nos cursos de Pedagogia nem nos cursos de licenciatura em áreas específicas.

Bartoszeck e Bittencourt (2017) constataram em sua pesquisa que faltam disciplinas de características neurocientíficas nos cursos de graduação em Pedagogia no Brasil. Em decorrência desta lacuna na formação acadêmica, os professores podem ficar expostos e confiarem nos “neuromitos” e acreditarem que a neurociência funcione como panaceia para os males da educação brasileira.

Das grades que foram pesquisadas por Cardoso e Queiroz (2019), nenhuma considera essa temática. Nos quadros das disciplinas oferecidas há uma diversidade de teorias e disciplinas, que contemplam desde Filosofia até Informática, temos também o alcance da Psicologia. Destacamos que essas disciplinas não são menos importantes, ao contrário, todas trazem uma significativa contribuição no processo de formação do professor, entretanto se faz tão importante quanto necessário os conhecimentos neurocientíficos.

Para Moreira (2019) a maioria das universidades não contempla a neurociência ou algum componente curricular relacionado à esta temática nas matrizes curriculares. Isso também se deve ao fato de que os órgãos responsáveis pela educação ainda não tenham observado a relevância de disciplinas desse cunho na formação dos professores.

Gráfico 4 - Em sua opinião, existe alguma relação entre Neurociências e Educação?



Fonte: Dados dos autores, 2020.

Frente às informações na questão 6, que são referentes à existência da relação entre Neurociências e Educação - gráfico 4, pode-se observar que 98,4% dos docentes participante da pesquisa afirmam que existe alguma relação entre Neurociências e Educação.

Embora de maneira geral esta amostra de professores externou opinião favorável ao conceito de Neurociências aplicada à educação, ainda assim, consideramos que é necessária revisão na estrutura do currículo dos cursos de graduação em Pedagogia e demais licenciaturas, incluindo tópicos de neurociências que possam ter aplicação no ensino (BARTOSZECK; BITTENCOURT, 2017), visto que, como afirma Filipin *et al.* (2017, p. 49 e 50) afirma que:

[...] ausência da Neurociências na formação inicial dos professores, pôde-se perceber que eles possuíam algum conhecimento acerca de temas básicos da neurociências...podemos perceber que os professores reconhecem a importância dos conhecimentos neurocientíficos para a qualificação do processo de ensino e de aprendizagem e estão dispostos a entendê-los e aplicá-los de forma coerente em sala de aula. Isso é de uma importância ímpar para o desenvolvimento da educação no Brasil.

De Sousa Figueira e Sovierzoski (2018), a relação entre Neurociências e Educação propõe um conhecimento que auxilia os profissionais da educação em estimular a criatividade durante e elaboração de metodologias, já que busca despertar a atenção desse aluno para iniciar o processo de assimilação do conteúdo. Associado à criatividade, é inevitável não pensar em inovações, que não necessariamente são equipamentos ou somente tecnológicos, são maneiras, formas e sequencias que tragam a ativação do cérebro dos aprendentes para o processo ativo de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo buscou apresentar uma reflexão sobre a formação inicial docente no tocante à Neurociências e Educação, o que a pesquisa mostrou que estes profissionais possuem formação acadêmica compatível com o seu nível de atuação, no entanto, ao serem abordados sobre o conhecimento sobre Neurociências 74,2% afirmaram que não tiveram nenhuma disciplina relacionada a neurociências o que prova que este campo de conhecimento ainda não faz parte da formação inicial na instituições formadoras da região de abrangência da pesquisa.

Outro aspecto evidenciado pela pesquisa junto aos professores foi o alto índice de respostas afirmativas no questionamento sobre a existência de uma relação entre Neurociências e Educação, o que indica, de certa forma, uma contradição, pois a maioria destes professores afirmou não ter tido nenhum contato com a neurociências durante sua formação inicial. Supõe-se que os educadores podem ter acessado esses conhecimentos através de leituras, cursos de extensão ou mesmo através de trocas pedagógicas entre colegas.

Constata-se, por meio da interpretação dos dados obtidos, que a presença da Neurociências em curso de formação inicial de professores é bastante tímida e insuficiente para que os professores possam utilizá-la de maneira eficiente como uma ferramenta que os auxilie no processo de ensinar e aprender.

Neste sentido, sugere-se que a Neurociências seja trabalhada em cursos de formação continuada, oportunizando aos docentes conhecer os pressupostos teóricos metodológicos que podem ser aplicados no cotidiano escolar a partir da apropriação de conhecimentos advindos da Neurociências.

REFERÊNCIAS

- BARTOSZECK, Amauri Betini; BITTENCOURT, Dênia Falcão. Alfabetização em Neurociência e Educação para Professores do Ensino Fundamental e Médio: um estudo exploratório. **Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância**, v. 9, n. 15, 2017. Disponível em: <https://periodicosunimes.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/648/639.pdf>. Acesso em: 6 de agosto 2020.
- BEVILACQUA, Alcione Maria; DA SILVA, Maurício Roberto. O corpo produtivo em destaque: preâmbulos sobre educação, trabalho, identidade e mal-estar docente. **Revista Linhas**, v. 20, n. 43, p. 290-316, 2019. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/1984723820432019290.pdf>. Acesso em: 20 de jul. 2020.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Superior 2018**: notas estatísticas. Brasília, 2019. Disponível em:

<http://portal.inep.gov.br/web/guest/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 20 de agosto 2020.

BRASIL. Lei 13.415, 16 de fevereiro de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03_ato2015-2018/2017/lei/13415.htm. Acesso em: 5 de agosto 2020.

CARDOSO, Marcélia Amorim; QUEIROZ, Samanta Lacerda. AS CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UM DIÁLOGO NECESSÁRIO. **Cadernos da Pedagogia**, v. 12, n. 24, 2019. Disponível em: <http://www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/view/1238>.pdf. Acesso em: 16 de jul. 2020.

COSENZA, Ramon; GUERRA, Leonor. **Neurociência e educação**. Artmed Editora, 2011.

CRESPI, Livia *et al.* Neurociências na formação continuada de docentes da pré-escola: lacunas e diálogos. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 62-81, 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/issue/archive.pdf>. Acesso em: 24 de jul. 2020.

DA FONSECA, João José Saraiva. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. João José Saraiva da Fonseca, 2002.

DA SILVA, Fiderisa; MORINO, Carlos Richard Ibañez. A importância das neurociências na formação de professores. **Momento-Diálogos em Educação**, v. 21, n. 1, p. 29, 2012. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/momento/article/view/2478>.pdf. Acesso em: 16 de jul. 2020.

DE BORTOLI, Bruno; TERUYA, Teresa Kazuko. Neurociência e educação: os percalços e possibilidades de um caminho em construção. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 1, p. 70-77, 2017. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/32171>.pdf. Acesso em: 19 de jul. 2020.

DE CARVALHO, Fernanda Antoniolo Hammes. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 8, n. 3, p. 537-550, 2010. <https://www.redalyc.org/pdf/4067/406757007013.pdf>. Acesso em: 28 de jul. 2020.

DE SÁ, Adrielle Lourenço; DO CARMO NARCISO, Ana Lucia; FUMIÃ, Herman Fialho. Neurociência cognitiva e Educação: análise sobre a prevalência de neuromitos entre os docentes de Matemática e das demais áreas do conhecimento atuantes na SRE de Carangola-MG. **Educação (UFSM)**, v. 45, 2020. Disponível em: <http://200.132.146.161/index.php/siepe/article/view/31074>.pdf. Acesso em: 17 de jul. 2020.

DE SOUSA FIGUEIRA, Suzy Gracielly; SOVIERZOSKI, Hilda Helena. Um pouco do que se fala sobre neurociências. **Simpósio Internacional de Educação e Comunicação-SIMEDUC**, n. 9, 2018. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/simeduc/article/view/9586/4169>.pdf. Acesso em: 6 de agosto 2020.

Dicionário Michaelis. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/neurociencia/>.pdf. Acesso em: 17 de jul. 2020.

DOS SANTOS NUNES, Angelica *et al.* Contribuições da neurociência para superação das dificuldades encontradas em sala de aula na educação básica. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 3, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/36426>.pdf. Acesso em: 20 de jul. 2020.

ESPERON, Julia Maricela Torres. Pesquisa Quantitativa na Ciência da Enfermagem. **Esc. Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, e20170027, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452017000100101&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 de jul. 2020.

FILIPIN, Geórgia Elisa *et al.* Formação continuada em Neuroeducação: percepção de professores sobre a neurociência e sua importância para a educação. **Experiência: Revista Científica de Extensão**, v. 3, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/experiencia/article/view/24760>. Acesso em: 18 de jul. 2020.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência.** Atheneu, 2010.

LISBOA, Felipe Stephan. **O Cérebro vai à Escola: Aproximações entre Neurociências e Educação no Brasil.** Paco Editorial, 2019.

MARQUES, Stela. Neurociência e inclusão: implicações educacionais para um processo inclusivo mais eficaz. **Revista Trama Interdisciplinar**, v. 7, n. 2, 2016. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/tint/article/view/9759>.pdf. Acesso em: 6 de agosto 2020.

MOREIRA, Jaqueline da Silva. **A contribuição da neurociência na formação inicial e continuada do professor: uma revisão na literatura.** 2019. Disponível em: <<http://200.132.148.32/handle/rii/5080>.pdf>. Acesso em: 18 de jul. 2020.

NERI, Karine Pereira. Neurociência Aplicada à Educação: teorias da aprendizagem. **Maiêutica-Pedagogia**, v. 5, n. 1, 2017. Disponível em: https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/PED_EaD/article/view/1696.pdf. Acesso em: 19 de jul. 2020.

OLIVEIRA, G. G. **Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores.** Educação Unisinos, v.18, n. 1, p. 13-24, 2014. <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2014.181.02>.pdf. Acesso em: 18 de jul. 2020.

OZGA, Jenny; LAWN, Martin. O trabalho docente: interpretando o processo de trabalho do ensino. **Teoria & Educação.** Dossiê: Interpretando o Trabalho Docente. Porto Alegre, n. 4, p. 140-158, 1991.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In:

PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (orgs.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 4. Ed. São Paulo: Cortez, 2006.

PIRES, Anselmo Paulo *et al.* Professores do ensino básico, técnico e tecnológico: perfil e atuação profissional (Teachers of basic, technical and technological education: professional profile and performance). **Crítica Educativa**, v. 3, n. 2, p. 109-126, 2017. Disponível em: <http://www.criticaeducativa.ufscar.br/index.php/criticaeducativa/article/view/145..pdf>. Acesso em: 4 de Agosto 2020.

RELVAS, Marta Pires. **Neurociência na prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Wak, 2012.

RELVAS, Marta Pires. **Fundamentos biológicos da educação: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2009.

Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos / Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. v. 1, n. 1, (jul. 1944). – Brasília: 2005.

SCHLINDWEIN, Luciane Maria; AGUIAR, Maria Aparecida. Formação de Professores no Estado de Santa Catarina: O que dizem as teses e dissertações, CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCARE, X., 2011, Curitiba. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2011/5393_3098.pdf. Acesso em: 10 de jul. 2020.

SILVA, Paula Ravagnani; OLIVEIRA, Josiani Julião Alves de. Os recursos da neurociência no âmbito da educação. In: **II Seminário Internacional de Pesquisa em Políticas Públicas e Desenvolvimento Social**, 2, 2016, Franca. Anais do II Seminário Internacional de Pesquisa em Políticas Públicas e Desenvolvimento Social, Franca: 2, 2016, p. 1-10. Disponível em: <https://www.franca.unesp.br/Home/Pos-graduacao/-planejamentoeanalisedepoliticaspUBLICAS/iisippedes2016/00000.pdf>. Acesso em: 19 de jul. 2020.

SOARES, D. (Org.). **Os vínculos como passaporte da aprendizagem: um encontro D'EUS**. Rio de Janeiro: Caravansarai. 2003.

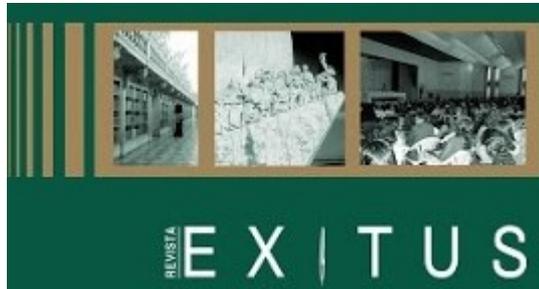
SOUZA, Gabriela Guerra Leal de *et al.* **A neurociência e a educação: como nosso cérebro aprende?**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufop.br/handle/123456789/6744.pdf>. Acesso em: 6 de agosto 2020.

SOUSA, Anne Madeliny Oliveira Pereira de; ALVES, Ricardo Rilton Nogueira. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, v. 34, n. 105, p. 320-331, 2017. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862017000300009.pdf. Acesso em: 6 de agosto 2020.

TACHIBANA, Thiago Yudi; FILHO, Naercio Aquino Menezes; KOMATSU, Bruno Kawaoka. Ensino Superior no Brasil. **Insper**, São Paulo, [s.v], n. 14, p. 1-53, dez. 2015. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2012/05/Ensino-superior-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 19 de jul. 2020.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

CAPÍTULO IV - Neurociências e formação continuada: reflexões sobre o conhecimento docente da rede pública estadual do ensino fundamental em escolas do sul de Santa Catarina/SC



Submetido na Revista EXITUS em: 03/10/2021.

QUALIS DA REVISTA EM ENSINO: A2

NEUROCIÊNCIAS E FORMAÇÃO CONTINUADA: REFLEXÕES SOBRE O CONHECIMENTO DOCENTE DA REDE PÚBLICA ESTADUAL DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLAS DO SUL DE SANTA CATARINA/SC

Resumo:

Este artigo apresenta uma pesquisa sobre a formação continuada de um grupo de docentes da Rede Pública do Ensino Fundamental em Escolas do Sul de Santa Catarina/SC. A pesquisa tem por objetivo verificar o conhecimento das Neurociências antes e após o curso de formação continuada sobre Neurociências e Educação. Os docentes participaram de estudos de formação distribuídos em quatro encontros de quatro horas cada e ofertados entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020 nos quais foram expostas aos conhecimentos atuais das Neurociências e Educação, bem como sobre os fatores de influência no desenvolvimento cerebral infantil, os períodos críticos de aprendizagem na infância, a neuroplasticidade, a maturação cerebral, a memória, a emoção, os vínculos afetivos e a aprendizagem. Adotou-se como procedimento metodológico a pesquisa-ação. Como resultado, reconhecemos a formação continuada como imprescindível para a melhoria da Educação. A intervenção de políticas públicas na sua promoção ou, ao menos, na facilitação de sua execução, é vital para a mudança do cenário educacional.

Palavras-Chave: Neurociências. Formação continuada. Ensino Fundamental.

Abstract:

This article presents a research on the continuing education of a group of teachers from the Public Elementary School Network in Schools in the South of Santa Catarina/SC. The research aims to verify the knowledge of Neurosciences before and after the continuing Education course on Neurosciences and Education. The professors participated in training studies distributed in four meetings of four hours each and offered between December 2019 and February 2020, in which they were exposed to current knowledge in Neuroscience and Education, as well as on the factors influencing child brain development, the critical periods of learning in childhood, neuroplasticity, brain maturation, memory, emotion, affective bonds and learning. Action research was adopted as a methodological procedure. As a result, we recognize continuing education as essential for improving Education. The intervention of public policies to promote them, or at least to facilitate their execution, is vital for changing the educational scenario.

Keywords: Neurosciences. Continuing training. Elementary School.

NEUROCIENCIAS Y CAPACITACIÓN CONTINUA: REFLEXIONES SOBRE EL
CONOCIMIENTO DOCENTE DE LA RED PÚBLICA ESTATAL DE EDUCACIÓN
PRIMARIA EN ESCUELAS DEL SUR DE SANTA CATARINA / SC

Resumen

Este artículo presenta una investigación sobre la formación continua de un grupo de docentes del Sistema Escolar Público Primario en Escuelas del Sur de Santa Catarina / SC. La investigación tiene como objetivo verificar el conocimiento de las Neurociencias antes y después del curso de formación continua en Neurociencias y Educación. Los profesores participaron en estudios formativos distribuidos en cuatro encuentros de cuatro horas cada uno y ofrecidos entre diciembre de 2019 y febrero de 2020, en los que se expusieron a los conocimientos actuales en Neurociencia y Educación, así como sobre los factores que influyen en el desarrollo cerebral infantil, los períodos críticos del aprendizaje en la infancia, neuroplasticidad, maduración cerebral, memoria, emoción, vínculos afectivos y aprendizaje. Se adoptó la investigación-acción como procedimiento metodológico. Como resultado, reconocemos que la educación continua es esencial para mejorar la educación. La intervención de las políticas públicas para promoverlas, o al menos para facilitar su ejecución, es vital para cambiar el escenario educativo.

Palabras clave: Neurociencias; Educación continua; Enseñanza fundamental.

INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem tem se modificado ao longo dos anos, objetivando atender cada vez mais as necessidades educativas decorrentes dos avanços tecnológicos. Assim sendo, a Educação tem dialogado com a Neurociências para compreender melhor o funcionamento cerebral, possibilitando que os professores compreendam como o Sistema Nervoso (SN) exerce a capacidade de selecionar e armazenar informações, atributo importante dos processos de aprendizagem (LENT, 2010), pois o comportamento humano é função da atividade dos circuitos neuronais que funcionam em diversas áreas do sistema nervoso. Assim, aprender é parte dessa atividade do SN e pode ser desenvolvida a partir de atividades pedagógicas desafiadoras que possibilitem a mudança comportamental e que promova a aprendizagem.

Conforme Fischer e Rose (1998) a aprendizagem e a Educação estão intimamente ligadas ao desenvolvimento do cérebro, o qual é moldável aos estímulos do ambiente e, desde o desenvolvimento pré-natal, iniciam conexões para que as células nervosas sejam desenvolvidas de forma correta. Desta forma, entende-se que a aprendizagem e a mudança comportamental têm uma correlação biológica e que consolidam as ligações sinápticas, promovendo as relações necessárias para que ocorra o aprendizado.

Nesse sentido, as Neurociências podem contribuir para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas, apontando perspectivas de trabalho e pesquisas, com resultados significativos, oferecendo aos profissionais da área da Educação ferramentas que os auxiliem na tarefa de ensinar.

Muitas pesquisas na área da Educação afirmam que o professor é um dos principais protagonistas do processo educacional, entre eles podemos citar as pesquisas de Demo (2001), Assmann (2001), Morin (2001). Estes pesquisadores da Educação apontam que é parte do trabalho docente desencadear atividades que desafiem os alunos a aprender, pois como alerta Fonseca (1998, p.315) “o professor tem o dever de preparar os estudantes para pensar, para aprender a serem flexíveis, ou seja, para ser em aptos a sobreviverem a nossa aldeia de informação acelerada”.

Dessa forma, é importante que, quando se reflita o processo de ensino-aprendizagem, pondere-se, também, a formação do professor e seu papel de liderança no processo.

A importância da inclusão de conteúdos relacionados às Neurociências na formação inicial pode proporcionar nova e diferente perspectiva da Educação e de suas ações pedagógicas, influenciando também a compreensão dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e antropológicos tradicionalmente estudados pelos pedagogos e pelos profissionais das disciplinas específicas. Para além da formação inicial, é preciso também se pensar a formação continuada dos docentes em todas as etapas de ensino.

Oferecer capacitações para os professores cuja temática esteja centrada na ideia de como o cérebro aprende é uma ferramenta pedagógica que pode ser agregada ao trabalho docente. Cabe esclarecer que as Neurociências não propõem uma nova pedagogia e nem constituem uma panaceia para a solução das dificuldades da aprendizagem e dos problemas da Educação. Elas fundamentam a prática pedagógica que já se realiza, demonstrando que, estratégias pedagógicas que respeitam a forma como o cérebro funciona, podem auxiliar com eficiência a tarefa de ensinar-aprender. Importante dizer que as ferramentas disponibilizadas pelas Neurociências auxiliam o docente a pensar estratégias que possam ser utilizadas em sala de aula como ferramentas auxiliares no desenvolvimento dos discentes e que possibilitem o desenvolvimento de suas potencialidades.

Apesar das Neurociências e Educação estarem relacionadas, um dos principais obstáculos para que se estabeleça esta relação são os Neuromitos, que podem ser definidos como informações equivocadas ou da má interpretação de dados sobre as descobertas neurocientíficas sendo originados, principalmente, pela divulgação científica equivocada, o que

geralmente acontece pela falta de acesso pela população em geral, favorecendo a reprodução de informação não verdadeiras.

Pontuadas as questões conceituais das Neurociências e a importância da formação docente, cabe dizer que o objetivo desse estudo é verificar o conhecimento das Neurociências antes e após o curso de formação continuada sobre Neurociências e Educação, envolvendo os Docentes da Rede Pública do Ensino Fundamental em Escolas do Sul de Santa Catarina/SC.

REFLEXÕES SOBRE FORMAÇÃO DOCENTE

Refletir sobre a formação e a prática docente têm sido um dos assuntos mais frequentes atualmente em função da tão desejada e necessária obtenção de melhorias no processo de ensino e aprendizagem.

As novas demandas se constituem em um fértil campo de pesquisa, impulsionando a proposição de novas ações docentes desencadeadas tanto pela formação inicial como por meio da formação continuada, incluindo aí, novos saberes desenvolvidos pela ampliação no uso das tecnologias de comunicação.

Asseguradas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN, no Plano Nacional de Educação - PNE e demais documentos que norteiam a educação nacional, as políticas de formação continuada de professores buscam sempre, na teoria, valorizar o papel do professor, assegurando mais qualidade ao ensino, a partir do uso das mesmas metodologias e recursos pedagógicos que devem ser adotadas na prática em sala de aula por professores de todo o Brasil (CUSTÓDIO; CRUZ, 2019).

A formação de professores no Brasil iniciou com as escolas normais, instituídas logo após a independência cuja responsabilidade cabia às províncias. Ao final do período imperial, poucas escolas normais garantiam a formação inicial. Foi a partir do período republicano que, ao se iniciar um processo de instalação de escolas em todo o território nacional, foram tomadas providências mais efetivas em relação à formação dos professores (SCHEIBE, 2008).

Até os anos de 1930, as políticas públicas voltadas para a educação foram bastante tímidas e poucos avanços aconteceram nesse sentido.

Em 1946, a Lei Orgânica do Ensino Normal (Decreto-Lei nº 8.530, de 1946) preconizou uma certa uniformidade na formação para o magistério, sem estabelecer grandes inovações ao que vinha sendo realizado em vários estados da federação: um ensino normal dividido em dois ciclos (TANURI, 2000). Esta Lei organizou a formação de professores até o advento da Lei 5.692 de 1971. Antes de 1971, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961,

envolta a discussões de caráter ora privativista, ora de defensores do ensino público não trouxera os resultados esperados ou avanços significativos no que diz respeito à formação de professores. Em pleno Regime Militar, a lei 5.692 não trouxe grandes inovações, pois moditicou a nomenclatura das etapas de ensino, sem mencionar que formação seria exigida para cada uma das etapas. Também é deste período, a Lei nº 5.540, de 1968 que reformou o ensino superior, trazendo modificações para o curso de pedagogia, fracionando-o em habilitações técnicas para a formação dos especialistas em educação. A habilitação magistério do ensino de segundo grau, regulamentada em 1972, substituiu a escola normal tradicional. Saviani (2008^a e 2008b) comenta que o pensamento educacional oficial nesse período foi fortemente influenciado pela concepção tecnicista, inspirada nos princípios da racionalidade, eficiência e produtividade, e na organização do processo como garantia da eficiência.

A partir da década de 1980 iniciaram-se inovações na formação de professores nos cursos de licenciatura, iniciando com o curso de Pedagogia com habilitação para a Educação Infantil e Anos Iniciais. Tal iniciativa pressionou a formação superior para todos os graus de ensino.

Com o advento da Lei 9394/96 em seu artigo 62, ficou legislado que:

[...] a formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério da educação infantil e nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade normal (BRASIL, 1996, s.p.).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394, de 1996, no seu artigo 61, estabeleceu dois fundamentos para a formação dos professores, quais sejam: a associação entre teorias e práticas, incluindo a capacitação em serviço; e o aproveitamento da formação e experiências anteriores em instituições de ensino e outras atividades.

Os vários setores que discutem e legislam sobre a formação docente trabalharam para que as prerrogativas desta lei fossem colocadas em prática e que acontecesse o avanço tão desejado pelos docentes. Assim, iniciaram-se as discussões sobre a Base Nacional Comum Curricular, umas das metas delineadas pelo Plano Nacional de Educação (PNE).

Depois de muitas controvérsias, o texto final da Base nacional Comum Curricular (BNCC) foi aprovado em 2017. Além de trazer orientações gerais sobre ensino e aprendizagem, ainda que de forma nebulosa e com os conceitos advindos do neoliberalismo econômico, o texto também fala das políticas de formação de professores, a formação por competências.

Marsiglia; Pina; Machado; Lima (2017, p. 119) comentam que essa formação:

Ao enfatizar as “habilidades”, as “competências”, os “procedimentos” e a “formação de atitudes”, e não destacar os conteúdos escolares, o trabalho educativo e o ensinar, o documento traz uma perspectiva que visa adaptar os alunos ao mercado de trabalho ou, mais propriamente, ao “empreendedorismo”. Ou seja, com o crescente desemprego e a conseqüente diminuição do trabalho formal, o objetivo dessa formação é preparar os filhos da classe trabalhadora para o mundo do trabalho informal e precarizado, compatível com as novas demandas do capital para este século, voltadas para a acumulação “flexível”.

Com relação às concepções de formação de professores preconizadas na BNCC. Muitas são as críticas: umas apontam para avanços, outras apontam para retrocessos. Os efeitos ainda não podem ser mensurados/apontados, pois sua implementação ainda é um processo e precisamos avaliar de forma constante para analisar os rumos da formação de professores a partir dos princípios que a norteiam.

NEUROCIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES À EDUCAÇÃO

A Neurociências é uma ciência natural que estuda os princípios que descrevem a estrutura e o funcionamento neurais, buscando a compreensão dos fenômenos observados (COSENZA; GUERRA, 2011).

A Neurociências, durante a busca pelo conhecimento da mente e do comportamento humano, apresenta para diversos outros campos de pesquisa, dentre eles a Educação, possibilidades de desenvolvimento em suas especificidades e de aprimoramento em suas atividades. Ela tem como foco de investigação o estudo e a compreensão do sistema nervoso, que é composto pelo cérebro, sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. Esta ciência visa entender o desenvolvimento do sistema nervoso de sua função patológica, estrutural, química e funcional (MARQUES, 2016).

No início da década de 1990, com a promulgação da Década do Cérebro pelo presidente George Bush, tem início, nos Estados Unidos, um período de intensa realização de pesquisas neurocientíficas, impulsionadas por grandes investimentos de empresas, órgãos governamentais e não governamentais norte-americanos, quando pelo desenvolvimento e disseminação de novas tecnologia de imagens como a tomografia por emissão de pósitrons (*TEP* ou *PET*) e a ressonância magnética funcional (*RMf* ou *fMRI*), que abriram novas possibilidades de pesquisa com novos conhecimentos que fossem importantes para a humanidade. As pesquisas avançaram tanto, que tão logo os cientistas perceberam que essa gnose poderia estar inserida em outras esferas, incluindo a Educação. Esta interdisciplinaridade

tem sido gradativa, porém bastante revolucionária na perspectiva educacional (NERI, 2017 e LISBOA, 2019).

Enquanto área científica de pesquisa, a Neurociências procura conhecer os diferentes espaços cerebrais, compreendendo os processos mentais pelos quais aprendemos, agimos e lembramos. Seu estudo se relaciona com disciplinas distintas que também estudam questões relacionadas ao funcionamento, estrutura, especificidades e patologias do SN, tais como a Anatomia, Biologia, Farmacologia, Fisiologia, Genética, Patologia, Neurologia, Psicologia, Psiquiatria, Química, Radiologia e os estudos inerentes à educação humana no ensino e na aprendizagem (FILIPIN *et al.* 2017 e RELVAS, 2012).

RELVAS, 2012, p. 34, ressalta que:

[...] os esforços são necessários para compreender como se aprende, tendo como principal processo a inter-relação do sistema nervoso, as funções cerebrais mentais e o ambiente. Por isso, a questão é provocar nas ciências da Educação essa possibilidade de que aprendizagem e comportamento começam no cérebro e são mediadas por processos neuroquímicos. Essa maneira encontrada nesse diálogo, por uma Pedagogia mais neurocientíficas, compreendendo que os cérebros humanos são diferentes por meio de seus processamentos e procedimentos, e que a Neurociências é, assim, um conjunto das disciplinas que estudam, pelos mais variados métodos, o sistema nervoso e a relação entre as funções cerebrais e mentais.

O cérebro é o órgão da aprendizagem. O cérebro humano é composto por aproximadamente 86 bilhões de neurônios, as células nervosas, que interagem entre si e com outras células formando redes neurais para que possamos aprender o que é significativo e relevante para a vida (SOUZA *et al.* 2016).

Estas características sugerem que o cérebro humano foi concebido para a aprendizagem e para adaptações que asseguram a sobrevivência do indivíduo no meio em que se encontra. Espera-se que ao conhecer os processos que medeiam o desenvolvimento cerebral, o educador pode fazer melhor uso das teorias e práticas educacionais, levando em consideração a base biológica e os mecanismos neurofuncionais que lhe permitem otimizar o processo de aprendizado dos alunos (OLIVEIRA, 2014).

METODOLOGIA

É essencial em qualquer pesquisa descrever de que forma esta foi desenvolvida. Os pesquisadores interagiram com os sujeitos da pesquisa, visando conhecer qual o grau de conhecimentos prévios sobre a temática das Neurociências e Educação antes e após um curso de formação continuada. Neste intuito, optou-se por uma pesquisa-ação como forma de

identificar e resolver problemas coletivos bem como, de aprendizagem dos atores e pesquisadores envolvidos (THIOLLENT, 2011).

A pesquisa-ação objetiva possibilitar aos sujeitos da pesquisa, participantes e pesquisadores, os meios para conseguirem responder aos problemas que vivenciam com maior eficiência e com base em uma ação transformadora. Ela facilita a busca de soluções de problemas por parte dos participantes, aspecto em que a pesquisa convencional tem pouco alcançado (THIOLLENT, 2011).

Para Michel Thiollent (2011, p.20) a pesquisa-ação é definida como:

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Definido o tipo de pesquisa, cabe informar que os dados obtidos receberam tratamento estatísticos e são apresentados em gráficos e interpretados a partir dos referenciais teóricos que se apoiam em autores de áreas relacionadas às Neurociências, Educação e formação continuada de professores.

Perfil dos participantes da pesquisa

A pesquisa foi respondida anonimamente por 62 professores, sendo 91,9% do gênero feminino e 8,1% do gênero masculino, tendo uma média a faixa etária 37 anos.

Os professores participantes tinham um tempo de atuação na docência que varia entre dois meses a mais de cinco anos, sendo que 58,1% tinham uma carga horária de trabalho semanal de 40 horas, distribuídas em EF I (Anos Iniciais) 35,5% e EF II (Anos Finais) de 64,5%. Com relação à formação, todos os pesquisados possuem curso superior na área de atuação, correspondente a 100% dos participantes e 79% destes profissionais são pós-graduados em nível *lato sensu* e 3,2% pós-graduados em nível *stricto sensu*. Os professores são graduados em diferentes áreas: Matemática, Química, Geografia, Pedagogia entre outras áreas do conhecimento.

Para este estudo, selecionamos nove das vinte questões respondidas cuja temática está relacionada especificamente com as reflexões desse artigo e que apresentam dados entre o antes e o depois da formação significativos sobre a importância de aprender continuamente.

O objetivo central do presente estudo foi o de verificar o conhecimento das Neurociências e Educação a partir da Formação Continuada, envolvendo todos os Docentes do Ensino Fundamental da Rede Pública do Sul de Santa Catarina/SC.

A formação continuada foi composta por quatro encontros de quatro horas cada e ofertada entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020. No primeiro encontro, aplicou-se, anteriormente à discussão dos conteúdos propostos, um questionário de pré-teste composto por um instrumento de identificação docente e por questões fechadas sobre as relações entre Neurociências e Educação, bem como sobre os fatores de influência no desenvolvimento cerebral infantil, os períodos críticos de aprendizagem na infância, a neuroplasticidade, a maturação cerebral, a memória, a emoção, os vínculos afetivos e a aprendizagem. No último encontro, o mesmo questionário foi reaplicado, com intuito de verificar se a formação ofertada promoveu esclarecimentos sobre a temática aos docentes participantes.

Como etapa inicial do estudo, aplicou-se um instrumento de identificação docente para realizar um breve levantamento do perfil das docentes participantes da formação continuada. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi lido e assinado pelas participantes em que todos concordaram com a divulgação dos dados coletados nos questionários de pré e pós-teste. Após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, realizou-se a aplicação do questionário pré-teste.

Os tópicos abordados nos questionários pré e pós-teste referem-se ao conhecimento sobre as Neurociências e Educação, bem como sobre os fatores de influência no desenvolvimento cerebral infantil, os períodos críticos de aprendizagem na infância, a neuroplasticidade, a maturação cerebral, a memória, a emoção, os vínculos afetivos e a aprendizagem.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário fechado composto por 20 questões e aplicado a um grupo de 62 docentes da Rede Pública do Ensino Fundamental em Escolas do Sul de Santa Catarina/SC. O questionário foi elaborado a partir de outro roteiro de pesquisa elaborado por Crespi *et al.* (2020) e adaptado pelos pesquisadores neste estudo.

Os dados coletados nos questionários foram tratados com o uso do programa SPSS (IBM Statistical Package for the Social Sciences) versão 25 (2017).

Ressalta-se que os dados expressos nas figuras que compõem o presente estudo apresentam porcentagem relacionados à quantidade de respostas “Sim”, “Não” e “Não sei” coletadas nos questionários pré e pós-teste respondidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A profissão de docente sofre plena intervenção do desenvolvimento do conhecimento, assim como de muitos outros campos. Dessa forma, a formação não é inerte, não se limitando à formação inicial. Agregam-se também a vivência ao longo do exercício da profissão. Tudo isso elucida a importância de momentos para que o profissional possa ponderar sobre a prática do seu ofício, envolvendo a conformação contínua da sua formação.

Considerando que o professor lida diretamente com o cérebro humano, não compreender como este órgão funciona implica diretamente na não compreensão dos processos neurobiológicos envolvidos na dinâmica de ensino e aprendizagem (DA SILVA; MORINO, 2012).

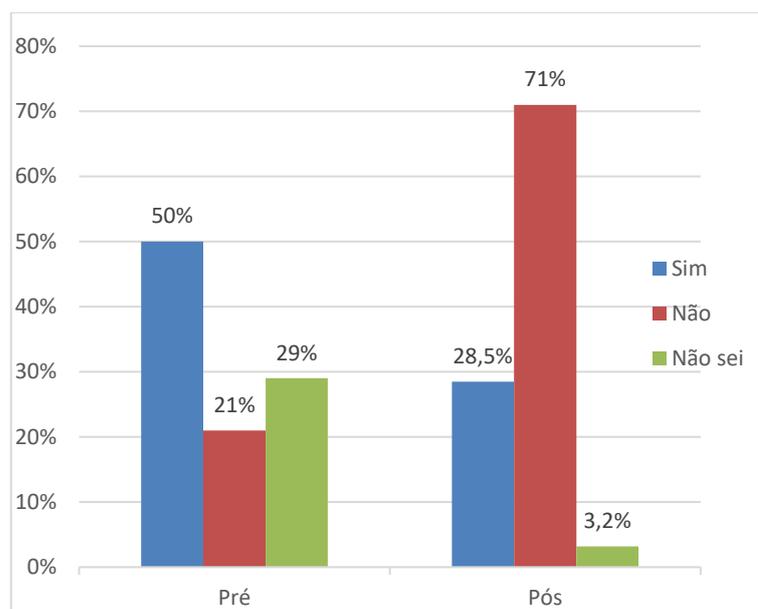
Dessa forma, a relevância dos conhecimentos neurocientíficos para a compreensão de processos de aprendizagem, afirma-se que estes deveriam fazer parte da formação do professor, pois poderão contribuir para o planejamento de metodologias de ensino que considerem o funcionamento cerebral e que podem auxiliar na potencialização do desempenho e aprendizagem dos alunos (MOREIRA, 2019).

Especificamente a respeito da formação de professores, os trabalhos de Silva e Morino (2012) dão especial atenção para a necessidade de se empregar as contribuições das neurociências aos entendimentos dos professores por meio da qualificação destes, para a prática pedagógica, seja em formações contínuas ou na formação inicial (DOS SANTOS BRANDÃO; CALIATTO, 2019).

Nesse sentido, apresentam-se os resultados da pesquisa desenvolvida com educadores da rede estadual de ensino de um município do sul de Santa Catarina, considerando o antes e o depois de uma formação continuada cuja temática está implicada em conhecimentos da Neurociências.

O gráfico 1 apresenta os dados relacionados à questão (neuromito) da utilização de 10% da capacidade do cérebro.

GRÁFICO 1 - Usamos somente 10% da capacidade do nosso cérebro.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

Observou-se no gráfico 1 que inicialmente 50% dos participantes da pesquisa responderam sim, 21% responderam não e 29% responderam não sei. Após a formação continuada, as respostas alteraram-se no questionário pós-teste para 28,5% respostas sim, 71% não e 3,2% não sei.

Neste caso, a formação continuada parece ter esclarecido para as participantes que é errôneo o entendimento que os seres humanos utilizam apenas 10% de sua capacidade cerebral apresentando um aumento de 50% de docentes que responderam sim.

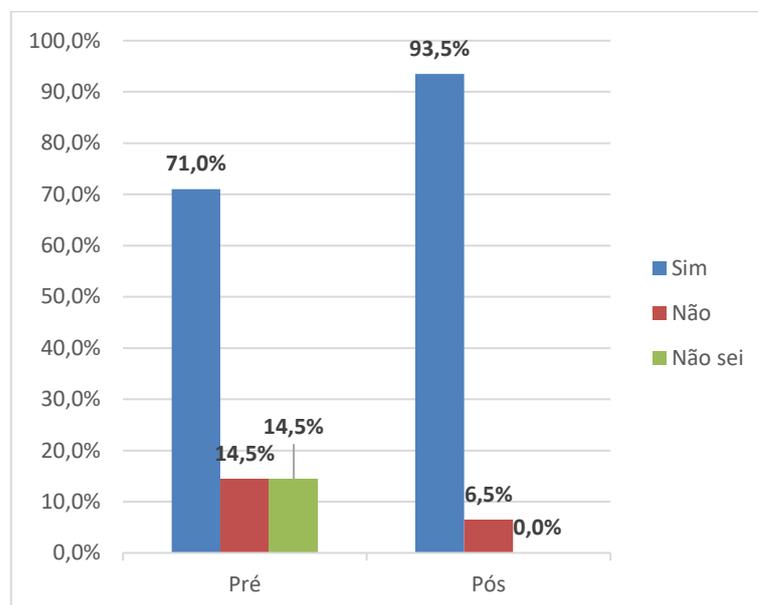
Os resultados da pesquisa, publicados na revista científica *Nature*, apontaram que aproximadamente 50% dos entrevistados concordaram que usamos 10% do cérebro. Este neuromito não somente insere-se no contexto educacional, mas é encontrado também na população em geral, conforme estudo de Herculano-Houzel (2002).

Este é um mito que afirma que grande parte do cérebro é inativa e que se todo o cérebro fosse utilizado os indivíduos usufruiriam de habilidades sobrenaturais (GONCHOROSKI *et al.* 2015).

Neste sentido, Gonchoroski *et al.* (2015) revelam que os estudos modernos de neuroimagem exibem visivelmente que utilizamos 100% dos nossos cérebros, mesmo que em momentos distintos.

Como os estudos mostram, o ser humano não utiliza apenas 10%. Há situações em se pode utilizar 100% e que no cérebro existem as conexões ligadas às emoções, como se investigou no questionamento 2 cujos dados são apresentados no gráfico 2.

GRÁFICO 2 - O cérebro humano: domínio de emoções básicas inatas, como a alegria, a tristeza e o medo.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

O gráfico 2 apresenta as informações coletadas no que diz respeito ao domínio de emoções inatas.

Constata-se que antes da formação oferecida, 71% dos entrevistados acreditavam que o cérebro tem esse domínio. Outros 14,5% responderam que não e 14,5% disseram que não sabiam.

Ao se comparar os gráficos pré e pós formação, constata-se que 93% responderam sim, o que demonstra que, para mais de 20% dos docentes, a formação influenciou na compreensão da questão. 6,5% continuou opinando que não há relação entre o cérebro e as funções relacionadas à emoção. A opção “não sei” não apareceu após a participação na formação oferecida.

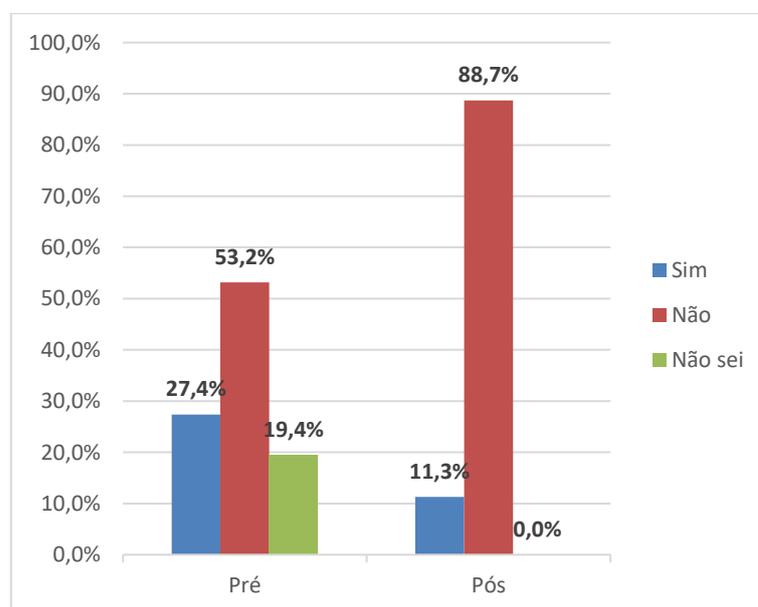
Falar em emoções como medo, alegria, tristeza implica em falar do ser humano pois, como explica Relva (2012, p.153):

Tanto as emoções como sentimentos podem ser explicados por estruturas neurobiológicas e neuroquímicas encontradas no córtex cerebral, local responsável pela tomada de consciência das emoções que sentimentos e, simultaneamente, com a consciência dessas emoções, nosso organismo manifesta alterações orgânicas compatíveis. São respostas do sistema nervoso autônomo (SNA) ou vegetativo e, por isso, são chamadas de respostas autonômicas.

O fator emocional, dada a sua importância para a aprendizagem, precisa ser compreendido pelo docente para que possa pensar práticas que auxiliem os alunos a lidar com a carga emocional de maneira que se torne uma ferramenta didática em prol do desenvolvimento de suas potencialidades.

O gráfico 3 traz dados sobre o domínio das emoções e se isso ocorre de forma natural ou precisa de mediação do adulto.

GRÁFICO 3 - O domínio das emoções ocorre naturalmente e não precisa mediação de um adulto para que isso ocorra.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

Ao se analisar os dados representados no gráfico 3, constata-se que antes da formação, 53,2% dos docentes acreditava que a mediação não auxiliava no controle das emoções. Após a formação, esse número teve um crescimento significativo de 35,5% o que significa dizer que é possível, no ato pedagógico, auxiliar os alunos no controle das emoções e usar positivamente o emocional em favor da aprendizagem. O gráfico também mostra que as crenças anteriores relacionadas às respostas 'sim' e 'não sei' tiveram uma expressiva diminuição o que infere uma melhor compreensão dos docentes sobre o impacto da mediação frente ao domínio das emoções.

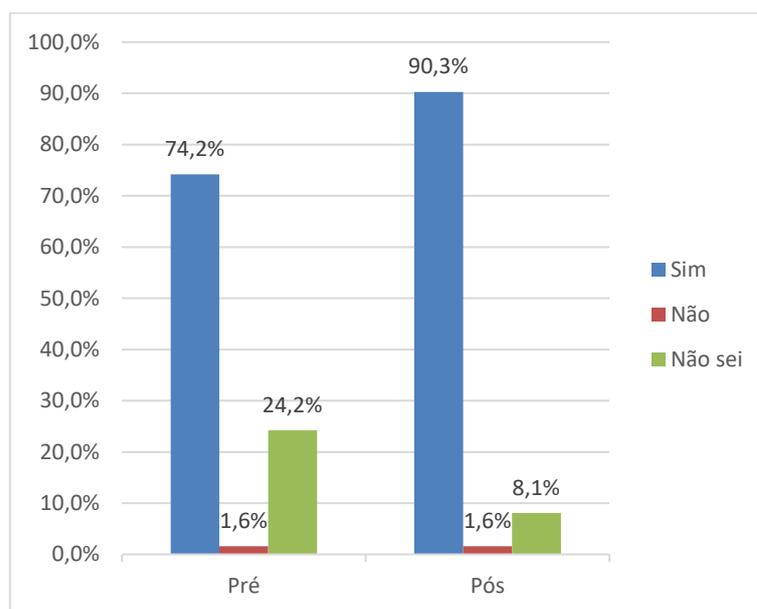
Consenza e Guerra (2011), ao estudarem a relação das emoções com a aprendizagem, comentam que aprendemos a controlar a expressão de nossas emoções de forma socialmente aceitável e, também, a pesar as consequências do (des) controle das mesmas e que a

mediação/interação são fatores importantes nas relações humanas no âmbito emocional. Em suas palavras:

Sem dúvida, as emoções são um fenômeno central de nossa existência e sabemos que elas têm influência na aprendizagem e na memória. [...] sabemos que nos momentos em que experimentamos uma carga emocional ficamos mais vigilantes e que nossa atenção está voltada para os detalhes mais importantes, pois as emoções controlam os processos motivacionais (COSENZA e GUERRA, 2011, p.83-84).

A compreensão das questões relacionadas ao controle emocional é parte significativa do neurodesenvolvimento e do dinamismo das atividades do sistema nervoso central (SNC) e, por isso, parte importante da elaboração de estratégias para o desenvolvimento da aprendizagem. Assim, o gráfico 4 informa a percepção pré e pós dos docentes sobre a questão do neurodesenvolvimento.

GRÁFICO 4 - O neurodesenvolvimento é um processo dinâmico que se relaciona ao crescimento e desenvolvimento do sistema nervoso central e do cérebro.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

Observou-se no gráfico 4 que inicialmente 74,2% dos participantes da pesquisa responderam sim, 1,6% responderam não e 24,2% responderam não sei. Após a formação continuada, as respostas alteraram-se no questionário pós-teste para 90,3% respostas sim, 1,6% não e 8,1% não sei.

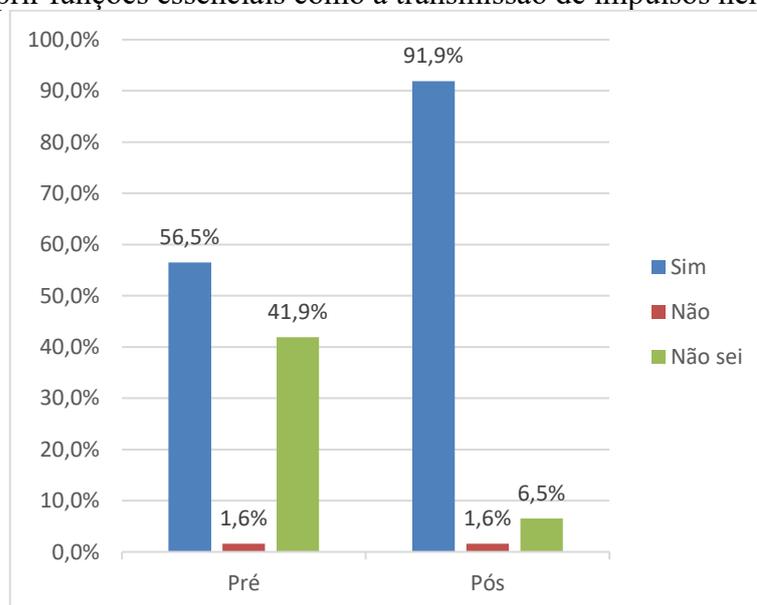
Para Crespi, Moro e Nobile (2020), O desenvolvimento humano é um processo complexo que possibilita o progressivo domínio de diferentes habilidades físicas, motoras, cognitivas e psicossociais, desde as mais primárias às mais refinadas.

O neurodesenvolvimento definir-se como um processo progressivo de aquisição de competências psicomotoras e comportamentais, cada vez mais complexas, que lhe permita vir a adquirir autonomia pessoal, doméstica e social, com plena adaptação ao meio social e cultural em que vive (OLIVEIRA, 2017).

Jean Piaget, citado por Oliveira, estudou as bases biológicas do desenvolvimento infantil e postulou que a criança aprende por meio de uma interação ativa com o seu meio ambiente, antecipando as teorias atuais do *active learning* e do construtivismo. O autor descreveu os estágios neurodesenvolvimentais, sequenciais, clarificando o modo como a criança compreende e interfere no mundo em que habita (OLIVEIRA, 2017).

Esse desenvolvimento do sistema nervoso central (SNC), requer desde cedo uma nutrição adequada que envolve muitos aspectos, que implicarão na neurofisiologia.

Gráfico 5 - O cérebro infantil requer determinados nutrientes como glicose, água, sal, para cumprir funções essenciais como a transmissão de impulsos nervosos.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

Constatou-se no **Gráfico 5** que inicialmente 56,5% dos participantes da pesquisa responderam sim, 1,6% responderam não e 41,9% responderam não sei. Após a formação

continuada, as respostas alteraram-se no questionário pós-teste para 91,9% respostas sim, 1,6% não e 6,5% não sei.

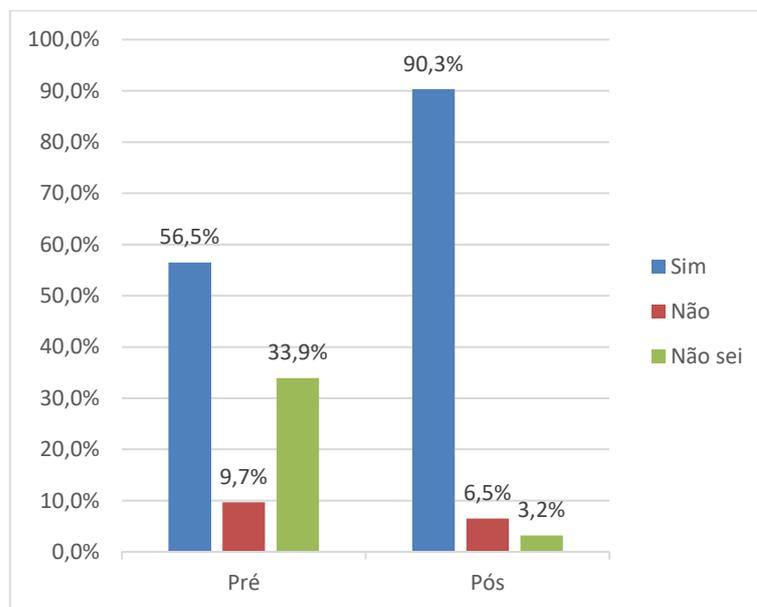
O estado nutricional é um fator determinante para o desenvolvimento e funcionamento dos sistemas orgânicos, principalmente o sistema nervoso. Indivíduos acometidos por carências nutricionais, possivelmente apresentarão dificuldade de aprendizagem, entre outros distúrbios, uma vez que a desnutrição ou a subnutrição ao afetar o desenvolvimento cerebral pode comprometer o desenvolvimento do organismo em sua totalidade (RELVAS, 2017).

Sobre a importância da nutrição para a saúde do cérebro, Custódio citado por Da Silva Veloso (2015), relata que é possível melhorar a qualidade da aprendizagem adicionando à dieta nutrientes apropriados ao desenvolvimento intelectual do indivíduo. “A forma como se come pode ajudar na produção da inteligência e no sucesso das atividades mentais, bem como no equilíbrio das emoções e comportamento”.

O cérebro faz parte das atividades vitais necessárias para sobrevivência, estando encarregado de receber e interpretar inúmeras mensagens enviadas pelo organismo, no entanto pouco se sabe sobre os mecanismos que regem os pensamentos e a memória, contudo sabe-se que a má alimentação e deficiência de alguns nutrientes diminui a atividade cerebral (LOPES, 2018).

Os dados aqui discutidos sobre os elementos que ajudam na potencialização das funções neuronais, auxiliam, também, na compreensão dos períodos de desenvolvimento em que habilidades, capacidades /comportamentos são constantes. Nesse aspecto, o gráfico 6 traz os dados sobre o que os neurocientistas nomeiam de períodos críticos.

GRÁFICO 6 - Períodos críticos são períodos específicos no desenvolvimento que se podem adquirir habilidades, capacidades ou comportamentos.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

Os dados representados no gráfico 6 são bastante expressivos, quando se compara o antes e o depois da formação oferecida. 56,5% já acreditava que períodos críticos são importantes no desenvolvimento de habilidades, mudanças comportamentais e desenvolvimento de capacidades. Após a mediação dos pesquisadores, 90,3% dos pesquisados respondeu que esses períodos são desencadeadores de muitas mudanças. As respostas ‘não’ e ‘não sei’ também tiveram queda o que pode significar que, ainda que não tenham se convencido da importância desse fenômeno, já consideram a possibilidade de ser um fato verdadeiro.

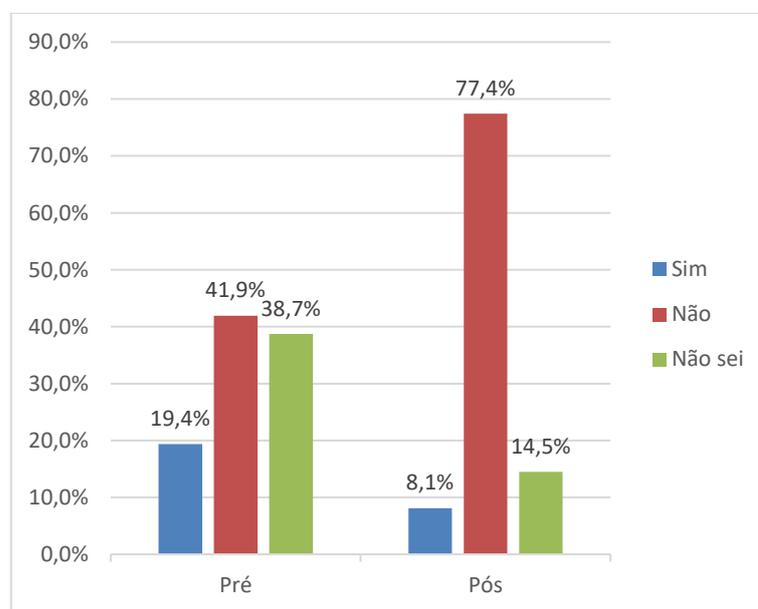
Macedo e Bressan (2018) afirmam que o cérebro, para se desenvolver, precisa de complementariedade, ou seja, precisa de uma atividade manual, sensório-motora, ligada a uma tarefa, a um interesse ou a um problema, um período crítico.

No âmbito escolar onde se trabalha, visando o aprendizado, há o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e de saúde mental, e é preciso ter em mente os resultantes do processo, isto é, os sentimentos e o comportamento. Nesse aspecto, o desempenho escolar é parte do processo e, portanto, existe uma série de fatores de aprendizagem que operam de maneira coordenada e sistemática – é o conhecimento. Para acessar esse conhecimento, é preciso armazená-lo, compilá-lo, acessá-lo, transmiti-lo, reavaliá-lo e compreendê-lo sistematicamente. O conhecimento serve para melhor ajustar o aprendizado que se faz sobre o *habitat* no qual o ser humano se insere (CRUZEIRO, 2016).

O conhecimento acumulado e compreendido de forma sistemática pode resultar em novas aprendizagens e isso não tem relação com o aumento de neurônios, mas com a

potencialização das conexões neuronais já existentes. Foi sobre a relação entre a aprendizagem e aumento de neurônios que tratam os dados do gráfico a seguir.

Gráfico 7 - A aprendizagem se deve ao aumento de neurônios no cérebro.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

No roteiro de pesquisa apresentado, havia o questionamento se a aprendizagem é resultado do aumento de neurônios no cérebro. No pré questionamento 41,9% dos pesquisados responderam que não, já no pós o percentual cresceu para 77,4%. 19,4% responderam que sim no pré e o percentual caiu para 8,1%. A resposta ‘não sei’ teve 38,7% no pré e diminuiu para 14,5 no pós. Esses dados sugerem que a formação auxiliou os docentes na compreensão da temática.

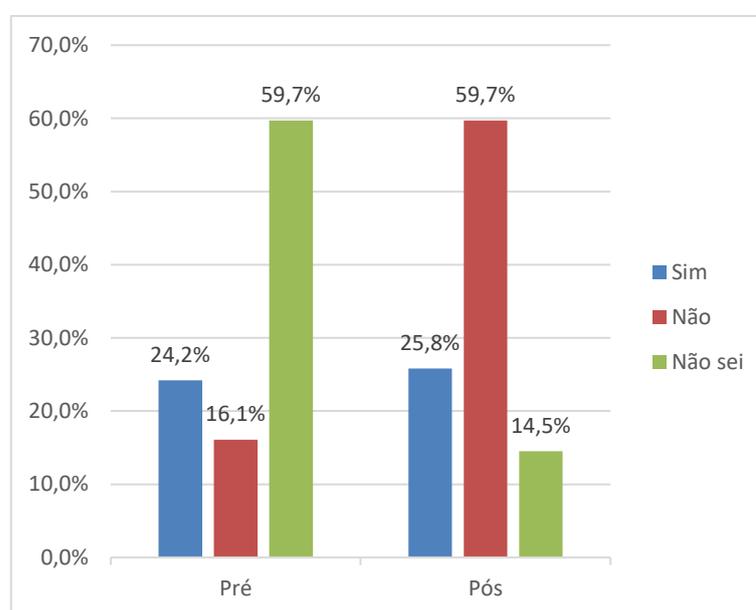
No que diz respeito ao questionamento, se a aprendizagem é resultado do aumento dos neurônios no cérebro, o que se tem comprovado é que entre o nascimento e a adolescência novos neurônios serão acrescentados ao cérebro, novos circuitos neuronais serão construídos em consequência da interação com o ambiente e da estimulação adequada (FERNANDEZ, 2002).

Ao examinar a estrutura macroscópica do cérebro humano, não são observadas muitas variações, apenas detalhes anatômicos de pequena relevância. Cosenza (2011, p.27), analisando o desenvolvimento do sistema nervoso, a neuroplasticidade e a aprendizagem dizem que: “em

relação à nossa espécie, sabemos que não existem dois cérebros iguais, mas podemos afirmar que todos têm vias motoras e sensoriais que seguem o mesmo padrão”.

Ao se afirmar que não há aumento de neurônios no intercurso da existência humana, criam-se as relações necessárias para o que os neurocientistas nomeiam de plasticidade cerebral, responsável pela teia de conexões que impulsionam o processo de aprender. São esses dados que são apresentados e discutidos no gráfico 8.

Gráfico 8 - A plasticidade cerebral é uma constante na vida humana, embora seja menor na Primeira Infância.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

Constatou-se no gráfico 8 que inicialmente 24,2% dos participantes da pesquisa responderam sim, 16,1% responderam não e 59,7% responderam não sei. Após a formação continuada, as respostas alteraram-se no questionário pós-teste para 25,8% respostas sim, 59,7% não e 14,5% não sei.

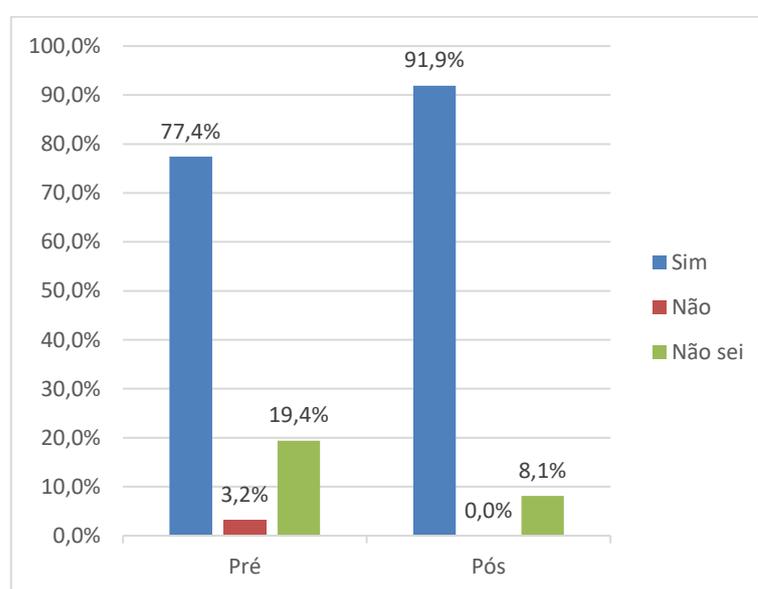
Um cérebro estimulado é capaz de aumentar o número de suas sinapses, permitindo reafirmar sua capacidade intelectual e genética na produção frequente de novas conexões nervosas, evidenciando a plasticidade cerebral, visto que o cérebro não é inerte, adaptando-se às necessidades do indivíduo (BONI; WELTER, 2016).

Segundo NCPI (2014), plasticidade cerebral é a capacidade de constante remodelação, não só da função, mas de sua estrutura, influenciada pela experiência e que se estende ao longo da vida. Por meio de um processo chamada “sinaptogênese”, o número de sinapses entre os

neurônios se multiplica, chegando a 700 novas conexões por segundo, em algumas regiões cerebrais, no segundo ano de vida.

Cosenza e Guerra (2011) também reafirmam a plasticidade como importante característica do sistema nervoso, sendo a capacidade neural de criar e desfazer ligações uma consequência das constantes interações do corpo com o ambiente interno e externo.

Gráfico 9 - As capacidades adquiridas na Primeira Infância irão se afinando com a prática no processo de desenvolvimento natural e gradual do indivíduo, graças à organização estrutural e funcional do cérebro.



Fonte: Dados obtidos na pesquisa pelos autores.

Constatou-se no gráfico 9 que inicialmente 77,4% dos participantes da pesquisa responderam sim, 3,2% responderam não e 19,4% responderam não sei. Após a formação continuada, as respostas alteraram-se no questionário pós-teste para 91,9% respostas sim, 0% não e 8,1% não sei.

Para Santosa (2020), o cérebro se constrói lentamente no decurso da vida embrionária; a construção é sobretudo programada pelos genes, embora o ambiente embrionário tenha influência. Esta construção prossegue depois do nascimento, em particular durante a primeira infância, sempre influenciado pelo ambiente, ao longo de todo o ciclo da vida.

Conforme Relvas (2020), o cérebro infantil em desenvolvimento é plástico, ou seja, capaz de reorganizar-se em padrões e sistemas de conexões sinápticas para melhor adequar o organismo em crescimento às novas capacidades intelectuais e comportamentais da criança

Segundo Barr (2016), a aprendizagem e o desenvolvimento do sistema nervoso são processos interdependentes que se pressupõem mutuamente. Para haver aprendizagem, é necessário que o cérebro do indivíduo amadureça de maneira adequada e, conforme o indivíduo se desenvolve e aprende, mudanças progressivas e cumulativas ocorrem em nível molecular, celular, estrutural, bem como comportamental.

O estudo Crespi *et al.* (2020), apontou para a relevância da formação continuada na qualificação docente, por ter sido observado que esta promoveu esclarecimentos e fomentou a aproximação do conhecimento científico à docência, o que pode-se observar também no presente estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Os fundamentos teóricos do presente artigo recomendam que os progressos obtidos em pesquisas neurocientíficas podem fornecer ao docente um panorama diferente sobre os processos cognitivos relacionados ao desenvolvimento cerebral e à aprendizagem, além de sugerir práticas e intervenções pedagógicas mais favoráveis a alcançarem sucesso no processo de ensino e aprendizagem por serem adequados com o funcionamento cerebral.

A aproximação entre as Neurociências e prática pedagógica dos docentes, fomentada por meio de uma formação continuada, pautada em conhecimentos sobre as Neurociências e Educação, mostra-se como um fator relevante para o aperfeiçoamento profissional, uma vez que pensar na formação continuada a partir de saberes advindos das Neurociências é promover para o docente o entendimento de como o desenvolvimento e aprendizagem ocorrem em termos cerebrais e como as práticas pedagógicas podem auxiliar no desenvolvimento adequado na infância.

É muito importante, principalmente quando falamos em Educação, a busca e atualização constante dos conhecimentos docentes, bem como das metodologias ora aplicadas, que venham a conferir novas competências aos educandos norteando o desenvolvimento individual e social do próprio professor.

É constante a busca por novas estratégias que favoreçam a evolução do conhecimento e a participação integralizada do educador para com o aluno. Sem falar do importante papel do educador, que apropriado dos conhecimentos científicos, desenvolvidos pelas Neurociências, em sua formação cognitiva, compreende melhor as funcionalidades do cérebro e as concepções de como ele recebe, decodifica e armazena o conhecimento.

A análise dos dados quantitativos coletados por meio dos questionários de pré e pós-testes, mostra que os conteúdos abordados nos encontros de formação continuada trouxeram esclarecimentos sobre a temática proposta, visto que diversas questões que anteriormente à formação não faziam parte dos saberes das docentes participantes ou eram compreendidas de forma distorcida ou errônea, passaram a constituir um entendimento mais acurado sobre as relações entre funcionamento, desenvolvimento cerebral, meio, estímulos, emoções, memórias e aprendizagem. Assim, entende-se que o objetivo da pesquisa que foi o de verificar os conhecimentos dos docentes sobre Neurociências antes e depois de um curso de formação continuada foi alcançado.

Neste sentido, reconhecemos a formação continuada como imprescindível para a melhoria da Educação. A intervenção de políticas públicas na sua promoção ou, ao menos, na facilitação de sua execução, é vital para a mudança do cenário educacional. Há ainda a premência de se conflagar a motivação docente, pois a elaboração e prática de ações inclusivas resultam no aumento de suas atribuições, tornando a valorização do professor essencial na implantação da escola inclusiva. É necessário que cada vez mais possamos ter pesquisas que viabilizem a discussão sobre formação de professores, afim de nos aproximarmos de uma proposta formativa que dê aos futuros professores base teóricas e práticas, que oportunize a escola como campo de pesquisa e intervenção na realidade.

REFERÊNCIAS

ASSMAN N, Hugo. **Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente**. Petrópolis: Vozes, 2001.

BARR, Marcia (Org.). **Neurociência e Educação na Primeira Infância: progressos e obstáculos**. Brasília; Senado Federal; Comissão de Valorização da Primeira Infância e Cultura da paz, 2016.

BONI, Marina; WELTER, Maria Preis. **Neurociência cognitiva e plasticidade neural: um caminho a ser descoberto**. Bahia: Revista Saberes e Sabores Educacionais, n. 3, p. 139-149, 2016. Disponível em: <http://revista.faifaculdades.edu.br/index.php/pedagogicos/article/view/265/173>. Acesso em: 2 de Jan. 2021.

BRASIL. **Decreto-lei nº 8.530, de 1 de janeiro de 1946**. Lei Orgânica do Ensino Normal. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 5.540, de 28 de novembro de 1968**. Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: jan. 2022.

COSENZA, Ramon; GUERRA, Leonor. **Neurociência e educação**. Artmed Editora, 2011.

CRESPI, Livia *et al.* Neurociências na formação continuada de docentes da pré-escola: lacunas e diálogos. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 62-81, 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/issue/archive.pdf>. Acesso em: 24 de jul. 2020.

CRESPI, Livia; NORO, Deisi; NÓBILE, Márcia Finimundi. Neurodesenvolvimento na Primeira Infância: aspectos significativos para o atendimento escolar na Educação Infantil. **Ensino em Re-Vista**, p. 1517-1541, 2020. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/57449>. Acesso em: 2 de Jan. 2021.

CRUZEIRO, Max. **Neurociências: Conhecimento**. Campinas: Lenderbook, 2016.

CUSTÓDIO, Elivaldo Serrão; CRUZ, Paulo Ronaldo Gomes. Formação continuada de professores das séries iniciais do ensino fundamental da rede municipal de Macapá-AP. **Revista Exitus**, v. 9, n. 3, p. 606-635, 2019. <http://ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/944.pdf>. Acesso em: jan. 2022.

DA SILVA, Fiderisa; MORINO, Carlos Richard Ibañez. A importância das neurociências na formação de professores. **Momento-Diálogos em Educação**, v. 21, n. 1, p. 29, 2012. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/momento/article/view/2478..pdf>. Acesso em: jan. 2022.

DA SILVA VELOSO, Kelly Tainara. **Investigando a propagação de neuromitos entre educadores da educação infantil de Belo Horizonte**. 2015. Disponível em: < <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-A5BG5Z> > Acesso em: 6 jan. 2021.

DEMO, P. **Saber pensar**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

DOS SANTOS BRANDÃO, Amanda; CALIATTO, Susana Gakyia. Contribuições da neuroeducação para a prática pedagógica. **Revista Exitus**, v. 9, n. 3, p. 521-547, 2019. Disponível em: <http://ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/926.pdf>. Acesso em: 16 de jan. 2022.

FERNÁNDEZ, F. S. **Características de la persona adulta que inciden en el currículo**. In: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA. Enseñanza y Aprendizaje

Abiertos y a Distancia. Unidad Didáctica 11. Módulo II: Enseñanza y Aprendizaje a Distancia. Madrid: UNED, 2002.

FILIPIN, Geórgia Elisa *et al.* Formação continuada em Neuroeducação: percepção de professores sobre a neurociência e sua importância para a educação. **Experiência: Revista Científica de Extensão**, v. 3, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/experiencia/article/view/24760>. Acesso em: jan. 2022.

FISCHER, K. W., ROSE, S. P. (1998). **Growth cycles of the brain and mind**. Educational Leadership, 56(3):56-60. Disponível em: <http://cfans.org/downloads/Educational%20Leadership.pdf>. Acesso em: 24 de dez. 2020.

FONSECA, Vitor da. **Aprender a aprender: a educabilidade cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GONCHOROSKI, TAYLOR, et al. **Neurociências na Educação: conhecimento e opiniões de professores**. 2015. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/117634/000967593.pdf?sequence=1>> Acesso em: 2 jan. 2021.

HERCULANO-HOUZEL, SUZANA. Do you know your brain? A survey on public neuroscience literacy at the closing of the decade of the brain. **The Neuroscientist**. 2002. Disponível em: <<http://nro.sagepub.com.ez27.periodicos.capes.gov.br/content/8/2/98.full.pdf+html>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios?** Conceitos fundamentais da Neurociência. São Paulo: Atheneu, 2010.

LISBOA, Felipe Stephan. **O Cérebro vai à Escola: Aproximações entre Neurociências e Educação no Brasil**. Paco Editorial, 2019.

LOPES, Izabel Cristina Almeida. **Nutrição cerebral: a importância da alimentação adequada para a otimização do aprendizado**. 2018. Disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/12619/1/21605615.pdf>> Acesso em: jan. 2021.

MACEDO, Lino; BRESSAN, Rodrigo. **Desafios da aprendizagem: Como as neurociências podem ajudar pais e professores**. Campinas: Papirus 7 Mares, 2018.

MARSIGLIA, ANA C. G. et al. A base nacional comum curricular: um novo episódio de esvaziamento da escola no Brasil. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 107-121, abr. 2017.

MARQUES, Stela. Neurociência e inclusão: implicações educacionais para um processo inclusivo mais eficaz. **Revista Trama Interdisciplinar**, v. 7, n. 2, 2016. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/tint/article/view/9759>.pdf. Acesso em: 16 de jan. 2022.

MOREIRA, Jaqueline da Silva. **A contribuição da neurociência na formação inicial e continuada do professor:** uma revisão na literatura. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) Universidade Federal do Pampa, ESPECIALIZAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA APLICADA À EDUCAÇÃO, 2019. Disponível em: <<http://200.132.148.32/handle/riu/5080.pdf>>. Acesso em: 18 de jan. 2022.

MORIN, Edgar. **O método III:** o conhecimento do conhecimento. Porto Alegre: Sulina, 2001.

NERI, Karine Pereira. Neurociência Aplicada à Educação: teorias da aprendizagem. **Maiêutica-Pedagogia**, v. 5, n. 1, 2017. Disponível em: https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/PED_EaD/article/view/1696.pdf. Acesso em: 19 de jan. 2022.

NCPI. Comitê Científico do Núcleo Ciência pela Primeira Infância. Estudo nº I: **O Impacto do Desenvolvimento na Primeira Infância sobre a Aprendizagem**, 2014. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/crianca_feliz/Treinamento_Multiplicadores_Coordenadores/IMPACTO_DESENVOLVIMENTO_PRIMEIRA%20INFANCIA_SOBRE_APRENDIZAGEM.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2021.

OLIVEIRA, Guiomar. Neurodesenvolvimento e comportamento. **Parte:** <http://hdl.handle.net/10316.2/43101>, v. 1, 2017. Disponível em: <<https://digitalis-dsp.uc.pt/handle/10316.2/43113>> Acesso em: jan. 2021.

OLIVEIRA, G. G. **Neurociências e os processos educativos: um saber necessário na formação de professores.** Educação Unisinos, v.18, n. 1, p. 13-24, 2014. <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2014.181.02.pdf>. Acesso em: jan. 2022.

RELVAS, Marta Pires. Neurociência na prática pedagógica. **Rio de Janeiro: Wak**, 2012.

RELVAS, Marta Pires. A neurobiologia da aprendizagem para uma escola humanizadora. **Rio de Janeiro: WAK**, 2017.

RELVAS, Marta Pires. **Que cérebro é esse que chegou à escola.** Wak, 2020.

SANTOSA, Maria João. O cérebro como órgão social. **Título: Emoções, Artes e Intervenção Organizadoras: Jenny Sousa, Maria João Sousa Santos, Maria de São Pedro Lopes**, p. 16, 2020. Disponível em: <https://www.ipleiria.pt/esecs/wp-content/uploads/sites/15/2020/06/E.book_emocoes_artes_inter.pdf#page=16> Acesso em: 7 jan. 2021.

SOUZA, Gabriela Guerra Leal de *et al.* **A neurociência e a educação:** como nosso cérebro aprende? 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufop.br/handle/123456789/6744>.pdf. Acesso em: jan. 2022.

SCHEIBE, Leda. Formação de professores no Brasil. A herança histórica. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 2, n. 2-3, p. 41-53, jan./dez. 2008. Disponível em: <http://www.esforce.org.br>. Acesso em jan. 2022.

TANURI, Leonor Maria. História da formação de professores. **Revista Brasileira da Educação – ANPED**, São Paulo, Autores Associados, n. 14, p. 61-88, mai./ago. 2000.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAPÍTULO V - Neuroeducação e aprendizagem significativa



Submetido na Revista EXITUS em: 07/12/2021.

QUALIS DA REVISTA EM ENSINO: B1

Neuroeducação e aprendizagem significativa.

Resumo: A Neuroeducação é um campo interdisciplinar que combina Neurociências, Psicologia e Educação para decifrar processos cognitivos e emocionais, resultando em melhores métodos de ensino e que têm auxiliado os docentes a pensar novas estratégias de ensino. A aprendizagem é significativa quando uma nova informação adquire significado para o aluno. O objetivo da presente revisão é verificar relação entre Neuroeducação e aprendizagem significativa. Assim, esse estudo se desenvolveu a partir de uma revisão de literatura científica em artigos publicados entre janeiro de 2002 a novembro 2021, nas bases de dados EBSCO, SCIELO, GOOGLE ACADÊMICO. Além desses estudos, também livros sobre o tema foram utilizados para a estruturação do artigo. Foram suprimidos os artigos repetidos e aqueles que apresentavam outros idiomas que não fosse o Português, restando 21 produções que foram analisadas. Com essa revisão de literatura, percebe-se uma convergência entre os estudos dos diversos autores que apontam que os estudos de Neuroeducação podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias que auxiliam na aprendizagem significativa. É relevante para ensinar de forma significativa e a contribuição da Neuroeducação com explicações científicas a respeito da estrutura e funcionamento do cérebro e como isto auxilia para que os docentes possam melhorar suas estratégias de forma a incorporar a Teoria da Aprendizagem Significativa em sala de aula.

Palavras-chave: Neurociências. Neuroeducação. Aprendizagem significativa.

Abstract: Neuroeducation is an interdisciplinary field that combines Neurosciences, Psychology and Education to decipher cognitive and emotional processes, resulting in better teaching methods that have helped teachers to think about new teaching strategies. Learning is meaningful when new information acquires meaning for the learner. The objective of the present review is to verify the relationship between Neuroeducation and meaningful learning. Thus, this study was developed from a review of scientific literature on articles published between January 2002 and November 2021, in the EBSCO, SCIELO, GOOGLE ACADEMIC databases. In addition to these studies, books on the topic were also used to structure the article. Repeated articles and those that presented languages other than Portuguese were suppressed, leaving 21 productions that were analyzed. With this literature review, we can see a convergence between the studies of different authors who point out that Neuroeducation studies can help in the development of strategies that help in meaningful learning. It is relevant to teach in a meaningful way and the contribution of Neuroeducation with scientific explanations about the structure and functioning of the brain and how this helps teachers to improve their strategies in order to incorporate the Theory of Meaningful Learning in the classroom.

Keywords: Neurosciences. Neuroeducation. Meaningful learning.

Introdução

A Neurociências é uma das áreas de pesquisa que busca compreender os processos mentais pelos quais percebemos o mundo que nos cerca, agimos sobre este mundo, aprendemos e nos lembramos. Também busca explicar o comportamento em aspectos de atividades neurais, e como o sistema nervoso organiza suas milhões de células nervosas individuais para gerar comportamento (CURY, 2007).

A Neurociências compreende o estudo do sistema nervoso, objetivando conhecer como ele atua, qual a sua estrutura e possíveis alterações, observando as atividades do cérebro, da medula espinal e dos nervos periféricos (BARTELLE; NETO, 2019).

Para Relvas (2011, p. 22) a Neurociências é uma ciência nova, “que trata do desenvolvimento químico, estrutural e funcional, patológico do sistema nervoso”. A autora ainda afirma que foi no início do século XIX que as pesquisas científicas sobre o tema começaram.

Traz a discussão de como o conhecimento da memória, do esquecimento, do sono, da atenção, do medo, do humor, da afetividade, do movimento, dos sentidos e linguagem são estruturados fisiologicamente em cérebros de crianças e adultos (FERREIRA; NAXARA, 2017).

Para Grossi *et al* (2014) a Neurociências é uma área multidisciplinar que inclui estudos de outras áreas do conhecimento como a neurologia, psicologia, biologia, a medicina nuclear e outras ciências humanas, sociais e exatas que contribuem ao bem estar humano.

Os primeiros estudos sobre a Neurociências se iniciaram no século XIX com Hitzig e Fritsch, em que por meio de estímulos cerebrais afirmaram que todo o cérebro responde a mudanças.

Segundo Bortoli e Teruya (2017), “os estudos da Neurociências no campo da Educação são uma alternativa para repensar as práticas pedagógicas na contemporaneidade”. Em um curto caminho, podemos analisar alguns dos estudos relacionados ao cérebro e podemos dizer que, a grande parte deles aponta que as emoções contribuem para o aprendizado, pois auxiliam a passagem da memória de curto prazo para longo prazo e auxilia também a motivação que é indispensável para o cérebro aprender.

De acordo Grossi *et al.*, (2014), o ser humano aprende de maneiras diferentes e com as questões das deficiências e alterações no funcionamento do Sistema Nervoso, torna-se

necessário que os educadores façam uma ligação entre aprendizagem e a Neurociências aplicada às metodologias de ensino.

Oliveira (2014, p. 18), contribuindo com essa reflexão, destaca que “aprender não é absorção de conteúdos e exige uma rede complexa de operações neurofisiológicas e neuropsicológicas. [...]”. Sendo assim, fica evidente a importância da Neurociências para o campo educacional, pois, “[...] o processo de aprendizagem se consolida como o processo pelo qual o cérebro age perante aos estímulos, propiciando as sinapses” (OLIVEIRA, SILVA, RIBEIRO, 2017, p. 117).

Marchesin (2016) salienta que, com as novas descobertas na Neurociências, foi possível criar um campo novo na ciência, que estuda a Neurociências aplicada à Educação (Neuroeducação). Este campo combina a Neurociências, a Psicologia e a Educação e possui o objetivo de criar os melhores métodos de ensino e aprendizagem.

Atualmente falamos muito em aprendizagem significativa no âmbito da Educação. Mas a aprendizagem do educando, só se torna significativa quando o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento, fazendo uma relação com o conhecimento prévio, construído por ele (PELIZZARI, *et al.*, 2002). Ou seja, é dever do professor fazer a relação, conteúdo x aluno x conhecimento prévio, para então, a aprendizagem se concretizar de forma efetiva e significativa.

Partindo da aprendizagem significativa, o professor pode fazer uso de diversas metodologias no seu cotidiano de sala de aula. O processo educativo deve ser orientado por metodologias que permitam atender aos objetivos propostos pelo professor (BRIGHENTI; BIAVATTI; SOUZA, 2015).

Sendo assim, o objetivo da presente revisão é: verificar relação entre Neuroeducação e aprendizagem significativa, sugerindo atividades que podem contribuir para que, a partir do conhecimento prévio, desenvolva-se uma aprendizagem conectada ao aprender significativamente, ampliando e reconfigurando ideias já existentes na estrutura mental e com isso oferecer ferramentas que auxiliem o aprendente a ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos.

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa, seguindo as definições de Gil (2002), caracteriza-se do ponto de vista da sua natureza como Pesquisa Básica. Do ponto de vista da forma de abordagem do problema

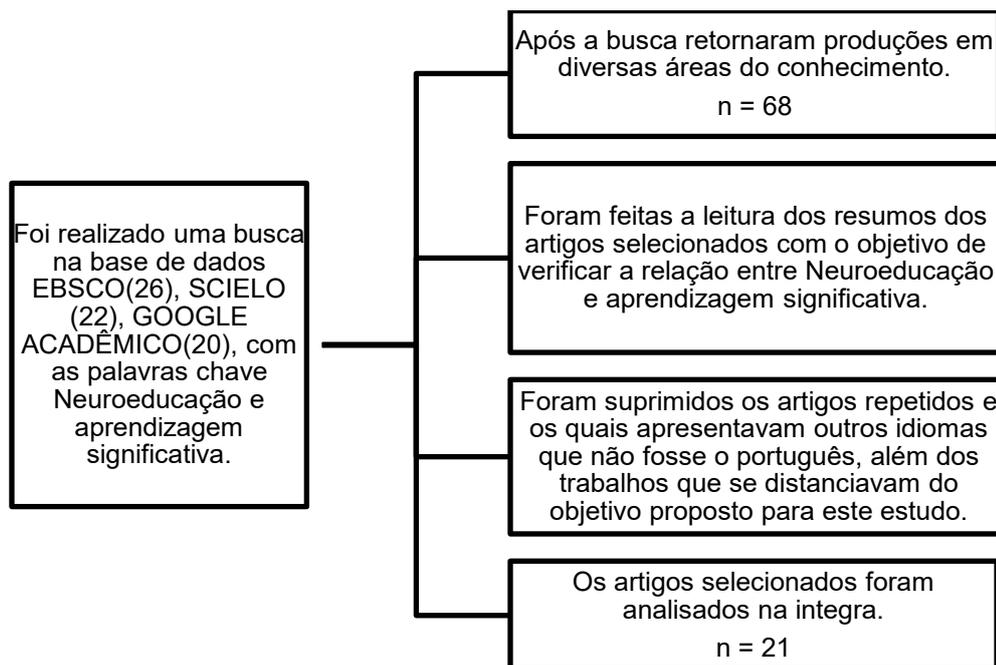
como Pesquisa Qualitativa. Do ponto de vista de seus objetivos como Pesquisa Descritiva. E do ponto de vista dos procedimentos técnicos adotados como Pesquisa Bibliográfica.

A pesquisa está baseada nas mais diversas fontes de pesquisas, incluindo fontes primárias como os artigos originais em periódicos científicos (EBSCO, SCIELO, GOOGLE ACADÊMICO), fontes secundárias referentes aos bancos de dados e fontes terciárias que incluem livros e artigos de revisão. Utilizou-se os seguintes descritores: Neuroeducação; aprendizagem; aprendizagem significativa; mapas conceituais; prática pedagógica significativa; e relação entre Neuroeducação e aprendizagem significativa. Ao todo foram elencadas 68 produções em diversas áreas do conhecimento.

Foram definidos como critério de inclusão: trabalhos disponíveis na íntegra, com o texto completo, pesquisas em Língua Portuguesa, em formato de artigo científico e publicados entre 2002 e 2020. O critério de exclusão utilizado para tais artigos foi não possuírem os critérios de inclusão. Para analisar os trabalhos, iniciou-se a leitura dos títulos, seguido da leitura dos resumos e, finalmente, dos textos completos. Foram suprimidos os artigos repetidos e aqueles que apresentavam outros idiomas que não fosse o Português, além dos trabalhos que se distanciavam do objetivo proposto para este estudo, restando 21 produções que foram analisadas. Ressalta-se que todo o processo de seleção, inclusão e exclusão dos trabalhos selecionados foram realizados de forma consensual pelos autores.

A organização dos dados coletados nos permitiu identificar convergências, especificidades e tendências nos estudos relacionados à Neuroeducação e à aprendizagem significativa. Foram analisados os resumos dos artigos selecionados com o objetivo de verificar relação entre Neuroeducação e aprendizagem significativa. Os resultados das publicações selecionadas para discussão podem ser expressados resumidamente conforme **Figura 4**.

Figura 4 - Fluxograma de seleção dos trabalhos



Fonte: Produção dos pesquisadores (2021).

Neuroeducação

A Neuroeducação é um campo interdisciplinar que combina Neurociências, Psicologia e Educação para decifrar processos cognitivos e emocionais, resultando em melhores métodos de ensino (ALMARIO; SOARES; PATROCÍNIO; WAENY, 2017).

Também estuda a maneira como o cérebro aprende e tem auxiliado os docentes a pensar novas estratégias de ensino, evitando as tradicionais e buscando entender que os discentes aprendem de forma mais significativa o que é construído a partir dos interesses que possuem (ALMARIO; SOARES; PATROCÍNIO; WAENY, 2017).

Segundo Oliveira (2015, p. 9-10), “[...] a Neuroeducação procura compreender como o cérebro aprende como funcionam as redes neurais, como são estabelecidas as conexões entre os neurônios, como o cérebro é estimulado, como a memória se consolida tornando-se aprendizagem”.

A Neuroeducação tenta entender a função do cérebro e, com esse conhecimento, os educadores enfrentam o desafio de fazer com que a aula provoque uma reorganização sináptica e o sistema funcione adequadamente sem ter que trabalhar com cada aluno individualmente. Quando o educador conhece a função do cérebro, pode formular estratégias de ensino para estimular a capacidade de mobilização dos alunos, e reconhecer e utilizar as melhores estratégias no processo de ensino (OLIVEIRA, 2015). Busca, ainda, usar descobertas na memória, aprendizagem e linguagem para estabelecer uma conexão entre Neurociências e

Educação, a fim de buscar estratégias de ensino significativas e contextuais para as experiências dos alunos (OLIVEIRA, 2015).

Em suma, o campo da Neuroeducação ainda é um campo em expansão e suas pesquisas precisam ser aprofundadas, principalmente para formar professores que saibam relatar sua experiência para que possam ser feitas comparações de dados, garantindo assim, muitas informações para a ciência em Neuroeducação o que levaria a outros ganhos para a área educacional (BRANDÃO; CALIATTO, 2019).

Aprendizagem: Fios de Reflexão

Existem diferentes definições para “o que é aprendizagem”, não há um conceito único e universal, pois, alguns autores enfatizam aspectos centrados na teoria particular que as sustenta.

Mas uma coisa é certa “[...] com muita frequência, reduz-se o conceito de aprendizagem a seu aspecto de modificação comportamental, estabelecendo-se o que se aprende ao modificar-se o comportamento” (DÍAZ, 2011, p. 81).

Nesse sentido, a linha do tempo do fazer pedagógico nos mostra concepções que permearam a ação docente e que ainda se presentificam na atualidade. Para este estudo, ainda que de forma breve, abordamos como concepções de aprendizagem: o Inatismo, Comportamentalismo, Construtivismo e Histórico-Cultural.

Como concepção de aprendizagem, o inatismo apresenta fatores limitantes, pois parte do princípio de que fatores hereditários ou de maturação são mais importantes para aprendizagem do que os fatores relacionados ao ensino e à experiência. Nesse aspecto, só desenvolveríamos os conhecimentos que já nasceram conosco, razão pela qual se fala que a concepção inatista limita a aprendizagem e não leva em conta as aprendizagens que se dão no social, no cultural e em toda forma de interação.

Darsie (1999, p. 13), afirma que os defensores do inatismo acreditam que:

[...] cada indivíduo já traz o programa pronto em seu sistema nervoso, isto significa que, ao nascermos, já está determinado quem será inteligente ou não. Assim, uns nasceram para aprender, e aprendem facilmente; outros não nasceram para o estudo, se fracassam o fracasso é só deles.

Nesse sentido, na concepção inatista, os sujeitos da aprendizagem já nasceriam com conhecimento e o docente apenas a função de despertar o conhecimento. Pensando por esse viés, a Neurociências e seus constructos sobre o desenvolvimento neural seriam ineficientes.

A concepção comportamentalista (empirista/ambientalista) traz em seu escopo a experiência (o externo) como fator preponderante para a aprendizagem. Conforme Marcondes (2004, p. 176) essa concepção tem como orientação a visão aristotélica que diz “nada está no intelecto que não tenha passado antes pelos sentidos.”

Corroborando com a reflexão sobre a aprendizagem na concepção comportamentalista, Giusta (2013, p. 22) define que:

O conceito de aprendizagem emergiu das investigações empiristas em Psicologia, ou seja, de investigações levadas a termo com base no pressuposto de que todo conhecimento provém da experiência. Isso significa afirmar o primado absoluto do objeto e considerar o sujeito como uma tábula rasa, uma cera mole, cujas impressões do mundo, formadas pelos órgãos dos sentidos, são associadas umas às outras, dando lugar ao conhecimento. O conhecimento é, portanto, uma cadeia de ideias atomisticamente formada

De acordo com a teoria empirista da Psicologia, definir a aprendizagem significa dizer que, o sujeito é como um tábula rasa, ou seja, as impressões do mundo passarão pelos cinco sentidos, interligando-se e gerando um conhecimento. Como consequência da corrente empirista, o processo de ensino e de aprendizagem é centrado no professor, que organiza as informações do meio externo que deverão ser internalizadas pelos alunos, sendo esses apenas receptores de informações e do seu armazenamento na memória. Complementando, poder-se-ia dizer que para os empíricos ligados ao movimento filosófico, o conhecimento humano é derivado a partir de alguma experiência.

Para Becker (1994, p.90) o docente, ainda que de forma não planejada, adota a concepção comportamentalista compreende que

[...] o sujeito é totalmente determinado pelo mundo do objeto ou meio físico e social. Quem representa este mundo, na sala de aula, é, por excelência, o professor. No seu imaginário, ele, e somente ele, pode produzir algum novo conhecimento no aluno. O aluno aprende se, e somente se, o professor ensina. O professor acredita no mito da transferência do conhecimento: o que ele sabe, não importa o nível de abstração ou de formalização, pode ser transferido ou transmitido para o aluno. Tudo o que o aluno tem a fazer é submeter-se à fala do professor: ficar em silêncio, prestar atenção, ficar quieto e repetir tantas vezes quantas forem necessárias, escrevendo, lendo, etc., até aderir em sua mente, o que o professor *deu*. (Grifo do autor)

Concordando com Becker, o fazer docente ainda tem essas características no ato de ensinar e que precisam ser (re) pensadas haja vista as mudanças acontecidas no final do século XX e início do século XXI e o perfil atual dos discentes.

Outra concepção de aprendizagem é a construtivista cuja inspiração filosófica está em Kant e compreende que os seres humanos trazem formas e conceitos *a priori* para a experiência concreta com o mundo. Para Jean Piaget, neokantiano, criador da teoria, o conhecimento é

construído graças à interação sujeito e meio (físico e social) externo. Ao desenvolver os conceitos de assimilação e acomodação, Piaget entende que nenhum conhecimento nos chega do exterior sem que sofra alguma alteração de nossa parte e, assim, ocorre a aprendizagem. Becker (1994, p.20) afirma que a aprendizagem na concepção de Piaget ocorre na equilibrção dos conceitos de assimilação e acomodação.

A assimilação é o resultado da organização, isto é, o bebê mama, pela primeira vez, por força do reflexo hereditário de sucção. Ao mamar, porém, esta organização reflexa, por força da assimilação de algo exterior a ela, é forçada a modificar-se para dar conta das novidades que esta exterioridade impõe: se o bico do seio é maior ou menor, se o leite sai por força de uma mamada mais fraca ou mais forte, se o leite sai imediatamente ou se demora a sair. A assimilação funciona como um desafio sobre a acomodação a qual faz originar novas formas de organização

Aqui, o professor é o responsável por interagir com o sujeito que aprende e o conteúdo a ser aprendido, possibilitando a criação de um “ambiente rico em desafios que leve o aluno a produzir e explorar ideias” (DARSIE, 1999, p. 20).

Mas o aprendente ainda não é protagonista na construção de seu conhecimento. Dessa forma, o século XX ainda traria mais uma concepção de aprendizagem a ser pensada para o contexto educacional: Vygotsky, criador da Psicologia Histórico-Cultural, para quem a cultura exerce um forte papel na formação da consciência humana e na atividade do sujeito (NUNES; SILVEIRA, 2013).

Em seus estudos sobre a Psicologia Histórico-Cultural de Vygotsky, Mello assim define essa concepção:

O ser humano não nasce humano, mas aprende a ser humano com as outras pessoas – com as gerações adultas e com as crianças mais velhas – com as situações que vive, no momento histórico em que vive e com a cultura a que tem acesso. O ser humano é, pois, um ser histórico-cultural. As habilidades, capacidades e aptidões humanas criadas e necessárias à vida eram umas na pré-história, outras na idade média, outras ainda no início da Revolução Industrial e são outras neste momento da nossa história. E cada ser humano, em seu tempo, apropria-se daquelas qualidades humanas disponíveis e necessárias para viver em sua época (MELLO, 2004, p. 136, 137).

Nessa concepção de aprendizagem, entende-se que o ser humano ao mesmo tempo em que se relaciona também interfere na sociedade, compartilhando dos saberes historicamente construídos e, de forma simultânea, realiza ações e é receptor das ações desenvolvidas. Damiani e Neves (2006, p.7), afirmam que a abordagem histórico-cultural entende que o desenvolvimento das pessoas ocorre por meio de uma “interação dialética que se dá, desde o nascimento, entre o ser humano e o meio social e cultural em que se insere”.

A partir dos postulados da concepção histórico-cultural que considera o ser aprendente como parte fundamental no ato de aprender, outros postulados são apresentados e a partir da interdisciplinaridade estabelecem teias relacionais, objetivando tornar a aprendizagem fator preponderante no processo de ensinar. Uma dessas possibilidades é a teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida por Ausubel.

Aprendizagem Significativa

O termo “aprendizagem significativa” é muito citado nas áreas que tratam da educação, especialmente as que tratam do processo de ensino e de aprendizagem. Mas afinal de contas, o que é essa aprendizagem significativa?

Segundo Moreira (2012, p. 2) “Aprendizagem Significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.” Desse modo há o despertar de conceitos prévios e ampliação de conceitos científicos tornando possível o diálogo entre os conceitos científicos e de senso comum, tornando o aluno protagonista do seu aprendizado.

Para Ausubel (1980), criador da Teoria de Aprendizagem Significativa “(...) o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p. 137).

A aprendizagem significativa é, normalmente, compreendida em termos de desenvolvimento de funções executivas, tais como: foco, atenção, memória e tomadas de decisão. Alterações na estrutura cognitiva do aprendiz ocorrem quando o conhecimento construído é relevante para o seu conhecimento pré-existente. Em outros termos, o processo de ensino e de aprendizagem deve ser conduzido na perspectiva da criação de sentidos e implica na interpretação de novas informações e obtenção de experiências, relacionando-as aos conhecimentos prévios (NAVES-BARCELOS, *et al.*, 2020).

A teoria de Ausubel pressupõe que a aprendizagem é significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, suposição) adquire significado para o aluno. Para a informação fazer sentido, é preciso que se estabeleça uma analogia com as ideias que se encontram na sua estrutura cognitiva (conceitos subsunçores), onde as ideias do aluno estão organizadas. Desta forma, uma vez aprendido determinado conteúdo, o aluno é capaz de explicá-lo com suas próprias palavras (TIRONI *et al.*, 2013, p. 3).

O processo de aprendizagem significativo é caracterizado pela capacidade do indivíduo em compreender sinais e ser absorvido por eles, de forma que possam ser reproduzidos

graficamente de acordo com as instruções fornecidas pelos professores e por meio de sugestões de educação psicológica (SILVA; PEDREIRA; FIEL; CIRQUEIRA, 2013).

Ainda, segundo Silva, Pedreira, Fiel e Cirqueira (2013, p. 17524),

O ato de aprender resulta inteiramente da capacidade de transformar a curiosidade de se apropriar de um determinado assunto e conseqüentemente transformá-lo na aquisição de habilidades que proporcione uma estrutura cognitiva, fruto da integração entre o material pedagógico e uma aprendizagem organizada. [...]

A aprendizagem significativa parece ser realizada por meio dos seguintes processos: explorar, falhar, tentar, corrigir, adquirir dados, formular conjecturas, testá-las e estabelecer explicações. Estes são os resultados de inferências, comparações, analogias, reflexões de uma nova experiência e o estabelecimento de outras hipóteses para verificar, enfrentar, explicar, estabelecer outras expectativas e assim por diante (KLAUSEN, 2017).

De acordo com Moreira (1995, p. 153)

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura do conhecimento específico, a qual Ausubel define como um conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Já Rogers (2001, p. 1), entende que a aprendizagem significativa:

[...] é mais do que uma acumulação de fatos. É uma aprendizagem que provoca uma modificação, quer seja no comportamento do indivíduo, na orientação futura que escolhe ou nas suas atitudes e personalidade. É uma aprendizagem penetrante, que não se limita a um aumento de conhecimento mas que penetra profundamente todas as parcelas da sua existência.

A principal contribuição de Ausubel para a educação foi a de apresentar claramente a diferença entre aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. Sendo a aprendizagem significativa a mais positiva para o aluno e a mecânica a mais prejudicial, visto que nela as informações são armazenadas de qualquer forma, o que é pouco significativo para os alunos (TAVARES, 2006).

Partindo do princípio de ancorar novos conhecimentos nos conhecimentos existentes, a aprendizagem transcende os princípios mecânicos e se liberta, articulando o conhecimento com o desenvolvimento crítico e autônomo dos alunos (BARBOSA, 2015).

Segundo Biasotto *et al.*, (2020), os conhecimentos prévios, chamados por Ausubel de conceitos subsunçores, servem como âncoras, na construção de concepções, pois permitem relacionar novas informações aos conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Assim, aquilo que o estudante já sabe por já ter assimilado em um determinado momento, servirá para ancorar um novo conhecimento.

Nesse sentido, é possível relacionarmos a base conceitual ausubeliana da significância, considerando as explicações de Maia (2011, p. 31), quando explana que: “[...] o aprendizado escolar é um processo que requer prontidões neurobiológicas, cognitivas, emocionais e pedagógicas, além de estímulos apropriados”. Ou seja, a significância não depende apenas de fatores puramente metodológicos e pedagógicos, mas, perpassa esta perspectiva, considerando uma construção ampla de valores e de formação de conceitos, que foi acontecendo ao longo da vida e que remete para a consolidação de atos e de ações, que farão com que este aprendente, seja o sujeito do seu conhecimento e que faça parte dele. Este processo denota, de fato, a dinâmica dos subsunçores, como sendo de base transitória e evolutiva (CONCEIÇÃO; AMORIM, 2021).

Os Mapas Conceituais: Técnica para a Aprendizagem Significativa

Ausubel (1982) defendeu o valor agregado do conhecimento prévio dos alunos em sua teoria de aprendizagem, usando mapas conceituais para construir estruturas mentais. Esses mapas conceituais abriram várias possibilidades para descobrir e redescobrir outros conhecimentos, tornando o aprendizado divertido para aqueles que ensinam e aqueles que aprendem e também tornando o aprendizado eficaz.

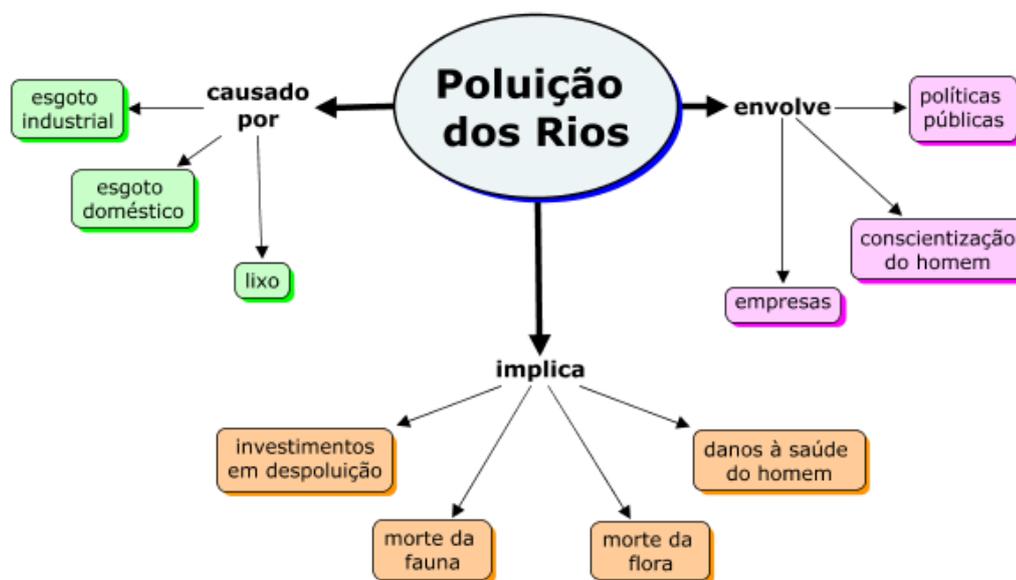
O mapa conceitual é uma estrutura esquemática que representa um conjunto de conceitos imersos na rede de proposições. É considerado construtor do conhecimento, pois pode mostrar como o conhecimento de um determinado tema se organiza na estrutura cognitiva de seu autor, para que sua profundidade e grau possam ser visualizados e analisados. Pode ser entendido como uma representação visual de sentido compartilhado, pois explica como o autor entende a relação entre os conceitos explicitados (TAVARES, 2007).

De acordo com Pelizzari (2002, p. 41) mapas conceituais “são instrumentos que permitem descobrir as concepções equivocadas ou interpretações não aceitas (podem não ser errôneas) de um conceito, ilustradas por uma frase que inclui no conceito”. E eles devem ser hierárquicos, ou seja, os conceitos mais gerais devem estar no topo, e os conceitos mais específicos e menos inclusivos devem estar na parte inferior.

Portanto, se conduzida de forma adequada, a aplicação dos Mapas Conceituais poderá possibilitar um melhor diálogo entre professor e aluno, ajudando no desenvolvimento de habilidades que vão além da repetição mecânica, assim, contribuindo com a consolidação da aprendizagem significativa dos conceitos estudados (PRADO & GAMA, 2016).

Na **Figura 5** temos o exemplo de um mapa conceitual sobre a poluição dos rios:

Figura 5 - Mapa Conceitual: Poluição dos Rios.



Fonte: <http://pasapirangag13.pbworks.com/w/page/14561489/Mapas%20Conceituais>
Prática pedagógica significativa

O que é necessário para que o aluno aprenda?

Para Pereira (2010), o ato de aprender depende de fatores internos e externos e também do vínculo mantido entre as pessoas, diretamente ligados ao sujeito que aprende. Apesar do ato de aprendizagem depender de fatores coletivos, do meio em que está inserido, ele é extremamente individual, pois cada sujeito aprende da forma como pode, no seu tempo e no seu ritmo, ou seja, cada indivíduo é único e, portanto, diferente do outro.

Segundo Almeida (2002, p. 157), “[...] para aprender, o aluno precisa de entender, organizar, armazenar e evocar a informação. São processos cognitivos básicos a qualquer aprendizagem e realização cognitiva”.

Segundo Pereira (2010, p. 114)

[...] cada sujeito aprende a seu modo, do seu jeito, dentro de um ritmo e tempo próprios, que as intervenções internas e/ou externas são motivações, estímulos que produzem no sujeito uma forma muito especial de aprender. A motivação, ao lado do ato de aprender e desse sujeito aprendente vem engajada ao conhecimento, com a presença de um saber adquirido, de um conteúdo dado, o qual deve ser fonte de prazer em si mesmo e do desejo de cada vez mais se aprender.

Oliveira e Souza (2018), propõem que a aprendizagem acontece a partir do momento que o estudante se interessa em entender o que está sendo transmitido, e desta forma o professor busca desenvolver suas habilidades para que todos possam compreender. Vale destacar que é de extrema importância que os alunos tenham convivido com diferentes experiências para que sua vivência contribua mais rapidamente com o aprendizado.

O que influencia na aprendizagem do aluno é os métodos que o professor utiliza em sala de aula, para tanto, pensar nas capacidades, competências e habilidades docentes é fundamental quando se trata do processo de ensino aprendizagem. Quando o educador mostra aos seus alunos que eles estão sendo recompensados por estarem na sala prestando atenção e tentando compreender o assunto proposto, e que, o conhecimento se sobrepõe, assim fica mais fácil à interação entre eles, fazendo acontecer um bom desempenho do aluno (OLIVEIRA; SOUZA, 2018, p. 3).

Diante do exposto, fica claro que a aprendizagem é influenciada por três grandes fatores, tais como: atenção e prática; método; e motivação. A motivação é fundamental para a aprendizagem, depende de um certo grau de dificuldade, permite a dedicação e o empenho na prática. O mesmo método não se aplica igualmente a todas as pessoas. É por isso que o professor deve oferecer diferentes possibilidades de realizar a mesma atividade. A atenção é a grande porta do aprendizado. Só conseguimos prestar atenção em uma coisa de cada vez, pois o cérebro limita. Também é o filtro usado para decidir qual informação será processada de forma dedicada. De todas as informações disponíveis, o cérebro processa somente uma e as outras são descartadas.

Prática Pedagógica Significativa

A prática pedagógica é ligada diretamente ao processo de construção da aprendizagem significativa, pois, o papel do professor na escola é o de agente de formação, de saberes e de transformação social (BARBOSA, 2015).

A prática pedagógica, é uma prática social transpassada por objetivos, finalidades e conhecimentos (VEIGA, 1989 *apud* BARBOSA, 2015) e, muitas vezes, pode ou não proporcionar um modelo de ensino que resulte na aprendizagem significativa dos alunos.

É ligada à concepção de mundo, de homem e de conhecimento que fundamenta as relações cotidianas. É a forma como se compreende a realidade e determina a maneira pela qual se dará a prática pedagógica (KLEINKE, 2003).

Para uma prática pedagógica ser efetivamente significativa, ela deverá partir dos conhecimentos, do saber do aluno, por meio de atividades concretas e significativas, para que a apreensão dos conteúdos necessários (saber sistematizado), seja uma construção conjunta entre educador e educando, para a reconstrução da realidade (KLEINKE, 2003).

São exemplos de práticas pedagógicas significativas: educação digitalizada; empoderamento do aluno; socialização; conscientização; interdisciplinaridade; aprendizagem compartilhada; atividade em grupo; integrações culturais; oportunidades aos alunos com dificuldade de aprendizagem; incentivo à leitura; mão na massa; entre outras práticas (PORTABILIS, 2019).

Vale destacar que o mesmo método pedagógico não se aplica igualmente a todas as pessoas. É por isso que o professor deve oferecer diferentes possibilidades de realizar a mesma atividade.

Relação entre Neuroeducação e Aprendizagem Significativa

O surgimento da Neuroeducação ocorre por meio da mediação entre Psicologia, Neurociências e Educação. Trata-se de um campo emergente que agrega o ser humano a modificar estruturas funcionais limitantes na aprendizagem e aperfeiçoa as operações das matrizes de inteligência através do seu mapeamento cerebral, possibilitando a expressão máxima da sua potencialidade. Possibilita também algumas compreensões do aprender que ainda não eram possíveis de serem entendidas e que vão auxiliar o professor quanto as novas estratégias de ação em sala de aula (JUNIOR, 2016).

A proposta da Neuroeducação é a de investigar as condições nas quais a aprendizagem humana pode ser otimizada ao máximo (MAIA *et al.*, 2011). A Neuroeducação combina o conhecimento da Neurociências, a Educação e a Psicologia e das estruturas e funcionamento do cérebro ao poder da conquista nas variadas maneiras e estratégias para facilitar a aprendizagem. Metodologias bem aplicadas e trabalhadas de forma correta proporcionarão uma satisfação em querer sempre avançar na busca da sabedoria e atender aos objetivos do processo atingindo o esperado pelo educador em que o sucesso na sua aprendizagem é um retorno garantido para muito além da sua formação, a vida profissional. É por isso que formar indivíduos conscientes dos seus deveres, com senso crítico e personalidade firme, faz parte do

compromisso desse professor educador que aponta os caminhos, apresenta diretrizes capazes de leva-los à conquista de novos horizontes (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, 2012).

O neuroeducador analisa os métodos e técnicas de ensino, verificando a eficiência das práticas, enquanto que o psicólogo colabora, explicando os comportamentos da aprendizagem, compreendendo os mecanismos da mente, como se processa as emoções dos indivíduos dentro do processo cognitivo, a motivação do aluno, e decisões a serem tomadas. A Neuroeducação atua como um campo que integra pesquisadores que buscam compreender a aprendizagem, os educadores e os educandos, um deslocamento traçado entre os laboratórios dos neurocientistas que estudam a cognição e segue para a elaboração de estratégias aplicadas aos processos pedagógicos (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2008).

Alguns aprendizados são por meio de reflexos e instintos e vão se aprimorando à medida que a criança é exposta a outras pessoas que já adquiriram tais capacidades. Este é o caso do ato de mamar, do sorriso, do andar e correr, do brincar e do falar. Outros aprendizados, por representarem conquista da cultura humana, devem ser passados de forma sistematizada para que possam ser adequadamente absorvidos pela criança, como a leitura, a escrita, o cálculo, os esportes e as artes mais elaboradas representam os principais exemplos, sendo a parte que chamamos de aprendizagem escolar (MAIA *et al.*, 2011).

Aprendizagem significativa é o processo por meio do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. Para Ausubel (1963), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.

Para aprender é importante considerar aspectos relacionais e culturais da aprendizagem. Aprender é uma atividade complexa, frágil, que mobiliza a imagem de si mesmo, o fantasma, a confiança, a criatividade, o gosto pelo risco e pela exploração, a angústia, o desejo, a identidade, aspectos fundamentais no âmbito pessoal e cultural (PERRENOUD, 2001).

O processo de ensino-aprendizagem é lento e necessita também ser muito bem estruturado, do contrário pode apresentar falhas internas e externas que compreendem uma inabilidade específica, como leitura, escrita ou matemática, em crianças que apresentam resultados significativamente abaixo do esperado para seu grau de desenvolvimento, faixa etária, escolaridade e capacidade intelectual (BARBOSA, 2015).

Para Mercado (1999) a aprendizagem ganha novo significado, deixando de ser vista como simples aquisição e acumulação de conhecimentos, passando a ser concebida como um processo de apropriação individual que, embora utilize as informações, o faz de forma totalmente diferente, pois supõe que o próprio educando vá buscá-las, saiba selecioná-las de acordo com suas próprias necessidades de conhecimento.

Assim, a relação entre Neuroeducação e aprendizagem significativa pode ser expressa por meio da função social da escola, visto que a Neuroeducação é a porta para uma aprendizagem significativa de sucesso, em que a escola, em sua função social, alcança o objetivo de atingir o cérebro do aluno com novos conhecimentos que irão, de fato, fazer diferença na vida desses indivíduos como cidadãos do mundo.

Considerações finais

Este estudo mostrou o quão relevante é que as perspectivas de ensino possam ser centradas no aluno. Sendo assim, os professores podem proporcionar estratégias de ensino que ampliem e proporcionem motivação para que os alunos sintam vontade em aprender. Ao gerar essas situações, o docente passa a ser um facilitador da aprendizagem, sempre em busca de novos conhecimentos que irão contribuir para a aprendizagem de qualidade.

Aprender significativamente consiste em desenvolver e caracterizar experiências e conhecimentos já existentes. É importante evidenciar que os conteúdos abordados sejam de relevância para o estudante, pois é necessário que o mesmo demonstre interesse para estudar.

Os estudos sobre Neurociências são importantes meios para demonstrar a importância de conhecer as capacidades cerebrais dos seres humanos e suas possíveis situações que podem comprometer o aprendizado. Como foi apresentado no contexto do trabalho, a capacidade humana de aprender resulta de vários fatores.

De acordo com o panorama, é considerado que uma aprendizagem significativa depende de diversos elementos e comportamentos, e um aspecto bastante considerável é o desempenho do professor. Segundo as pesquisas, consegue-se perceber a importância das práticas pedagógicas desenvolvidas pelos educadores, estas por sua vez, fazem conexão do aluno com o conhecimento no processo de aprendizagem. Ensinar não é apenas transmitir o conhecimento é envolver completamente os aprendizes em sua formação tornando-os sujeitos pensantes e críticos capazes de obterem uma aprendizagem significativa.

Embasado nas pesquisas e no desenvolvimento deste artigo, percebe-se que para ocorrer uma aprendizagem significativa se faz necessário o entendimento de como se dá o processo de

aprendizagem no cérebro. Assim, as estratégias de ensino que possuem maiores chances na aquisição do aprendizado, são geralmente as que consideram a maneira como o cérebro aprende.

Dessa forma, as temáticas abordadas nesse trabalho não esgotam as possibilidades de pesquisa no aspecto da Neuroeducação, sendo necessário maior investimento e interesse das universidades e instituições públicas e privadas no desenvolvimento de estudos para ampliar metodologias capazes de melhorar a atuação do docente no ensino, assim como facilitar a aprendizagem significativa para os estudantes, num processo dialógico e com a(e)fetividade nas relações humanas e escolares.

Desta maneira, é possível repensar metodologias que possam ser capazes de preencher as lacunas ou carências implicadas nos processos de aprendizagem. O aprender vai além das salas de aula, a escola não é a única responsável pelo conhecimento, a educação tem um conceito muito mais abrangente do que os conteúdos ministrados, significa um processo contínuo de aprendizagem emocional e cognitivo. É relevante para ensinar de forma significativa e a contribuição da Neuroeducação com explicações científicas a respeito da estrutura e funcionamento do cérebro, auxilia para que os docentes possam melhorar suas estratégias de forma a incorporar a Teoria da Aprendizagem Significativa em sala de aula.

Referências

ALMARIO, Alan; SOARES, Camila; PATROCÍNIO, Wanda Pereira; WAENY, Maria Fernanda Costa. Aprendizagem Significativa e Neuroeducação: Uma Discussão Conceitual. **Revista da Universidade Ibirapuera**, [s.l.], n. 14, [s.v.], p. 51-54, Jul/Dez 2017.

ALMEIDA, Leandro S. Facilitar a aprendizagem: ajudar os alunos a aprender e a pensar. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 155-165, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pee/v6n2/v6n2a06.pdf>. Acesso em: 28 out. 2020.

AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBOSA, Ierecê. **Tempo de Aprender**: uma abordagem psicopedagógica sobre as dificuldades e transtornos da aprendizagem/ Ierecê Barbosa. 11.ed. Manaus: UEA EDIÇÕES/BK Editora, 2015.

BARTELLE, Liane Broilo; NETO, Gilberto Broilo. A NEUROCIÊNCIA E A EDUCAÇÃO POR MEIO DAS TECNOLOGIAS. **Póiesis Pedagógica**, v. 17, n. 1, p. 84-96, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/poiesis/article/view/58757>. Acesso em: 18 de dez. 2021.

BIASOTTO, L. C.; FIM, C. F.; KRIPKA, R. M. L.; A teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel: uma alternativa didática para a educação matemática. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 10, p. 83187-83201, oct/2020. Disponível em: <file:///C:/Users/Positivo/Downloads/19068-48998-1-PB.pdf> Acesso em: 10 nov. 2021. DOI: 10.34117/bjdv6n10-668.

BECKER, Fernando. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. Porto Alegre. **Educação & Realidade**, vol. 19, p. 89-96, 1994.

BORTOLI, Bruno de; TERUYA, Teresa Kazuko. Neurociência e Educação: os percalços e possibilidades de um caminho em construção. **Imagens da Educação**, Maringá, v. 7, n. 1, p. 70-77, 2017. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/download/32171/pdf>. Acesso em: 03 de mar. 2019.

BRANDÃO, Amanda dos Santos; CALIATTO, Susana Gakyia. Contribuições da neuroeducação para a prática pedagógica. **Revista Exitus**, Santarém/PA, v. 9, n. 3, p. 521 - 547, jul./set. 2019. Disponível em: <http://ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/926/484>. Acesso em: 29 out. 2021.

BRIGHENTI, Josiane; BIAVATTI, Vania Tanira; SOUZA, Taciana Rodrigues de. Metodologias de ensino-aprendizagem: uma abordagem sob a percepção dos alunos. **Revista GUAL**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 281-304, set. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/viewFile/1983-4535.2015v8n3p281/30483>. Acesso em: 21 abr. 2021.

CONCEIÇÃO, Herson; AMORIM, Antonio. A Neurociência e a aprendizagem significativa atuando na formação do educador da Educação de Jovens e Adultos. **Journal of Social Sciences, Humanities and Research in Education**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://lestu.org/journals/index.php/josshe/article/view/96>. Acesso em: 2 nov. 2021.

CURY, Vera Cristina Sgambato. **Relações entre neurociência e ensino e aprendizagem das artes plásticas**. 2007. 236p. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27131/tde-23072009-204411/publico/5062962.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2020.

DAMIANI, Magda Floriana; NEVES, Rita de Araújo. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNIREVISTA**, vol. 1, n.2, 2006.

DARSIE, Marta Maria Pontin. Perspectivas epistemológicas e suas implicações no processo de ensino e de aprendizagem. Cuiabá, **Uniciências**, vol. 3, p. 9-21, 1999.

DÍAZ, Félix. **O processo de aprendizagem e seus transtornos**. Salvador: EDUFBA, 2011. 396 p. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/5190/1/O%20processo%20de%20aprendizagem-repositorio2.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

FERREIRA, Victor Silva; NAXARA, Kelly. IMPLICAÇÕES DA NEUROCIÊNCIA NA EDUCAÇÃO. **Revista de Pós-graduação Multidisciplinar**, v. 1, n. 1, p. 241-250, 2017. Disponível em: <http://fics.edu.br/index.php/rpgm/article/view/490>. Acesso em: 21 dez. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIUSTA, Agneta da Silva. Concepções de aprendizagem e práticas pedagógicas. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 1, v. 29, p. 17-36, mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/edur/v29n1/a03v29n1.pdf>. Acesso em: 02 set. 2021.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; *et al.* Uma reflexão sobre a neurociência e os padrões de aprendizagem: a importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**, Maceió, v. 6, n. 12, p. 93-111, jul. /dez. 2014.

JÚNIOR, Clorijava de Oliveira Santiago. **Fundamentos da Neuroeducação**. 2016. Disponível em: http://files.ensinodeciencia.webnode.com.br/200001259-1eb331fabe/8%202016_09_09_Clorijalva%20Neuroeduca%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.

KLAUSEN, Luciana dos Santos. Aprendizagem significativa: um desafio. In: XII Congresso Nacional de Educação, 12, 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EDUCERE, 2017, p. 6403-6411. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25702_12706.pdf. Acesso em: 08 nov. 2021.

KLEINKE, Rita de Cássia Marques. **Aprendizagem significativa: a pedagogia por projetos no processo de alfabetização**. 2003. 129p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84933/192826.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2020.

MAIA, Heber; *et al.* **Neuroeducação: a relação entre saúde e educação**. Rio de Janeiro, Wak editora, 2011.

MARCONDES, Danilo. **Iniciação à História da Filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

MARCHESIN, Vanessa Clarizia. Neurociência aplicada à educação. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 116, jan-fev. 2016. Disponível em: https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/neurociencia_aplicada_a_educacao_0.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

MELLO, Suely Amaral. A escola de Vygotsky. IN: CARRARA, Kester (org.). **Introdução à psicologia da educação: seis abordagens**. São Paulo: Avercamp, 2004.

MERCADO, Luiz Paulo L. **Formação continuada de professores e novas tecnologias**. Maceió: EDUFAL, 1999.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/alfinal.pdf>PAPERT>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

MOREIRA, Antônio Marcos. **Teorias da aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo: Moraes, 1995.

NAVES-BARCELOS, Mônica et al. Papel da Complementaridade entre Perspectivas de Aprendizagem Metacognitiva, Autorregulada e Significativa à Luz da Teoria de Ausubel. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review** – V10(1), pp. 01-11, 2020. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID161/v10_n1_a2020.pdf. Acesso em: 9 nov. 2021.

NUNES, Ana Ignez Belém Lima Nunes; SILVEIRA, Rosemary do Nascimento. **Psicologia da Aprendizagem**. 3ª ed. Ceará: EdUECE, 2013. 121p. Disponível em: www.uece.br/computacaoead/index.php/downloads/doc_download. Acesso em: 29 out. 2021.

OLIVEIRA, Cristina Schuch de. **Jogos no ensino das ciências e a neuroeducação na educação básica**. 2015. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/134024/000979599.pdf?sequence=1>. Acesso em: 29 out. 2020.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. Neurociências e os processos educativos: Um saber necessário na formação dos professores. **Educação Unisinos**, v. 18, n. 1, p. 13–24, 2015. Jan./abr.

OLIVEIRA, Josiani Julião Alves de.; SILVA, Paula Ravagnani.; RIBEIRO, Priscila Maitara Avelino. Ensino superior, formação docente e as contribuições da neurociência para a educação. **Revista CAMINE: Caminhos da Educação**, Franca, v. 9, n. 1, p. 106-125, 2017.

OLIVEIRA, Maria Ameliane de Figueiredo; SOUZA, José Mário de. **O processo de ensino-aprendizagem: uma relação entre e a interação do professor-aluno**. In: V Congresso Nacional de Educação, 5, 2018, Olinda. Anais do V Congresso Nacional de Educação... Olinda: Realize, 5, 2018, p. 1-7. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV117_MD1_SA1_ID8576_10092018210714.pdf. Acesso em: 21 nov. 2020.

PELIZZARI, Adriana. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

PEREIRA, Débora da Silva de Castro. O ato de aprender e o sujeito que aprende. **Construção Psicopedagógica**, São Paulo, 2010, v. 18, n.16, p. 112-128. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/cp/v18n16/v18n16a10.pdf>. Acesso em: 23 set. 2020.

PERRENOUD, P. **A pedagogia na escola das diferenças**: Fragmentos de uma sociologia do fracasso. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PORTABILIS. **Práticas pedagógicas**: 11 exemplos para sala de aula. 2019. Disponível em: <https://blog.portabilis.com.br/praticas-pedagogicas-11-exemplos-para-sala-de-aula/>. Acesso em: 17 nov. 2020.

PRADO, Ramon Teodoro; GAMA, Aline Costalonga. **Utilização de Mapas Conceituais na Disciplina de Biofísica**: uma proposta com foco na aprendizagem significativa. Comitê Organizador, 2016. p. 174. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Prado/publication/316630561_Utilizacao_de_mapas_conceituais_na_disciplina_de_biofisica_uma_proposta_com_foco_na_aprendizagem_significativa/links/5908b0140f7e9b1d0810883b/utilizacao-de-mapas-conceituais-na-disciplina-de-biofisica-uma-proposta-com-foco-na-aprendizagem-significativa.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.

RELVAS, Marta Pires. **Neurociência e transtornos de aprendizagem**: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva. 5. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2011.

ROGERS, Carl R. **Tornar-se pessoa**. 5. Ed São Paulo: Martins, 2001.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. Construindo a excelência em gestão escolar: curso de aperfeiçoamento: Módulo VIII – **O impacto da neurociência na sala de aula** / Secretaria de Educação. – Recife: Secretaria de Educação do Estado, 2012. P.(15-16).

SILVA, Neide Pereira da; PEDREIRA, Helécia Paiva Silva; FIEL, Ana Maria Rodrigues Brito; CIRQUEIRA, Anderson Pereira. Práticas docentes e aprendizagem significativa. In: XI Congresso Nacional de Educação, 11, 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EDUCERE, 2013, p. 17521-17528. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/13962_6787.pdf. Acesso em: 08 nov. 2021.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. In: IV Congresso de Ensino Superior a Distância, 4, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: UTFPR, 2006, 17p. disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/pde/pde/pdf/tavares.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2020.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, [s.l.], v. 12, [s.n], p. 72-85, 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

TIRONI, C. R.; SCHMIT, E.; SCHUHMACHER, V. R. N.; SCHUHMACHER, E.; A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências Águas de Lindóia**, SP - 10 a 14 de Novembro de 2013. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0986-1.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey Noel. **The scientifically substantiated art of teaching: A study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science)**. 2008. Tese de Doutorado. Capella University.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese objetivou investigar o conhecimento sobre Neurociências aplicada à Educação (Neuroeducação) dos professores da rede pública estadual do ensino fundamental de uma cidade do sul de Santa Catarina.

As pesquisas em Neurociências aplicadas à Educação têm por finalidade o desenvolvimento de novos conhecimentos ou comportamentos que ajudam no processo de ensino e aprendizagem. Sabe-se que o cérebro é o órgão da aprendizagem, pois as sinapses neuronais promovem uma reorganização constante no sistema neurológico e a aprendizagem tem interferência direta nesse processo. Neste contexto, espera-se que conhecendo de que forma se aprende e como se constrói as teias de relações entre os conhecimentos, o professor pode criar estratégias que auxiliem otimizar o desenvolvimento de potencialidades de aprender do aluno.

Este estudo apontou que conciliar os aportes teóricos advindos da Neurociências com as propostas pedagógicas pode ser uma das possibilidades para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, ressaltando que não se trata de propor uma Pedagogia nova, mas de fazer uso de conhecimentos científicos que podem auxiliar na compreensão de como o cérebro aprende, reforçando a ideia de que quando não se pode aprender da maneira como nos ensinam, podemos tentar ensinar da maneira que se pode aprender.

Os capítulos apresentados neste estudo ressaltam a importância do diálogo entre as Neurociências e a Educação. A falta dos saberes sobre o funcionamento básico cerebral pelos educadores bem como sua utilização de seus vastos recursos na Educação fazem com que seja fundamental a inclusão deste tema interdisciplinar na formação científica do professor.

Os capítulos dialogam entre si, concluindo-se a necessidade de formações docente e mais divulgação na comunidade escolar sobre as Neurociências aplicada à Educação, a fim de disseminar o assunto entre os professores, visando auxiliar no desenvolvimento de estratégias que auxiliam o aluno em sua aprendizagem e com embasamento científico, sobretudo respeitando a forma como o cérebro funciona.

No primeiro capítulo, pesquisaram-se aspectos das Neurociências relacionados à Educação que possam subsidiar e contribuir para a formação dos professores, analisando a produção científica a partir dos aportes teóricos de autores do campo da Neurociência e da Educação.

As pesquisas em Neurociências aplicadas à Educação têm por finalidade o desenvolvimento de novos conhecimentos ou comportamentos que ajudam no processo de ensino e aprendizagem. Sabemos que o cérebro é o órgão da aprendizagem, pois as sinapses neuronais promovem uma reorganização constante no sistema neurológico e a aprendizagem tem interferência direta nesse processo. Neste contexto, espera-se que conhecendo de que forma se aprende e como se constrói as teias de relações entre os conhecimentos, o professor pode criar estratégias que auxiliem otimizar o desenvolvimento de potencialidades de aprender do aluno.

Este estudo apontou que conciliar os aportes teóricos advindos da Neurociências com as propostas pedagógicas pode ser uma das possibilidades para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, ressaltando que não se trata de propor uma Pedagogia nova, mas de fazer uso de conhecimentos científicos que podem auxiliar na compreensão de como o cérebro aprende, reforçando a ideia de que quando não se pode aprender da maneira como nos ensinam, podemos tentar ensinar da maneira que se pode aprender.

No segundo capítulo, teve como objetivo apontar as contribuições da Neurociência para a Educação, especificamente quanto à compreensão do processo de aprendizagem. Nesse sentido, partindo do pressuposto de que aprender é promover a aquisição de novos conhecimentos, modificabilidade cognitiva e comportamental e de que todo esse processo resulta do funcionamento cerebral, compreender as bases neurobiológicas da aprendizagem torna-se fundamental na formação do professor no século XXI.

Os padrões de aprendizagem estão relacionados diretamente com o sistema nervoso, que é uma rede complexa responsável por controlar e coordenar todos os sistemas do organismo e, recebendo estímulos do ambiente é capaz de interpretá-los e desencadear respostas adequadas a eles (CONSTANZO, 2010). Portanto uma educação eficiente precisa passar pelo diálogo entre a neurociência e a pedagogia.

Por isso, o conhecimento de como o sistema nervoso funciona e suas repercussões no ambiente facilitam a interação entre professor e aluno. Por este motivo é fundamental levar em consideração as contribuições da neurociência durante o processo de ensino e aprendizagem, seja em classes comuns da Educação Básica, como também para os alunos com algum tipo de

deficiência, principalmente considerando os dados estatísticos do número de pessoas com deficiência em ambientes escolares e o aumento de suas matrículas.

Os estudos atuais sobre a mente, o cérebro e os processos neurais envolvidos no pensamento e na aprendizagem têm possibilitado a emergência de explicações de uma melhor compreensão da ciência da educação. As investigações multidisciplinares e interdisciplinares com a contribuição científica estão abrindo o caminho que pode levar à pesquisa educacional para a prática em sala de aula (OLIVEIRA, 2015).

É possível afirmar, portanto, que o professor deverá estar apto a reconhecer as manifestações e necessidades físicas, cognitivas, emocionais e afetivas dos alunos nas relações individuais e coletivas. Além de respeitar as diferenças naturais dos alunos, que refletem em diversas maneiras de aprender, exigindo metodologias de ensino diferenciadas para cada ser humano, tendo a escola tem o desafio de reconhecer e aproveitar o potencial de inteligência de seus alunos e assim obter sucesso no processo de ensino e aprendizagem.

Com base no exposto, a Neurociência poderá ser um grande potencial para nortear as práticas educativas, não só para pessoas com deficiência, mas também para os alunos em geral.

Para Markova (2000), cada um aprende no próprio ritmo, à sua maneira. Dentro de uma semente, já existe uma árvore; as possibilidades da nossa vida já existem dentro de nós, esperando uma quantidade suficiente de calor e luz para desabrochar.

Existem ainda alguns empasses no que concerne a uma boa interlocução entre os campos que integram a neuroeducação, ou seja, as neurociências e a Educação, e um dos problemas que impedem a comunicação das distintas áreas é a linguagem utilizada por ambas Seixas (2014) afirma, “enquanto que a teoria e os dados da Educação se referem à esfera comportamental, os dados e a teoria das neurociências assumem diferentes características, condicionadas pela própria natureza do sistema nervoso (elétrica, química, espacial, temporal, etc.)”.

A influência da Neurociência na prática educacional irá fortalecer estratégias já utilizadas em sala de aula, além de sugerir novas formas de ensinar. O conhecimento sobre o neurodesenvolvimento e as funções executivas pode auxiliar com subsídios práticos e teóricos não só para as inclusões presentes na escola, mas no ensino e aprendizagem de todos os alunos.

Por fim, tem se visto cada vez mais a necessidade de renovação das práticas pedagógicas, pois a cada vez mais há pesquisas revelando a dificuldade de aprendizagem dos alunos. Educadores que frequentemente têm resultados negativos em relação as suas práticas em sala, o que se constata imprescindível conhecer o funcionamento cerebral normal, para que assim seja possível entender o que está acontecendo com o cérebro lesado, assim como,

aperfeiçoar as técnicas para com o cérebro saudável, observando as formas e o momento mais pertinente de estimulação.

O terceiro capítulo objetivou verificar se os professores têm conhecimento da neurociência na educação e se utilizam em sua prática docente. Também, apresenta uma reflexão sobre a formação inicial docente no tocante à Neurociências e Educação, o que a pesquisa mostrou que estes profissionais possuem formação acadêmica compatível com o seu nível de atuação, no entanto, ao serem abordados sobre o conhecimento sobre neurociências 74,2% afirmaram que não tiveram nenhuma disciplina relacionada a neurociência o que prova que este campo de conhecimento ainda não faz parte da formação inicial na instituições formadoras da região de abrangência da pesquisa.

Outro aspecto evidenciado pela pesquisa junto aos professores foi o alto índice de respostas afirmativas no questionamento sobre a existência de uma relação entre Neurociências e educação, o que indica, de certa forma, uma contradição, pois a maioria destes professores afirmou não ter tido nenhum contato com a neurociência durante sua formação inicial. Supõe-se que os educadores podem ter acessado esses conhecimentos através de leituras, cursos de extensão ou mesmo através de trocas pedagógicas entre colegas.

Constatou-se, por meio da interpretação dos dados obtidos, que a presença da Neurociências em curso de formação inicial de professores é bastante tímida e insuficiente para que os professores possam utilizá-la de maneira eficiente como uma ferramenta que os auxilie no processo de ensinar e aprender.

O quarto capítulo buscou identificar se os conhecimentos da Neurociências e Educação fazem parte dos conteúdos de estudo da formação continuada dos professores da rede pública do ensino fundamental de cidade do sul de Santa Catarina- SC.

Os fundamentos teóricos recomendam que os progressos obtidos em pesquisas neurocientíficas podem fornecer ao docente um panorama diferente sobre os processos cognitivos relacionados ao desenvolvimento cerebral e à aprendizagem, além de sugerir práticas e intervenções pedagógicas mais favoráveis a alcançarem sucesso no processo de ensino e aprendizagem por serem adequados com o funcionamento cerebral.

A aproximação entre as Neurociências e prática pedagógica dos docentes, fomentada por meio de uma formação continuada, pautada em conhecimentos sobre as Neurociências e Educação, mostra-se como um fator relevante para o aperfeiçoamento profissional, uma vez que pensar na formação continuada a partir de saberes advindos das Neurociências é promover para o docente o entendimento de como o desenvolvimento e aprendizagem ocorrem em termos

cerebrais e como as práticas pedagógicas podem auxiliar no desenvolvimento adequado na infância.

É muito importante, principalmente quando fala-se em Educação, a busca e atualização constante dos conhecimentos docentes, bem como das metodologias ora aplicadas, que venham a conferir novas competências aos educandos norteando o desenvolvimento individual e social do próprio professor.

É constante a busca por novas estratégias que favoreçam a evolução do conhecimento e a participação integralizada do educador para com o aluno. Sem falar do importante papel do educador, que apropriado dos conhecimentos científicos, desenvolvidos pelas Neurociências, em sua formação cognitiva, compreende melhor as funcionalidades do cérebro e as concepções de como ele recebe, decodifica e armazena o conhecimento.

A análise dos dados quantitativos coletados por meio dos questionários de pré e pós-testes, mostra que os conteúdos abordados nos encontros de formação continuada trouxeram esclarecimentos sobre a temática proposta, visto que diversas questões que anteriormente à formação não faziam parte dos saberes das docentes participantes ou eram compreendidas de forma distorcida ou errônea, passaram a constituir um entendimento mais acurado sobre as relações entre funcionamento, desenvolvimento cerebral, meio, estímulos, emoções, memórias e aprendizagem. Assim, entende-se que o objetivo da pesquisa que foi o de verificar os conhecimentos dos docentes sobre Neurociências antes e depois de um curso de formação continuada foi alcançado.

O quinto capítulo tem como objetivo comentar metodologias de aprendizagem a partir da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, focadas nos princípios da Neuroeducação sugere a utilização de metodologias de aprendizagem que considerem o funcionamento cerebral, como a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Defende-se que é necessário o avanço no debate da formação e atuação docente com base no reconhecimento das bases neurocientíficas do aprendizado, e das facetas que compõem o cérebro e suas conexões, e como esses elementos favorecem não só a elaboração de estratégias que maximizem a aprendizagem, mas acima de tudo posicionem os docentes como agentes centrais no processo de mediação, ação esta que deve ser contemplada com base na compreensão das particularidades e potencialidades desses alunos, à luz dos avanços teóricos, científicos e procedimentais sob os preceitos da Neurociências.

Neste sentido, sugere-se que a Neurociências seja trabalhada em cursos de formação continuada, oportunizando aos docentes conhecer os pressupostos teóricos metodológicos que

podem ser aplicados no cotidiano escolar a partir da apropriação de conhecimentos advindos da Neurociências.

Assim, reconhece-se a formação continuada como imprescindível para a melhoria da Educação. A intervenção de políticas públicas na sua promoção ou, ao menos, na facilitação de sua execução, é vital para a mudança do cenário educacional. Há ainda a premência de se conflagar a motivação docente, pois a elaboração e prática de ações inclusivas resultam no aumento de suas atribuições, tornando a valorização do professor essencial na implantação da escola inclusiva.

O caminho bidirecional entre sala de aula e a Neurociências pode ser longo, mas pressupondo-se os possíveis benefícios, é, certamente, um investimento que valerá a pena.

Como reflexão de encerramento, esta tese é uma espécie de um painel sobre o que há de significativo em Neurociências e que se vincula às teorias pedagógicas e que deve ser oferecido não apenas para os alunos durante a formação acadêmica, mas também ser estendido aos profissionais em atuação, pois pode contribuir para a formulação de diretrizes pedagógicas que busquem otimizar a adoção de condutas de ensino e de aprendizagem. Almeja-se que a pesquisa reafirme o papel significativo que a Neurociências aplicada à Educação pode trazer nos processos de ensinar e aprender.

REFERÊNCIAS

ACAMPORA, Bianca. Neuropsicopedagogia: A interlocução entre Neurociência e aprendizagem. In: PEDRO, Waldir (Org.). **Guia Prático de Neuroeducação**. Neuropsicopedagogia, Neuropsicologia e Neurociência. 2 Ed. Rio de Janeiro, Wak editora, 2018.

ALVARENGA, S. P. **Contribuição da neurociência no processo de ensino-aprendizagem em alunos com paralisia cerebral**. 2012. 39 f. Monografia de conclusão de curso (Especialização)– Faculdade Integrada, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2012.

ARANHA, G.; SHOLL-FRANCO, A. (Orgs). **Caminhos da neuroeducação**. 2 Ed. Rio de Janeiro (RJ): Ciências e Cognição, 2012.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

BARBOSA, Ierecê. **Tempo de Aprender: uma abordagem psicopedagógica sobre as dificuldades e transtornos da aprendizagem/ Ierecê Barbosa**. 11.ed. Manaus: UEA EDIÇÕES/BK Editora, 2015.

BARTOSZECK, Amauri Betini. **Neurociência em benefício da Educação**. Diferentes olhares que se complementam, [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <http://neuropsicopedagogianasaladeaula.blogspot.com.br/2013_07_01_archive.html>. Acesso em: 20 de jan. 2020.

BATISTA, Érika da Costa. **Neuroeducação e ensino das Ciências: contribuições cognitivas para o ensino fundamental I**. 2018. Disponível em: <<http://177.66.14.82/handle/riueca/2225>>. Acesso em: 20 de jan. 2020.

BEAUCHAMP, Jeanete; PAGEL, Sandra Denise; NASCIMENTO, Aricélia Ribeiro do. **Ensino fundamental de nove anos: orientações para a inclusão da criança de seis anos de idade**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/ensfun9arel2006.pdf>>. Acesso em: dez. de 2019.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. **Lei nº 11.274/2006**, de 06 de fevereiro de 2006. Altera a redação dos arts. 29, 30, 32 e 87 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a duração de 9 (nove) anos para o ensino fundamental, com matrícula obrigatória a partir dos 6 (seis) anos de idade. 2006a. Disponível em: <www.mec.gov.br>. Acesso em: dezembro de 2019.

BRASIL, Ministério da Educação. **LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: dezembro de 2019.

CHEDID, Kátia A. Kühn. Psicopedagogia, Educação e Neurociências. **Revista Psicopedagogia**, v. 24, n. 75, p. 298-300, 2007. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862007000300009>. Acesso em: 20 de jun. 2020.

CRESPI, Livia *et al.* Neurociências na formação continuada de docentes da pré-escola: lacunas e diálogos. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 7, n. 17, p. 62-81, 2020. Disponível em: <<http://www.periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/issue/archive.pdf>>. Acesso em: 24 de jul. 2020.

DA FONSECA, João José Saraiva. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. João José Saraiva da Fonseca, 2002.

FILIPIN, Geórgia *et al.* POPULARIZANDO A NEUROCIÊNCIA EM ESCOLAS PÚBLICAS ATRAVÉS DA EXIBIÇÃO DE FILMES SEGUIDA POR RODAS DE CONVERSA. **CATAVENTOS-Revista de Extensão da Universidade de Cruz Alta**, v. 8, n. 1, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaeletronicaocs.unicruz.edu.br/index.php/Cataventos/article/view/3012>>. Acesso em: 30 de jul. 2020.

FILIPIN, Geórgia *et al.* Neuroblitz: uma proposta de divulgação da neurociência na escola. **Revista Ciência em Extensão**, v. 10, n. 3, p. 69-76, 2014.

GERHARDT, Tatiana Engel *et al.* **Métodos de pesquisa**, p. 65-87, 2009. Disponível em: https://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09521520042012Pratica_de_Pesquisa_I_Aula_4.pdf. Acesso em: 24 de jul. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOUVEIA, Thaís Cecília Marchetti Pereira; PARRA, Cláudia Regina. **Neurociência e Didática**, 2016. Disponível em: <<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0983.pdf>>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; BORJA, Shirley Doveslei Bernardes. A Neurociência e a Educação e Distância: um Diálogo Necessário. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 9, n. 19, p. 87-102, 2016. Disponível em: <https://gestaoeducacaoespecial.ufes.br/sites/gestaoeducacaoespecial.ufes.br/files/field/anexo/neurociencia_e_ambiente_virtuis.pdf>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; LOPES, Aline Moraes; COUTO, Pablo Alves. A neurociência na formação de professores: um estudo da realidade brasileira. **Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade**, v. 23, n. 41, 2014. Disponível em: <<https://www.academia.edu/download/41678345/821-1913-1-SM.pdf>>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

GUERRA, Leonor Bezerra. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011. Disponível em: <http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_civel/aa_ppdeficiencia/aa_ppd_educacaoinclu>

[siva/Artigo%20Leonor%20Guerra%20Neurociencia%20e%20educa%C3%A7%C3%A3o.pdf](#)
>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

JÚNIOR, Santiago. **Neuroeducação e práticas pedagógicas dos professores de escolas públicas das séries finais do ensino fundamental em ensino de Ciências**. 2016. Disponível em: < <http://177.66.14.82/handle/riuea/3071> >. Acesso em: 18 out. 2019.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. Atheneu, 2010.

LISBOA, Felipe S. **O cérebro vai à escola**. Aproximações entre Neurociências e Educação no Brasil. Jundiaí – SP, Paco Editorial, 2015.

MAIA, Heber *et al.* **Neuroeducação e ações pedagógicas**. Rio de Janeiro, Wak Editora, 2014.

MAIA, Heber *et al.* **Neuroeducação: a relação entre saúde e educação**. Rio de Janeiro, Wak Editora, 2011.

MERCADO, Luiz Paulo L. **Formação continuada de professores e novas tecnologias**. Maceió: EDUFAL, 1999.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 621-626, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2012.v17n3/621-626/pt/.pdf>. Acesso em: 6 de agosto 2020.

OLIVEIRA, Gilberto Gonçalves de. **A pedagogia da Neurociência: ensinando o cérebro e a mente**. Curitiba: Appris, 2015.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico. In: **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico**. 1993. p. 111-111. Disponível em: < <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-156237> >. Acesso em: 2 nov. 2019.

PENNINGTON, Bruce F.; SNYDER, Kelly A.; ROBERTS, Ralph J. Developmental cognitive neuroscience: Origins, issues, and prospects. **Developmental Review**, v. 27, n. 3, p. 428-441, 2007. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273229707000275> >. Acesso em: 2 nov. 2019.

PERRENOUD, P. **A pedagogia na escola das diferenças**. Fragmentos de uma sociologia do fracasso. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PORTELA, Priscila. **Os ritmos biológicos e as atividades complementares de contraturno de estudantes de escolas públicas de ensino fundamental do município de**

Farroupilha/RS. 2020. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS), Porto Alegre, 2020. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/214557>>. Acesso em: 2 jan. 2021.

PORTO, Olivia, **Bases da Psicopedagogia, diagnóstico e intervenção nos problemas de aprendizagem**, Rio de Janeiro: Wak Editora, 2007.

RACHID, I. **Construindo a excelência em gestão escolar: curso de aperfeiçoamento: Módulo VIII–O impacto da neurociência na sala de aula/Secretaria de Educação**. Recife: Secretaria da Educação do Estado, 2012.

RELVAS, Marta Pires. **Que cérebro é esse que chegou à escola**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2020.

RELVAS, Marta Pires. **A Neurobiologia da Aprendizagem para uma escola humanizadora: observar, investigar e escutar**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2017.

RELVAS, Marta Pires. **Neurociência na prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

RELVAS, Marta Pires. **Neurociência e educação**. Potencialidade dos gêneros humanos na sala de aula. Rio de Janeiro: Wark, 2010.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. **The scientifically substantiated art of teaching: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science)**. 2008. Disponível em: <<http://www.educacionparatodos.com/pdf/Dissertation.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey. Why Mind, Brain, and Education Science is the "New" Brain-Based Education. **New Horizons for Learning**, v. 9, n. 1, 2011.

TANAKA, Samara *et al.* **Gamification, Inc.:** como reinventar empresas a partir de jogos. 2013.

VYGOTSKY, Lev Semenovich *et al.* **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*, v. 10, p. 103-117, 1988.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE
ASSOCIAÇÃO ENTRE UFRGS/UFSM/FURG

Termo de Consentimento de Uso de Dados

1. Identificação da pesquisa

Título da pesquisa: “Neuroeducação: um diálogo entre a neurociência e a sala de aula”.

Pesquisadora: Prof. Me. Cláudio Sérgio da Costa

Professora Orientadora: Prof. Dr^a Márcia Finimundi Nóbile

Participante você está sendo convidado (a) como voluntário (a) para a presente pesquisa. Sua participação é muito importante, pois irá colaborar para coleta de dados sobre o conhecimento que os docentes do Ensino Fundamental possuem sobre o da neurociência na educação e se utilizam na sua prática docente. Os dados colhidos serão analisados e poderão ser utilizados em publicações futuras nas áreas da Educação e Neurociências. A coleta de dados se dará através da aplicação de um questionário misto aos docentes participantes.

2. Declaração da pesquisadora

A pesquisadora declara que,

- a) Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo;
- b) Os dados obtidos na pesquisa serão usados exclusivamente para a finalidade prevista no protocolo;
- c) Os dados obtidos na pesquisa somente serão utilizados para o projeto vinculado.
- d) Devido à impossibilidade de obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de todos os sujeitos, assinaremos esse Termo de Consentimento de Uso de Banco de Dados, para a salvaguarda de seus direitos.

3. Declaração dos participantes

Nós, participantes da referida pesquisa, declaramos que concordamos em participar desse estudo. O termo de consentimento livre e esclarecido foi lido e esclarecido para o grupo.

Nome completo (sem abreviação)
1)
2)
3)
4)
5)
6)
7)
8)
9)
10)
11)
12)
13)
14)
15)
16)
17)
18)
19)
20)

Orleans, 22 de Novembro de 2019.

Pesquisadora: Prof.Me.Claudio Sérgio da Costa

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Finimundi Nóbile

ANEXO A

Este questionário é um instrumento de coleta de informações que serão utilizadas como base de dados para a tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), tendo como objetivo traçar o perfil dos docentes da Ensino Fundamental (EF) de cidade do sul de Santa Catarina-SC, além de identificar se os professores têm conhecimento da neurociência e se utilizam na sua prática docente. Sua participação é muito importante e poderá contribuir para o debate sobre a formação inicial e continuada dos docentes da EF. Ao participar desta pesquisa, você autoriza o uso dos dados coletados, salvaguardando sua identidade.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

1- Idade: _____ **Gênero:** () Masculino () Feminino

2- Nível de escolaridade: () Médio () Magistério/Normal () Superior
Qual? _____

3- Possui Pós-Graduação: Especialização? () Não () Sim
Qual? _____

Possui Pós-Graduação: Mestrado ou Doutorado na área de Educação?
() Não () Sim - Qual? _____

4- Há quanto tempo você leciona no Ensino Fundamental?
() Menos de 1 ano () Entre 1 – 5 anos () Mais de 5 anos

Em qual etapa do Ensino Fundamental você atua:
() Fundamental I () Fundamental II

Qual é a sua carga horária semanal de trabalho no Ensino Fundamental?

10 horas semanais Entre 10 e 20 horas semanais Entre 20 e 40 horas semanais 20 horas semanais 40 horas semanais **Durante sua formação inicial você teve alguma disciplina específica relacionada às Neurociências?**
 Sim Não

Em sua opinião, existe alguma relação entre neurociência e educação?
 Sim Não.

Em relação aos cursos de formação continuada:

Frequentou apenas os cursos de formação continuada oferecidos pela Coordenadoria Regional de Educação (CRE).
 Além dos cursos de formação oferecidos pela CRE, também frequentou outros cursos de seu interesse ofertados por outras instituições.

Você teve acesso aos conhecimentos relacionados às Neurociências em alguma formação continuada?
 Sim Não

Você tem interesse em participar de uma formação continuada abordando temas de Neurociências?
 Sim Não

INSTRUÇÕES

Nas questões abaixo você deverá marcar com um **X** a alternativa que considerar correta.

Se não souber a resposta para a questão, marque com um **X** a alternativa “NÃO SEI” (NS).

	SIM	NÃO	NS
O cérebro é órgão central de processamento de informações e da aprendizagem.			
Usamos o cérebro 24 horas por dia, mesmo durante o sono.			
Usamos somente 10% da capacidade do nosso cérebro.			
O cérebro humano, desde o nascimento, está marcado pelo domínio de emoções básicas inatas, como a alegria, a tristeza e o medo.			
O domínio das emoções ocorre naturalmente e não precisa mediação de um adulto para que isso ocorra.			
O neurodesenvolvimento é um processo dinâmico que se relaciona ao crescimento e desenvolvimento do sistema nervoso central e do cérebro.			
O cérebro divide-se em regiões onde cada área tem uma função predominante, mas interconectada com outras áreas.			
Quando uma região do cérebro for danificada, outras regiões podem realizar suas funções.			
O sono é essencial para o desenvolvimento cerebral e para a consolidação de memórias.			
A nutrição adequada é essencial para o desenvolvimento cerebral e para a aprendizagem.			
O cérebro infantil requer determinados nutrientes como glicose, água, sal, para cumprir funções essenciais como a transmissão de impulsos nervosos.			
Déficits cognitivos não podem ser superados através da prática pedagógica.			
Períodos críticos são períodos específicos no desenvolvimento que se podem adquirir habilidades, capacidades ou comportamentos.			
Existem períodos críticos para aprendizados que se encerram após a Primeira Infância.			
A aprendizagem ocorre através do fortalecimento de conexões neurais no cérebro.			
A aprendizagem se deve ao aumento de neurônios no cérebro.			
A plasticidade cerebral é uma constante na vida humana, embora seja menor na Primeira Infância.			
O desenvolvimento cerebral envolve o nascimento e a morte de células nervosas.			
Estímulos sensoriais podem auxiliar no amadurecimento e na funcionalidade cerebral somente durante a Primeira Infância.			
As experiências que as crianças vivenciam nos primeiros anos impactam não somente na estrutura biológica do cérebro, mas também a habilidade da criança para aprender.			

Habilidades desenvolvidas na Primeira Infância servem de base para aquisições de competências futuras mais complexas e especializadas.			
O afeto é fundamental na Primeira Infância para o amadurecimento neurobiológico e o desenvolvimento emocional, motor e cognitivo das crianças.			
As relações afetuosas entre a criança, pais e educadores facilitam sua adaptação ao seu entorno e promovem segurança emocional.			
Na Primeira Infância é que se formam as bases das diferentes dimensões do desenvolvimento humano (sensorial, motora, cognitiva, emocional, social e moral).			
Durante a Primeira Infância a ausência de estímulos, ou a ocorrência de estímulos negativos, podem deixar marcas duradouras.			
As capacidades adquiridas na Primeira Infância irão se afinando com a prática no processo de desenvolvimento natural e gradual do indivíduo, graças à organização estrutural e funcional do cérebro.			