



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL
FACULDADE DE MATEMÁTICA**

ELIAS ARAÚJO DA SILVA JÚNIOR

**NEUROCIÊNCIA E O ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

**CASTANHAL – PARÁ
2021**

ELIAS ARAÚJO DA SILVA JÚNIOR

**NEUROCIÊNCIA E O ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para a obtenção do grau de Licenciatura Plena em Matemática, pela Universidade Federal do Pará, *Campus* de Castanhal, sob a orientação do Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes.

**CASTANHAL – PARÁ
2021**

FOLHA DE APROVAÇÃO

ELIAS ARAÚJO DA SILVA JÚNIOR

NEUROCIÊNCIA E O ENSINO DA MATEMÁTICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Proposta de TCC apresentada à comissão examinadora do *campus* Universitário de Castanhal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Licenciado Pleno em Matemática.

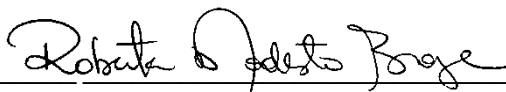
Conceito: EXCELENTE

Data da Defesa: 22/04/2021

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes – **Orientador**
UFPA – Campus de Castanhal



Prof^ª. Dra. Roberta Modesto Braga – **Membro**
UFPA – Campus de Castanhal



Prof. Dr. Charles da Rocha Silva – **Membro**
IFPA – Campus Belém

RESUMO

O presente trabalho busca tratar sobre neurociência aplicada ao campo da matemática, isso porque a educação deve ser priorizada e ter em si a aplicação de métodos pedagógicos e neuropsicopedagógicos, no sentido de beneficiar o aluno no seu processo de aprendizagem. O objetivo do presente trabalho é buscar analisar as principais teorias de ensino e aprendizagem, baseando-se na neurociência, no intuito de contribuir com um aprendizado cada vez mais aprofundado na linguagem matemática pelos discentes. Para atingir o objetivo geral em questão, tem-se como objetivos específicos: Conceituar neurociência e neurociência cognitiva; investigar a ligação entre a neurociência e o processo de aprendizagem de um indivíduo, principalmente na área da matemática; analisar as principais teorias da aprendizagem e dentre estas, destacar qual possui um maior vínculo com o ensino e a aprendizagem, baseados na neurociência. A escolha do presente tema justifica-se na importância do exercício das atividades cotidianas como conferir trocos e a conta bancária, auxiliar as crianças em suas tarefas escolares, bem como, dar sentido a dados estatísticos e entender notícias sobre saúde e economia, pois, a matemática faz parte do nosso dia a dia. Em geral, as pessoas tomam as suas decisões com base em informações numéricas, assim, saber interpretá-las, permite que o indivíduo faça melhores escolhas ao longo de sua vida. A metodologia de pesquisa será a de pesquisa bibliográfica pautada na análise documental e revisão literária. Conseguiu-se apresentar ao longo do trabalho aspectos evolutivos do cérebro humano, a neurociência e sua aplicação na cognição e o ensino da matemática no Brasil.

Palavras-chave: Neurociência. Neuropsicopedagogia. Matemática. Aprendizagem

ABSTRACT

This present works seeks to deal with neuroscience applied to the field of mathematics, because education must be prioritized and have in itself the application of pedagogical and neuropsychopedagogical methods, in order to benefit the student in their learning process. The objective of this work is to seek to analyze the main theories of teaching and learning, based on neuroscience, in order to contribute to an increasingly deeper learning in mathematical language by students. To achieve the general objective in question, the following specific objectives are: Conceptualize neuroscience and cognitive neuroscience; investigate the connection between neuroscience and an individual's learning process, mainly in the area of mathematics; analyze and comment about the main theories of learning and among these, highlight which has a greater link with teaching and learning, based on neuroscience. The choice of this theme is justified by the importance of carrying out daily activities such as checking change and the bank account, helping children with their schoolwork, as well as making sense of statistical data and understanding news about health and economics, because the Math is part of our daily lives. In general, people make their decisions based on numerical information, so knowing how to interpret them allows the individual to make better choices throughout his life. The research methodology will be bibliographic research based on document analysis and literary review. Throughout the work, it was possible to present evolutionary aspects of the human brain, neuroscience and its application in cognition and the teaching of mathematics in Brazil.

Keywords: Neuroscience. Neuropsychopedagogy. Math. Learning.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Justificativa.....	2
1.3. Metodologia.....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Aspectos Evolutivos do Cérebro Humano.....	5
2.2 Neurociência.....	6
2.3 Neurociência Cognitiva.....	9
2.4 Neurociência e Aprendizagem.....	11
2.5 Ensino da Matemática no Brasil.....	15
3 NEUROCIÊNCIA E A EVOLUÇÃO DO ENSINO DA MATEMÁTICA.....	17
3.1 Compreensão da fileira dos números	23
4. PRÁTICAS NEUROPEDAGÓGICAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA.....	25
4.1 Neuroplasticidade e o aprendizado.....	27
4.1.1 Alunos com dislexia e o aprendizado matemático.....	30
4.2 Práticas Pedagógicas Inclusivas.....	31
4.3 Da Neuroplasticidade Cerebral e o aluno com dislexia.....	34
5. TEORIAS DA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA.....	35
5.1 Teoria Comportamentalista e a Matemática.....	37
5.2 Teoria Cognitivista e a Matemática.....	41
6. CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

A educação tem como finalidade o desenvolvimento de novos conhecimentos ou comportamentos, sendo esta mediada por um processo que envolve a aprendizagem. Comumente, dizem que alguém aprende quando adquire competência para resolver problemas e realizar tarefas, se utilizando de atitudes, habilidades e conhecimentos que foram adquiridos ao longo de um processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, aprendemos o quando somos capazes de exibir, de expressar novos comportamentos que nos permitem transformar nossa prática e o mundo em que vivemos, realizando-nos como pessoas vivendo em sociedade (COSENZA; GUERRA, 2011).

Dentro do processo educacional, muito se debate a constante realização de estudos e pesquisas de maneira que seja possível evoluir as metodologias de ensino, de maneira que o sistema cognitivo dos alunos possa captar de maneira mais rápida e eficiente, o conteúdo transmitido em sala de aula. Uma ciência essencial para a evolução das metodologias de ensino que é citada neste estudo é a neurociência cognitiva.

De acordo com Junio e Barbosa (2017), a neurociência cognitiva é importante no processo de ensino/aprendizagem, uma vez que desempenha um relevante papel no atendimento de alunos, principalmente de crianças. Neste contexto, é importante observar também que, aliadas à área da educação, existem outros aspectos como saúde, cultura e a proteção. A neurociência ainda é considerada uma nova área de conhecimento, com cerca de 150 anos, no entanto, mesmo nestas condições, ela vem despontando com seu vasto campo de pesquisas referentes ao funcionamento do Sistema Nervoso Central (SNC).

A compreensão de como o sistema cognitivo recebe as informações repassadas em sala de aula, podem ser essenciais, para que os docentes encontrem uma metodologia de ensino cada vez mais eficaz para suas turmas, assim a aliança entre ciência e educação, pode vir a trazer resultados grandiosos para a sociedade no longo prazo.

Tal medida é essencial pelo fato de que inúmeros discentes encontram dificuldades em muitas disciplinas no ambiente escolar, dentre aquelas que acabam por gerar maiores desafios de aprendizagem, se encontra a matemática. Assim, a realização de estímulos cognitivos pode favorecer a neuroplasticidade, favorecendo

assim, a memorização do conteúdo pelo aluno, bem como, o raciocínio, atenção, e a compreensão da linguagem matemática.

Dentre as diversas vertentes de ensino baseadas na neurociência é possível destacar: o ensino de pares, a estratégia de perguntar, o resumo, o desempenho de papel, debater, a paráfrase, dentre outras técnicas, que podem ser fundamentais, para transformar o desempenho escolar de um indivíduo, bem como, sua compreensão em relação as mais diversas ciências existentes.

1.1. Objetivos

Como objetivo geral, o estudo em questão busca analisar quais são as principais estratégias de ensino baseadas na neurociência, no intuito de contribuir com um aprendizado cada vez mais aprofundado na linguagem matemática pelos discentes.

Para atingir o objetivo geral em questão, tem-se como objetivos específicos:

- Conceituar neurociência e neurociência cognitiva;
- Apresentar a ligação entre a neurociência e o processo de aprendizagem de um indivíduo, principalmente na área da matemática;
- Expor quais são as principais teorias da aprendizagem e dentre estas, destacar qual possui um maior vínculo com as estratégias de ensino baseadas na neurociência.

1.2. Justificativa

Conferir trocos e a conta bancária, auxiliar as crianças em suas tarefas escolares, bem como, dar sentido a dados estatísticos e entender notícias sobre saúde e economia. A matemática faz parte do nosso dia a dia. Em geral, as pessoas tomam as suas decisões com base em informações numéricas, assim, saber interpretá-las, permite que o indivíduo faça melhores escolhas ao longo de sua vida. No entanto, o aprendizado das ciências exatas no Brasil, vem sendo alvo de graves críticas, principalmente pelo desempenho dos alunos do país nos estudos mais recentes do PISA. Conforme Weinstein (2017), apenas 0,8% dos alunos que participaram deste estudo atingiram os níveis 5 e 6 em matemática, considerados os mais altos, 67,1% no entanto, estão abaixo do nível 2, o que acende um forte alerta, de que é necessário mudar a estratégia para que o ensino desta disciplina seja melhor compreendido pelos discentes.

Uma das principais inquietudes que um professor de matemática tem como fundamento na sala de aula é como fazer o discente aprender e, com ênfase neste fundamento, a neurociência contribui no processo desta competência.

Assim, com base nos resultados recentes da educação básica nacional, principalmente quando ligado às linguagens matemáticas, é essencial o desenvolvimento de um estudo, que busque trazer uma ligação entre a neurociência e a evolução no conhecimento de crianças e adolescentes nesta área, o que deixa evidente a justificativa e relevância do tema deste estudo.

1.3. Metodologia

De maneira a promover a construção deste estudo, foi adotada como metodologia de desenvolvimento, um estudo exploratório de revisão de literatura, ou seja, um estudo que será baseado em pesquisas de fontes bibliográficas que foram previamente aprovadas e publicadas em bases de dados consideradas cientificamente confiáveis.

Por definição, a pesquisa exploratória tem como função o preenchimento de lacunas que costumam a aparecer acerca de um determinado tema. Nas palavras de Gil (2008), as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o intuito de proporcionar uma visão geral dos problemas, característica que auxilia no atendimento dos objetivos deste estudo. Já nas palavras de Santos (2010), o objetivo de uma pesquisa exploratória é se familiarizar com um assunto que até hoje foi pouco explorado, tanto pela ciência em geral, como por um determinado pesquisador. Ao final desta pesquisa deste, o pesquisador obteve maior conhecimento acerca do tema alvo do estudo. Como qualquer pesquisa, esta depende e se inicia por meio da promoção de uma pesquisa bibliográfica.

A pesquisa tem como intuito, proporcionar uma maior familiaridade com o problema de pesquisa, tudo isso, com vistas a torná-lo mais explícito. Em geral, é possível dizer, que estas pesquisas possuem como objetivo principal, o aprimoramento de ideias, o que se aplica neste estudo voltado para a aplicação da neurociência, na busca da melhoria da aprendizagem dos alunos de matemática, no ambiente escolar. Com isso, a pesquisa bibliográfica foi desenvolvida por meio do levantamento de referências teóricas previamente aprovadas e publicadas, sendo estas obtidas, tanto por meios escritos, quanto por meios eletrônicos, como é o caso

de livros, relatórios técnicos, artigos de periódicos, artigos apresentados em eventos, monografias, dissertações, teses, dentre outros documentos.

A coleta de dados para o desenvolvimento deste estudo ocorreu por meio da consulta mecânica e informatizada, que incluíram fontes científicas que se encontram indexadas às seguintes bases de dados: *Google Scholar*, repositório de universidades brasileiras, *SciELO (Scientific Eletronic Library Online)*, bem como, revistas consideradas idôneas sobre o tema de estudo. No processo de pesquisa foram adotados os seguintes filtros:

- a) Período de Publicação do Texto Científico: entre 2005 e 2019 (de modo a trazer um caráter mais recente para o estudo);
- b) Conteúdo Ligado às Seguintes Palavras-Chave/Descritores: neurociência; teorias de aprendizagem; neurociência cognitiva; educação; formação de professores.
- c) Leitura de Resumos: Posteriormente a adoção dos dois primeiros filtros, ainda foi aplicado um terceiro, que é relativo à leitura dos resumos dos textos mais relevantes dentro da seleção inicial, tendo em vista, que para desenvolver um estudo de tamanha importância, é essencial, que o conteúdo que foi pesquisado, tenha vínculo íntimo com a temática da neurociência auxiliando os processos de aprendizagem.

Por fim, realizado o procedimento de pesquisa e as fontes tendo passado pelo filtro supracitado, foi possível desenvolver o conteúdo teórico apresentado nos capítulos a seguir.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Evolutivos do Cérebro Humano

De acordo com Rezende (2008), em uma sociedade cada vez mais marcada pela heterogeneidade de culturas e saberes, pertence à neurociência o desafio de explicar como as células cerebrais não só direcionam o desempenho, como também são influenciadas pelo comportamento das pessoas e pelo meio ambiente, ou seja, busca novos olhares em contextos diversificados, registrados e assimilados em leituras especializadas. Pensando nesta possibilidade e, na dimensão histórica do conhecimento, é essencial levar em conta não apenas os aspectos sociais, individuais, políticos, econômicos e coletivos na educação, mas também, o resgate de conceitos, linguagens, teorias e saberes ao longo da história do cérebro, a fim de que estudantes e professores possam ampliar suas experiências e seus conhecimentos teórico-práticos, situando-se no tempo e espaço e firmando-se como seres sócio-históricos do processo de aprender.

Nas palavras de Oliveira (2011), compreender os aspectos evolutivos do cérebro humano permite compreender esta estrutura que é destinada ao processo de aprendizagem e, com isso, acaba estando ligada diretamente à educação. Tais aspectos podem ser analisados sob diferentes pontos de vista e com diversas finalidades. Evidências científicas apontam o período do Pleistoceno como o começo da evolução do homem em sua forma atual. O cérebro percorreu um longo caminho até chegar à sua forma atual no ser humano. Tal história teve início na África, cerca de 04 (quatro) milhões de anos atrás.

O volume cerebral da espécie humana passou de 400 ml a 1500 ml, no percurso dos três últimos milhões de anos, tendo tal ganho ocorrido devido à mudança de estrutura do homem, quando foi modificando sua forma de viver, das copas de árvores para o bipedismo. Se considera que, somente de 200 mil anos para cá, que o homem definitivamente se tornou habitante exponencial do planeta Terra, estabelecendo sociedades, principalmente após a conquista da linguagem (ANDRAUS, 2008).

O surgimento do sistema nervoso primitivo representou um salto gigantesco no processo evolutivo ao separar o reino vegetal do reino animal. O sistema nervoso surge no reino animal como um sistema apto a reagir ao meio ambiente e elaborar uma resposta. Nos primeiros e mais primitivos seres vivos, a resposta elaborada é

simples como se retrair. No outro lado da ponta da evolução está o complexo cérebro humano com respostas altamente elaboradas (OLIVEIRA, 2011).

A grande tarefa do sistema nervoso é a de identificar ambientes hostis e preparar o indivíduo para fugir ou enfrentar a situação do melhor modo possível. Também deve identificar condições favoráveis para a sobrevivência e desenvolver comportamentos que aproximem o indivíduo destes ambientes. No geral, o surgimento do cérebro representou uma centralização das respostas do sistema nervoso (OLIVEIRA, 2011).

A evolução do cérebro humano se processou à semelhança de uma casa à qual novas alas e superestruturas foram adicionadas no decorrer da filogênese. Esta, aparentemente, entregou ao homem uma herança de 03 (três) cérebros. A natureza de nada se desfaz durante a evolução. O homem foi assim provido de um cérebro mais antigo, semelhante ao dos répteis. O segundo foi herdado dos mamíferos inferiores e o terceiro é uma aquisição dos mamíferos superiores, o qual atinge o seu máximo desenvolvimento no homem, dando-lhe o poder ímpar de linguagem simbólica (ANDRAUS, 2008).

Desta forma, para melhor compreender o cérebro, é preciso ampliar nossos conhecimentos e apreciar o tipo de operações que ele realiza e os seus desempenhos, uma vez que, a educação se fundamenta no desenvolvimento destas capacidades. É preciso, ainda, abandonar o tédio, o vazio e a incerteza, e buscar cada vez mais conhecimentos nesta complexa área, intrigantes e moderna nos vastos campos da Ciência (REZENDE, 2008).

O fato é que com o passar da história e com a constante evolução do conhecimento ao que o ser humano atingia, o sistema nervoso e o cérebro, conseguiram atingir patamares cada vez mais evoluídos, no entanto, o conhecimento acerca deste sistema e órgão, ainda estão em evolução, de maneira a dar mais respaldo a pesquisadores, profissionais da saúde e educadores, de como melhor moldar a mente de um indivíduo e incrementar um processo de aprendizagem que o faça evoluir.

2.2 Neurociência

Segundo Rosa (2014), a busca incessante por explicações sobre nossa existência e sobre a inteligência humana não é recente. Ela tem início nos primórdios da humanidade. Essas questões relacionadas ao pensar sempre geraram

um grande ponto de interrogação entre as pessoas e principalmente entre os grandes filósofos, pensadores e estudiosos, que através da fé e da mitologia buscavam defender as suas teorias, a fim de compreender a psique humana. Em geral, com os avanços tecnológicos e a facilidade em realizar pesquisas que se aproximavam mais da realidade e da biologia humana, surgiu então, no final da década de 1970, uma nova ciência denominada de neurociência, que busca através de estudos científicos e não científicos remontar conceitos e paradigmas existentes desde a filosofia grega até a modernidade tecnológica disponível em exames de imagem atuais.

De acordo com Sant'Anna (2016), o cérebro é o órgão da aprendizagem. Conhecimentos sobre como o cérebro funciona são relativamente recentes. As neurociências estudam os neurônios e as suas moléculas constituintes, os órgãos do sistema nervoso e suas funções específicas, assim como, as funções cognitivas e o comportamento que são resultantes das atividades destas estruturas.

Conforme Cardoso e Queiroz (2019), a neurociência surgiu no final do século XIX com os cientistas Santiago Ramon Y Cajal, os quais descobriram a existência dos neurônios e desenvolveram a teoria neuronal. Se trata de uma ciência que estuda o sistema nervoso central, buscando compreender como acontece o seu funcionamento, sua estrutura, como se desenvolve e as alterações que possam ocorrer ao longo da vida. O sistema nervoso é composto por 03 (três) elementos a saber: o cérebro, a coluna vertebral e os nervos periféricos. É uma área que está pautada na psicologia, neurologia e biologia.

Para Cunha (2015) é possível ainda acrescentar como objeto de estudo da Neurociência, as doenças do sistema nervoso, bem como, os seus reflexos em todas as funções do indivíduo, tendo o intuito de propor buscar métodos de diagnóstico, prevenção e tratamento, além de se preocupar com as descobertas das causas e mecanismos. Portanto, com o aprofundamento da pesquisa será possível proporcionar o reconhecimento de novas doenças através dessa ciência, permitindo assim, o seu eventual estudo e determinação do mais adequado tratamento.

Gonçalves (2018) expressa que os estudos mais aprofundados sobre a Neurociência estão presentes nas últimas décadas, o que a faz ser considerada uma ciência atual. Apesar de se caracterizar como um campo ainda recente, diversas pessoas se interessam em estudá-lo, associando-o com a ciência da Psicologia e da

Educação para a compreensão de temas relacionados ao desenvolvimento cognitivo, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Cardoso e Queiroz (2019) relatam que a neurociência se desdobra por diversas áreas do conhecimento, e então é considerada uma ciência multidisciplinar, uma vez que engloba diversas áreas, como é o caso da biomedicina, fisiologia, bioquímica, farmacologia, entre outras. Por isso, se torna uma ciência de extrema complexidade, e para melhor compreensão, seus campos de estudos foram fragmentados. Segundo Marques (2016) são eles:

- a) Neuropsicologia – se destina ao estudo da interação entre as ações do nervo e as funções ligadas a área psíquica;
- b) Neurociência Comportamental – investiga a ligação entre o contato do organismo e seus fatores internos (emoções e pensamentos) ao comportamento visível, como a forma de se falar e os gestos, entre outros. Está intimamente ligada à psicologia comportamental;
- c) Neuroanatomia – estuda toda estrutura do sistema nervoso, fragmentando o cérebro, a coluna vertebral e os nervos periféricos externos, analisa cada item para entender a respectiva função de cada parte e nomeá-la;
- d) Neurofisiologia – estuda as funções ligadas as diversas áreas do sistema nervoso;
- e) Neurociência Cognitiva – estuda a capacidade cognitiva do indivíduo com o raciocínio, abarcando também a memória e o aprendizado.



Figura 1 – Interseções entre a neurociência e o processo educativo.
Fonte: Gonçalves (2018).

Dentre todas as vertentes inseridas na neurociência, aquela que pode ser considerada como a mais importante para fins deste estudo é a neurociência cognitiva, visto que ela busca compreender a capacidade cognitiva de um indivíduo, com base a possibilitar a melhoria no processo de memorização e aprendizado.

2.3 Neurociência Cognitiva

Segundo Barbosa (2019), cognitivo é uma expressão que está relacionada com o processo de aquisição de conhecimento (cognição). A cognição envolve fatores diversos como o pensamento, a linguagem, a percepção, a memória, o raciocínio, entre outras questões, que fazem parte do desenvolvimento intelectual.

Nas palavras de Tabacow (2006), uma boa conceituação da neurociência cognitiva é que a base deste campo é o fato de que o cérebro possibilita a mente e permite atividades cognitivas como o pensamento, a linguagem e a memória. Ela é uma combinação de métodos de uma variedade de campos – biologia celular, neurociências de sistemas, neuroimagem, psicologia cognitiva, neurologia comportamental e ciência computacional – deram origem a uma abordagem funcional do encéfalo através da neurociência cognitiva.

Cardoso e Queiroz (2019) descrevem que o objetivo da neurociência cognitiva é investigar como se processam o pensamento, a aprendizagem e a memória de um indivíduo. Estes ainda salientam que essa ciência traz contribuições para a educação e declaram que é possível preconizar que achados resultantes de estudos nesta área colaboram para aprimorar o entendimento de como se dá a aprendizagem.

Já para Cunha (2015), a neurociência cognitiva procura compreender como os processos cognitivos são elaborados funcionalmente pelo cérebro humano, possibilitando o desenvolvimento da aprendizagem, da linguagem e do comportamento. Este é o campo de estudo que tem colaborado para a compreensão dos processos de aprendizagem e do debate acerca do desenvolvimento cognitivo do ser humano.

A neurociência cognitiva com isso, tem como intuito melhor compreender os sistemas cognitivos de um indivíduo. De acordo com Barbosa (2019), estes são compostos por diversas partes, tais como o pensamento, em que se concentram as ideias e a capacidade de reflexão sobre determinado assunto, conhecimento e

percepção são formados também pelas denominadas propriedades cognitivas, relacionadas e explicadas abaixo, e totalizam 06 (seis) características: a atenção, o juízo, o raciocínio, o discurso, a memória e a imaginação.

- Atenção: capacidade de se concentrar sobre situações e assuntos diversos. É formada de maneira involuntária por reações externas, de forma involuntária e voluntária, quando pré-determinada;
- Juízo: responsável pelo ato de conscientização, ou seja, pelo que a pessoa julga ser ou não a verdade;
- Raciocínio: combinação do desenvolvimento correto do pensamento com a capacidade de se chegar a uma conclusão coerente;
- Discurso: capacidade de comunicação e colocação em palavras do pensamento lógico, utilizando a voz e/ou demais capacidades de comunicação;
- Memória: são imagens, expressões e conhecimentos, ou até mesmo situações e vivências passadas, capturadas durante a vida, que ficam armazenadas no cérebro;
- Imaginação: desenvolvimento mental, composto de memórias e percepções gravadas (denominadas de imaginação reprodutiva) e outras imagens (chamadas de imaginação criativa). A imaginação criativa é classificada como fantasia, tida como incontrolável e geralmente expressa por manifestações artísticas, ou como imaginação construtiva, controlada por objetos e bastante estudada pela filosofia.

Todas estas características são essenciais para o processo evolutivo no aprendizado em um indivíduo.

Conforme Junio e Barbosa (2017), na contemporaneidade, já podemos contemplar diversos estudos no campo da neurociência cognitiva direcionados para o processo de ensino-aprendizagem. Com isso, aos poucos teremos uma revolução para o meio educacional, principalmente na educação infantil, que permitirá que os pequenos alunos, tenham uma evolução cada vez mais rápida na absorção de conhecimento.

Nas palavras de Alvares (2015, p.36):

A capacidade do cérebro de se reorganizar, a chamada neuroplasticidade, é mantida ao longo de toda a sua vida, mas com o avanço da idade, ela diminui. Por isso, as crianças têm possibilidades maiores de aprendizagem, quando comparadas com os idosos, embora a idade jamais deva ser como um obstáculo intransponível.

Assim, Junio e Barbosa (2017) deixam claro em seu estudo que o aprendizado é a modificação do cérebro com a experiência, ou seja, o cérebro que faz alguma coisa se modifica de uma maneira tal que, da próxima vez, ele age diferente de acordo com a experiência anterior que ele teve. O campo de estudo da neurociência cognitiva, abarca o cérebro, o sistema nervoso, sua estrutura, seu desenvolvimento, funcionamento, sua evolução, a relação entre o comportamento e a mente e também as suas alterações.

2.4 Neurociência e Aprendizagem

De acordo com Brandão e Calliatto (2019), os professores interessados pelo desenvolvimento de uma eficiente pedagogia tratarão de estudar componentes cerebrais de cunho anatômico e funcional, bem como psicológicos, neurocientistas buscarão relacionar as questões do cérebro com as habilidades necessárias para aprender os conteúdos escolares. Estes autores acreditam em uma conversação produtiva entre o pesquisador em neurociências e o educador em geral.

Apesar de os fatores que determinam o desempenho dos estudantes serem de toda ordem, atualmente, os econômicos e sociais são aqueles que mais recebem atenção dos estudiosos da área educacional. No entanto, é sabido que os profissionais da educação que lidam com a maior parte das dificuldades em sala de aula têm levado em consideração os avanços científicos da neurociência cognitiva. Neste sentido, é importante que os professores se apropriem do novo paradigma de saber que é a aprendizagem como produto do funcionamento cerebral (VIEIRA, 2012).

Para Bastoszeck (2014, p.613):

A aprendizagem em seu nível mais elementar, é um processo resultante de alterações neuro-anatômicas e neuroquímicas, semipermanentes ou permanentes na citoarquitetura cerebral. Por outro lado, a eficiência com a qual o cérebro 'aprende' a informação nova ou faz um ajuste na informação prévia, para se adequar às novas circunstâncias ambientais, depende do grau de engajamento no contexto de aprendizagem em que se encontra o aprendiz.

Conforme Nascimento (2019), no contexto educativo, a aprendizagem vai para além de um processo mecânico de aquisição de conhecimento, uma vez que é um caminho árduo que transpassa pelo prazer e trabalho, em que a superação dos obstáculos deve ocorrer de maneira a propiciar um crescimento intelectual,

emocional e comportamental. A aprendizagem pode ser definida então, como uma modificação sistemática do comportamento, por efeito da prática ou da experiência, com um sentido de progressiva adaptação ou ajustamento.

Já para Relvas (2009), a aprendizagem é um processo de mudanças, mas isso demanda um estudo profundo na compreensão biológica e psíquico social para assegurar unidade ao comportamento humano. Para entender como a aprendizagem ocorre foi necessário uma série de estudos realizados por grandes pesquisadores como Piaget, Vygotsky, Wallon, Ausubel e Gardner, que no geral, embasam que o processo de aprendizagem está ligado as teorias de cunho psicológico e cognitivo.

Segundo Nascimento (2019), assim como o processo de aquisição de novos conhecimentos, a aprendizagem abrange principalmente o sistema nervoso de um sujeito, envolvendo a recepção, transmissão, análise, organização e a sucessão de respostas a tudo aquilo que ocorre no interior e exterior do corpo. Com isso, é importante salientar que a memória, os pensamentos e as formas de aprendizagem estão presentes em nossos processos cognitivos, possuindo assim, uma importante ligação com a neurociência cognitiva.

Conforme Brandão e Caliatto (2019), a neuroeducação enquanto área do conhecimento atingirá uma conexão de diferentes áreas, se tornando um campo multidisciplinar. Se percebe que a apropriação da aprendizagem, compreendida como modificação de comportamentos, é o que conecta as disciplinas deste saber. A possibilidade de a neuroeducação ser uma grande aliada da docência e de todo o contexto educacional conduz à ideia principal da neuroeducação.

Na concepção de Silva e Morino (2015), para se falar sobre cognição e escolaridade é necessário compreender melhor o córtex cerebral que é responsável por quase toda a ação humana, tal como: pensamento, memória, fala e movimento muscular. O córtex cerebral para as funções cognitivas se apresenta da seguinte forma: áreas de associação; funções intelectuais; aprendizado e memória.

De acordo com Tabacow (2006), a neurociência cognitiva interpreta as redes neurais tanto na sua função integradora, como na sua função linear paralela. Em geral, no ambiente escolar, é conveniente manter os alunos em um nível de alerta determinado, uma vez que esse pode influenciar na formação de memórias e sua posterior evocação. Se os alunos estiverem abaixo deste nível, a memória não se faz adequadamente ou não se evoca adequadamente. No entanto, se a pessoa

estiver acima deste nível, ela fica estressada, tendo assim, maior dificuldade no processo de aprendizado. Com base em tudo isso, a neurociência é uma grande aliada do processo de ensino/aprendizagem, visto que dará ferramentas aos docentes, a melhor entender os seus alunos e assim, poderem adaptar seu plano de ensino, as dificuldades inerentes à personalidade de cada indivíduo.

Seguindo o conteúdo supracitado, o cérebro vem se tornando aos poucos um elemento de destaque para a sociedade, tanto pelos avanços tecnológicos, que permitem a sua visualização em funcionamento, quanto para o contexto educativo, uma vez que se é possível explicar biologicamente como ocorrem os processos de aprendizagem neste órgão (NASCIMENTO, 2019).

Entretanto, é importante deixar claro que a neurociência não sugere o surgimento de uma nova pedagogia, como também, não garante soluções definitivas no que concernem aos problemas que envolvem a aprendizagem. No entanto, elas podem corroborar com as práticas pedagógicas e propor estratégias que melhor se aprimore ao modo de como o cérebro funciona, levando em consideração os processos cognitivos de um ser humano (NASCIMENTO, 2019).

Para Cunha (2015), os processos individuais e coletivos de aprendizagem envolvem as relações e as associações entre uma ou mais moléculas, ressaltando que, os mecanismos cerebrais da memória e da aprendizagem estão também associados aos microprocessos neurais responsáveis pela atenção, percepção, motivação, pensamento e outros processos neuropsicológicos. E em caso, de perturbações em qualquer um destes processos tendem a afetar, indiretamente, a aprendizagem e conseqüentemente a memória do discente.

Ainda nas palavras de Cunha (2015), o cérebro humano tem a capacidade de adaptação, sendo capaz de remodelar, de acordo com as experiências vivenciadas pelo sujeito, ou seja, o cérebro é maleável e se modifica sob o efeito de experiências, ações e comportamentos dos indivíduos. Tal plasticidade é decorrente das atividades dos neurônios do cérebro, uma vez que a cada experiência e aprendizado, novas conexões neurais são acrescentadas.

As pesquisas da neurociência cognitiva acerca da plasticidade cerebral, pode ser considerada como uma possível contribuição para a reorganização do modelo educacional em relação à aprendizagem nos diferentes ciclos de vida ou etapas da vida humana. Este campo de conhecimento destaca que a aprendizagem é adquirida e construída por toda a vida, no entanto, ressaltam que existem períodos

que são essencialmente mais receptivos e outros que dependem da experiência humana (BASTOS; ALVES, 2013).

Em educação, é preciso que os alunos tenham experiências ricas, sendo frequentemente estimulados e, para isso, cabe ao docente lhes dar tempo e oportunidades para compreenderem as suas experiências e para conquistarem os desafios e o conhecimento complexo. Os discentes precisam ter oportunidade para refletir, ou seja, para ver como as coisas se relacionam. Uma das mais ricas fontes de aprendizagem provém de uma pedagogia que acontece na experiência, uma pedagogia envolvida intensamente no acontecimento do aprender, para efetivamente expandir o saber, o conhecimento de um indivíduo (CUNHA, 2015).

Conforme Salla (2012), o que hoje a neurociência defende sobre o processo de aprendizagem se assemelha ao que os teóricos mostravam por diferentes caminhos. O avanço das metodologias de pesquisa e da tecnologia permitiu que novos estudos se tornassem possíveis. Até o século passado, apenas se intuía como o cérebro funcionava, atualmente a sociedade ganhou precisão a respeito desta área.

A neurociência e a psicologia cognitiva se ocupam de entender a aprendizagem, mas possuem diferentes focos. A primeira faz isso, por meio de experimentos comportamentais e do uso de aparelhos como os de ressonância magnética e de tomografia, que permitem observar as alterações no cérebro durante o seu funcionamento. A psicologia sem desconsiderar o papel do cérebro, foca os significados, se pautando em evidências indiretas para explicar como os indivíduos percebem, interpretam e utilizam o conhecimento previamente adquirido (SALLA, 2012).

Para Nascimento (2019), os conhecimentos na área da neurociência contribuem para que o educador seja capaz de desenvolver uma análise comportamental e biopsicológica dos estudantes. A partir dos conhecimentos que o/a professor(a) tem sobre este campo de estudo fica mais fácil identificar os mecanismos neurais que transcorrem pela motricidade, afetividade, bem como, fatores emocionais e cognitivos da aprendizagem. Desta maneira, a neurociência, na prática educacional, pode ser utilizada de maneira a favorecer o educador em suas atividades do dia a dia, podendo auxiliar na resolução de problemas que podem vir a surgir ao longo do processo de ensino/aprendizagem.

Se o docente compreende como o cérebro produz cognição, conhecimento, saberá como facilitar a questão da aprendizagem, induzindo assim, a aplicação de metodologias de ensino que sejam mais eficientes para os alunos captarem o conteúdo apresentado no ambiente escolar. Com isso, o professor que está ensinando um conteúdo, por exemplo, de física, buscará uma informação do cotidiano para exemplificar este conteúdo, dando assim, um gatilho mental, para que o discente venha a compreender tal questão. Para o aluno aprender, ele precisa entender o que o professor está falando. E para chegar ao aluno, o professor deve então rever a sua prática de ensino (TABACOW, 2006).

Algumas metodologias de ensino ativas, que colocam o aluno como 'ator principal' no ambiente escolar, podem ser consideradas como ferramentas essenciais para que o processo cognitivo da aprendizagem seja realizado. Com base nisso, o docente buscar cada vez mais conhecer sobre a neurociência cognitiva e seus efeitos em como os alunos captam o conteúdo ensinado, pode fazer toda a diferença, na evolução educativa do país ao longo dos próximos anos.

2.5 Ensino da Matemática no Brasil

De acordo com Silva (2014), a matemática de uma forma genérica, sempre foi visualizada por muitos como uma ciência difícil, onde poucos ousavam compreendê-la, e se assim o fizessem já no estudo das primeiras noções apresentadas, qualquer erro de assimilação tornaria o processo de aprendizagem cada vez mais complicado. Esta situação, por sua vez, poderia gerar traumas, seja na compreensão do que se está estudando, seja no que tem pertinência aos novos conceitos que vão surgindo ao decorrer dos anos escolares.

Conforme Rossi (2010), nas sociedades a matemática se voltou para o modelo de vida existente, sendo referência às gerações futuras. À medida que o tempo foi passando veio a necessidade de se adaptar a um mundo em transição e a evolução dos povos foi inevitável. Os conhecimentos revelados por estes, eram quase todos práticos, tendo como elemento principal o cálculo.

No geral, o ensino da matemática no Brasil teve seu início com a chegada dos Jesuítas. O que se ensinava era estritamente ancorado no conhecimento prático, dando destaque quase, exclusivamente, a escrita dos números e as operações, sendo importante ressaltar que o modelo de ensino em tela se destinava a uma

pequena elite, estando portanto, a massa excluída de quaisquer tentativas de implantação e formação de conhecimento matemático (SILVA, 2014).

Com o passar do tempo, o ensino da matemática no Brasil passou por uma série de reformar, sendo o movimento da “Matemática Moderna”, nas décadas de 1960 e 1970, o mais conhecido e o que mais promoveu mudanças. Os defensores da matemática moderna acreditavam que poderiam preparar pessoas que pudessem acompanhar e lidar com a tecnologia que estava emergindo. As propostas inseriram no currículo conteúdos matemáticos que até aquela época não faziam parte do programa escolar como, por exemplo, estruturas algébricas, teoria dos conjuntos, topologia, transformações geométricas, entre outros (SILVA, 2014).

No entanto, mesmo com essa proposta de reforma no ensino da matemática, o ensino desta disciplina ainda não conseguiu atingir aos patamares desejados, permanecendo esta como a vilã das disciplinas, mas como, a rainha das ciências (ROSSI, 2010).

Uma das explicações apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's, quanto ao baixo desempenho escolar e o grande número de reprovações de discentes na disciplina de matemática, é o fato de que os conteúdos são ensinados de maneira mecanizada, sem explicação dos porquês e para que cada conteúdo serve na prática. O conhecimento memorizado não ajuda os alunos a compreender o que é a matemática, nem garante que serão capazes de utilizá-la na prática (ROSSI, 2010). É óbvio que o processo de memorização é um dos passos para o processo de aprendizagem de qualquer disciplina, no entanto, este é apenas o passo inicial do processo educativo, e no ensino brasileiro, o que se vê são processos de ensino que fazem perdurar estas perspectivas por todo o período escolar de um indivíduo. Com isso, estes não aprendem o necessário, fazendo que quando vão fazer seus testes, tenham desempenhos muito inferiores do que o imaginado pelos docentes.

Nas palavras de Nolasco (2016), o novo contexto social vivenciado pela humanidade traz a necessidade de que a educação venha a se adequar ao novo modelo e estabelecer novos parâmetros de aprendizagem, e o ensino da matemática não pode ficar de fora deste processo, tendo em vista que a matemática é o alicerce de quase todas as áreas de conhecimento, sendo dotada de uma arquitetura que permite desenvolver os níveis cognitivos e criativos, nos mais

diversos graus de escolaridade, como meio para fazer emergir a habilidade de criar, resolver problemas e consequentemente modelar.

Atualmente, a maioria das resoluções de problemas apresentadas nas aulas de matemática não estão ligadas à realidade dos alunos. Muitos destes não compreendem e enfrentam dificuldades em resolvê-las, apresentando assim, um baixo desempenho na disciplina, acabando por sofrer com possíveis reprovações. Diante deste quadro, a matemática vem sendo uma das vilãs entre as diversas disciplinas curriculares apresentadas no ambiente escolar já há um bom tempo (ROSSI, 2010).

Neste aspecto a aprendizagem da matemática não se restringe em seus conteúdos especificamente, ela contribui para a ampliação cognitiva e intelectual dos educandos contribuindo para a compreensão de uma gama de saberes relacionados ao ambiente escolar e à vida fora dele, proporcionando ao aprendiz a capacidade de intervir de maneira coerente em seu cotidiano. Os estudos em educação matemática apontam que é necessário enfatizar mais a compreensão, o envolvimento do aluno e a aprendizagem por descoberta. Para tanto, o papel do educador irá consistir em mediar este conhecimento, dando ao aprendiz a liberdade para construir e reconstruir suas capacidades específicas, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico e sua contribuição para a vida em sociedade (NOLASCO, 2016).

Em geral, pelo tamanho da importância da matemática para ciências como a química, a física, as engenharias, dentre outras, é necessário que o ensino destas disciplinas venha a ser transformado no ambiente escolar. Uma das formas de melhorar este processo, é dos docentes passarem por um processo capacitador, em que estes passem a compreender um pouco mais acerca da neurociência cognitiva, e como as pesquisas nesta área podem influenciar, na escolha de uma metodologia de ensino, que venha a ativar o desejo de aprender nos discentes, bem como, fazer com que eles não sejam meros memorizadores de conteúdo, mas sim, indivíduos que venham a compreender o que é passado no ambiente de sala de aula e poder aplicar estas teorias da maneira correta na prática.

3 NEUROCIÊNCIA E A EVOLUÇÃO DO ENSINO DA MATEMÁTICA

A produção de um diálogo sobre a neurociência e a educação matemática trata-se de uma temática necessária, tendo em vista o estudo da difusão dos

conhecimentos existentes na área da neurociência que podem ser aplicados à educação, mais especificamente a educação matemática. A neurociência é uma ciência que busca estudar o funcionamento do sistema nervoso, para Ribeiro (2013, p. 7) “no encontro entre matemática, física, biologia, psicologias, filosofia, antropologia e arte, as neurociências fascinam cada vez mais pessoas pela possibilidade de compreensão dos mecanismos das emoções, pensamentos e ações”, nesse sentido, a neurociência estabelece parâmetros e fenômenos dentro de outras disciplinas e auxiliam os profissionais da saúde e educação a compreender seus respectivos públicos alvo e interpretar suas descobertas.

E por que dentro da temática educacional é tão importante compreender o papel do sistema nervoso? É importante do ponto vista que o sistema nervoso elucida como será a relação do ser humano com meio, ele produz informações e dentro da aprendizagem, vejamos um exemplo de divisão do cérebro para compreender a importância do papel exercido pelo sistema nervoso, levando em consideração a importância do cérebro para direcionar e controlar pensamentos, movimentos, memória e inclusive a aprendizagem:

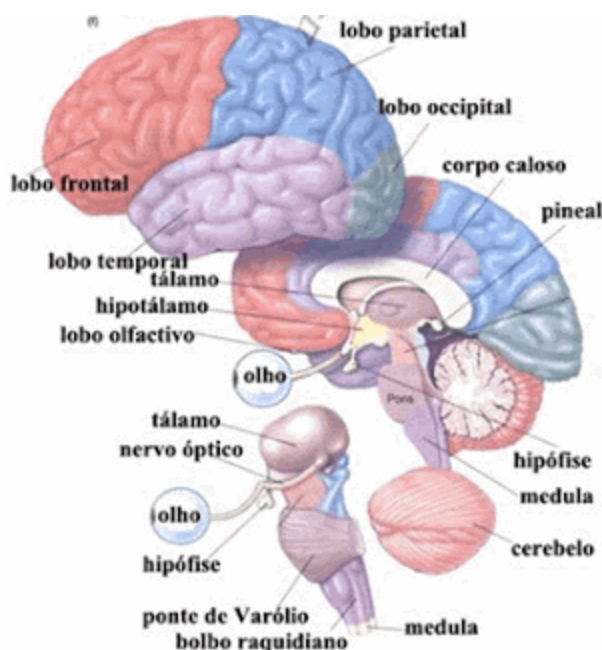


Figura 01: Divisão do Cérebro
Fonte: BARROSO, 2020, p. 56.

Tratar do sistema nervoso e não compreender o papel do cérebro é um erro quando objetiva-se estudar a neurociência (ciência do cérebro), as complexidades do cérebro são descritas na imagem acima pois se tem a divisão entre lobo frontal, parietal, occipital, corpo caloso, pineal, lobo temporal, hipotálamo, lobo olfativo,

tálamo, a hipófise, medula, cerebelo, hipófise, pote de varólio, bolbo raquidiano e medula. Casa parte do cérebro é responsável por produzir a capacidade de aprendizagem e compreensão, e quando existem déficits cognitivos há a prejudicialidade de compreensão dos conteúdos escolares.

Porém, existe um questionamento disseminado na educação sobre alunos que contém todos os seus campos cerebrais devidamente desenvolvidos, mas que sua capacidade de produção ainda que frequentando regularmente a escola, não consegue satisfazer os padrões necessários para avançar dentro da aprendizagem, a partir do livro neurociência e educação como o cérebro aprende de Consenza e Guerra (2011), é possível perceber discussões que levam a organização geral, morfológica e funcional do sistema nervoso. “O cérebro, como sabemos, é a parte mais importante do nosso sistema nervoso, pois é através dele que tomamos consciência das informações que chegam pelos órgãos dos sentidos e processamos essas informações” (CONSENZA, GUERRA, 2011, p. 11).

Devido à importância empregada ao cérebro é possível afirmar que os processos mentais voltados para atividades como pensamento, atenção, capacidade de julgamento são eminentemente os frutos do funcionamento cerebral, e isso ocorre através dos circuitos nervosos “(...) constituídos por dezenas de bilhões de células, que chamamos de neurônios” (CONSENZA, GUERRA, 2011, p. 12). Nesse diapasão, a execução de atividades simples e complexas serão estudadas pela neurociência de modo a compreendermos como essas conexões influenciam na aprendizagem da matemática.

Assim, a neurociência tem a característica de uma disciplina multidisciplinar onde diversas ciências compreendem o problema da aprendizagem traduzida através do polígono da neurociência que mostra as diversas relações na neurociência com outras áreas de conhecimento, onde se tem linhas cheias que representam fortes vínculos e as tracejadas vínculos fracos, como exemplo pode-se citar a filosofia que gera os questionamentos, a linguística que é responsável por modelar o pensamento, a inteligência artificial e a psicologia que trata sobre a parte comportamental. (CONSENZA, GUERRA, 2011).

Outro aspecto importante é compreender como a neurociência compreender a memória e a aprendizagem, pois ambas são traduzidas pela capacidade do sistema nervoso de adquirir e reter habilidades e conhecimento, permitindo assim que os organismos vivos se beneficiem da experiência. Essa memória pode ser

categorizada pelos seguintes aspectos: tempo de armazenamento, modalidade, consciência na aquisição e no acesso e o próprio conteúdo trabalhado. Isso porque no cérebro se tem memórias de curto prazo, memórias de longo prazo e memória permanente, há ainda as modalidades de memória: visual, auditiva, olfativa, há ainda as memórias adquiridas de forma consciente e inconsciente. (SEIBERT, GROEWALD, 2014).

O bom funcionamento da memória dentro do processo de aprendizagem deve ser compreendido como um balanceamento equilibrado entre ganho e perda, dessa forma a neurociência busca compreender esse processo de adquirir, reter e usar as informações e os conhecimentos denominado de memória, e também como a aprendizagem pode refletir de forma direta na alteração do comportamento do aluno com base das experiências apresentadas em sala de aula. (REIS, et. al, 2016). Vejamos abaixo como é importante a prática de memorização e aprendizagem aliadas dentro da matemática:

O fato do ensino da matemática ter condenado a repetição como forma de fixação por meio de teorias pedagógicas como o construtivismo, como se isto fosse um pecado cometido pelo professor, devido a uma interpretação equivocada do docente e consequentemente aplicada desastrosamente trouxe aos alunos que vivenciaram este período, incertezas e tropeços na elaboração de cálculos elementares. Um exemplo é a falta de estruturação da tabuada: quando não memorizada adequadamente, deixa lacunas nos processos subsequentes. (PIZYBSKI, JUNIOR, PINHEIRO, 2009, p. 1142)

Nesse aspecto, o ensino da matemática deve levar em consideração os estágios da memória de modo que a repetição não seja o único método de ensino pedagógico aplicado, isso porque a matemática requer uma compreensão exata do tema apresentada e dela não se pode extrair interpretações diferentes conforme acontece em outras disciplinas de cunho interpretativo, em uma sala de aula quando se trata da matemática a memória utilizada é a memória de trabalho, ela está envolvida com a memória pré frontal, a memória de trabalho recebe e processa a informação, resgata e armazena por períodos curtos, e para que se consiga ensinar o aluno uma disciplina considerada difícil no ambiente de aprendizagem é necessário fazer com que o aluno goste de estudar determinada matéria a partir do treinamento da capacidade de recompensa. (RIBEIRO, 2013).

Dessa feita, “a relação entre incentivo e motivação obedece a uma função sigmoide, de forma que incentivos muito pequenos ou muito grandes, quando

aumentados, pouco afetam a motivação” (RIBEIRO, 2013, p. 27). Porém, a complexidade de abordar e aplicar métodos pedagógicos em disciplinas como matemática e física são resultado de uma cultura pré imposta ao aluno que antes mesmo de entrar em contato com a emenda disciplinar matemática tende a não gostar ou acreditar que terá dificuldades com a disciplina, dessa forma é preciso compreender esse processo de ensino e a necessidade de fundamentação teórica e prática de modo que os métodos aplicados em sala de aula busquem sobretudo evidenciar o aprendizado, e se através da neurociência é possível compreender aspectos relevantes da educação cabe ao educador direcionar o aluno favorecendo a retenção de memórias. (RIBEIRO, 2013).

A aprendizagem da matemática é um mito, pois é considerada algo extremamente complexo e difícil e quando se analisa o cérebro essa realidade é diferente, apesar disto a matemática é considerada pelos alunos e professores algo tão complexo que só pode ser aprendido e ensinado por pessoas extremamente inteligentes, mas na realidade o déficit de aprendizagem em matemática encontra seu cerne na falta de mecanismo de ensino e aprendizagem consolidados na educação básica e avançada, as metodologias aplicadas são semelhantes a aquelas entradas em disciplinas teóricas e sociais e sua abordagem requer um conhecimento dos procedimentos e clareza nas explicações no sentido de demonstrar para os alunos o processo matemático assim são ensinados os processos de alfabetização, interpretação e obtendo o mesmo efeito positivo. (RIBEIRO, 2013).

No que diz respeito ao confronto entre os diferentes tipos de ensino, constata-se que a escola ensina ciências, matemática e línguas de modo nada científico. Abundam métodos pedagógicos discordantes, mas inexistente a prática de confronto experimental entre suas distintas eficácias. O ensino é quase sempre fundado em opções teóricas, tradições, ideologias ou opiniões qualitativas. Ainda está por se construir uma ciência educacional capaz de ser testada e continuamente melhorada de forma empírica e quantitativa. Se não chegarmos a uma pedagogia científica capaz de alavancar o aprendizado dos mais necessitados, é provável que continue aumentando a desigualdade educacional do planeta. (RIBEIRO, 2013, p. 10).

A apreensão dos procedimentos matemáticos é uma problemática verídica e precária sobretudo na educação brasileira, pois não adota métodos, abordagens e manejos dinâmicos que estejam em consonância com as descobertas neurocientíficas e com as evidências didático pedagógicas que podem ser colhidas

ao longo do mundo, um exemplo dessa necessidade evocado atualmente a discussão levantada pelo MEC para a inserção do método do Salman Khan um engenheiro matemático, como forma de facilitar a aprendizagem da matemática e sem entrar no mérito da eficácia deste método, há que se ressaltar que houve na preparação deste doutrinador todo um preparo didático diferente daquele aplicado na educação brasileira.

Assim, para que se consiga implementar a matemática por uma perspectiva neurocientífica é preciso estabelecer conceitos fundamentais de modo a promover o conhecimento sobre o sistema monetário, a localização do tempo e espaço, a capacidade de solucionar problemas correlacionando sobretudo com a problemática do cotidiano, e aprendizagem dos números e seu sistema de numeração decimal, bem como as operações envolvidas em todos os níveis da educação básica. (SEIBERT, GROENWALD, 2014). “Em relação a matemática e a neurociência segundo a teoria da localização cerebral, a atividade matemática se apresenta, em maior medida no lobo frontal e parietal do cérebro, pois aí se registra um maior consumo de energia” (BRAVO, 2010, p. 24), é nessa localização cerebral que o consumo de energia com a atividade matemática é maior e envolvem primordialmente as áreas sulco interparietal e inferior.

Nesse sentido, o controle do pensamento matemático e também da capacidade cognitiva e compreensão espacial é registrada pela parte parietal inferior do cérebro, e consegue realizar tarefas consideradas complexas tanto quanto o processamento matemático, isso porque “(...) a simples resolução de um problema que necessita de uma operação aritmética requer habilidades verbais, espaciais, conceituais, aritméticas e o raciocínio”. (SEIBERT, GROENWALD, 2014, p. 241). O raciocínio matemático é um dos métodos aplicados dentro da ciência matemática, a junção dos mais diversos mecanismos e formas de pensar assim como as tarefas do cotidiano que dependem de conceitos, regras e algoritmos numéricos.

Toda e qualquer forma que por meio de conceitos, regras e algoritmos numéricos pode ser compreendida como uma forma de raciocínio matemático, envolvendo elementos como números, quantidades, proporção, espaço, operações, relações tempo, geometria, estatística. Ambos os exemplos citados podem ser encontrados dentro do cotidiano do aluno e associar essa realidade ao ambiente escolar consegue desmitificar a dificuldade de ensino encontrada dentro da matemática como um dos principais desafios do educador matemático. “Diversas

descobertas científicas recentes alimentam os debates sobre a relação entre neurociências e educação, tais como evidências de que o direcionamento da atenção do aluno para pontos específicos no material favorece a retenção e as memórias” (RIBEIRO, 2013, p.10).

A evolução da concepção matemática passou ao longo dos anos por diversas mudanças significativas, acompanhando a evolução humana, o processo de inserção das mulheres nas escolas, a ideia de matemáticas arraigada apenas aos econômicos, logo depois uma abrangência significativa para a matemática dentro dos ambientes não escolares, a capacidade de associação, todo esse processo evolutivo é compreendido nos estudos científicos, e dentre eles a obra de Cosenza e Guerra (2011), traduz em um capítulo específico como a base numérica é assimilada pelo cérebro vejamos essas considerações no tópico à seguir.

3.1 Compreensão da fileira nos números (Neurociência e educação: como o cérebro aprende?)

No livro sobre neurociência e educação: como o cérebro aprende dos autores Cosenza e Guerra publicado em 2011, no capítulo 9, existe uma explicação sobre a fileira dos números e como o cérebro humano corresponde ao trabalho numeral. É perceptível que o cérebro humano tende a lidar com números de forma natural, tanto que as primeiras noções de quantidade podem ser verificadas precocemente, as crianças com apenas meses de vida já conseguem discriminar quantidades e inclusive realizar cálculos, essa constatação demonstra como houve uma evolução sobre a compreensão matemática pela neurociência uma vez que até recentemente não haviam estudos que comprovassem essa capacidade humana. (COSENZA, GUERRA, 2011).

A competência para estimar quantidades e fazer comparações entre elas pode ser observada não só nos bebês humanos, mas também em outros animais. Está presente, por exemplo, em ratos, pombos, golfinhos, papagaios e macacos que discriminam magnitudes, seja sob a forma de percepção visual de um grupo de objetos, seja sob a forma de percepção auditiva de uma sequência de sons. Os animais podem realizar aproximações simples de adição ou subtração, além da comparação de quantidades. (COSENZA, GUERRA, 2011, p. 109-110).

Assim, o senso numérico pode ser encontrado não apenas nos humanos, mas também nos animais, apesar de existirem em todas as espécies de forma mais detalhada e compreensiva a matemática é percebida no humano, isso porque as conexões neurais buscam realizar as avaliações matemáticas de forma rápida criando no cérebro um sistema de representação, e através dele é possível se perceber a distância entre os números 13 e 5 com mais facilidade do que as distâncias entre o 6 e 7 pois, existem “(...) evidências de que isso é feito por intermédio de uma representação mental de que todos nós fazemos uso: uma linha ou fileira de números”. (COSENZA, GUERRA, 2011, P. 110).

O processo de seleção e de organização dos conteúdos matemáticos requer uma atenção especial, principalmente no que tange ao planejamento da aula porque a apresentação da fileira dos números que é algo organizado inconscientemente deve ser sistematizado dentro do ensino da matemática, a disposição dos números ocorre da esquerda para a direita diferente do que ocorre em outras culturas a exemplo dos árabes onde essa distribuição começa da direita para esquerda, e assim dentro da sistematização dos números é possível levar o aluno a relacionar a distância entre os números e como essa distância se aplica no tempo e espaço. (COSENZA, GUERRA, 2011, p. 111).

A reação do cérebro ao realizar a percepção dos números depende do circuito encontrado no córtex parietal, pois é a partir dele que há o processamento da percepção do aluno no espaço, é justamente por isso que há uma grande ligação entre a matemática e noção de espaço que é propositalmente utilizada nos ambientes escolares pois, inclusive nos testes de inteligência essas habilidades apresentam-se de forma par, assim “indivíduos que têm bom desempenho nas tarefas espaciais tendem a se sair bem nas tarefas que envolvem matemática” (COSENZA, GUERRA, 2011, p. 111).

Há que se ressaltar ainda que as experiências atuais que envolvem estudos de neuroimagem conseguiram identificar a ativação do lobo parietal principalmente nas atividades que envolvem comparar as quantidades, ou seja, dentro do estudo do cérebro é possível identificar quais áreas cerebrais podem ser responsáveis por diversos processamentos informacionais e quando lesionadas ocasionam déficits e problemas relacionados a incapacidade de realizar operações, é justamente por isso que os estudos científicos buscam realizar suas experiências em cérebros

considerados saudáveis, e os estudos mais específicos levam em consideração alunos que já possuem déficits de atenção e outras lesões cerebrais.

Há que se ressaltar que não existe uma parte do cérebro responsável pelo processamento matemático, pois através das conexões neurais diversas outras regiões do cérebro são ativadas e contribuem em conjunto para o processamento das informações “as atividades matemáticas que utilizamos em nossa cultura exigem o recrutamento e a adaptação de vários circuitos nervosos que, embora não sejam programados geneticamente para os processos matemáticos os executam” (COSENZA, GUERRA, 2011, p. 112). Assim, trabalhando em conjunto o cérebro executa funções de maneira integrada entregando ao receptor compreensões e noções de quantidade que quando consolidadas da forma correta conseguem permanecer na memória permanente.

O processamento dos números ocorre a partir de três circuitos que vão se relacionar são eles a fileira numérica que é a percepção da magnitude, os algarismos arábicos que são representados visualmente pelos símbolos numéricos, e a representação verbal, para execução de cada circuito diversos campos do cérebro precisam ser ativados com a função de decodificar os numerais e conseguir apresentá-los na forma verbal, eles podem ser encontrados no lobo parietal dos dois hemisférios cerebrais, no córtex na junção occipito-temporal e na região cortical. (COSENZA, GUERRA 2011).

A ciência responsável por essas descobertas é a neurociência tendo em vista os estudos elaborados nas mais diversas áreas do conhecimento, quando se chegou aos estudos envolvendo as quantidades nos números e como se dão seu processamento no cérebro compreendeu-se que a informação passa por diversos sistemas de forma coordenada e depende de reforços para conseguir manter-se na memória de longo prazo, ou permanente, de fato a neurociência e matemática são ciências diversas com objetivações diversas mas, que podem se apoiar para estudar e elaborar mecanismos de interventivos de ensino eficazes para vida do aluno, cada tipo de memória tem uma função dentro do processo de aprendizagem apenas com a estimulação correta é que se consegue dar atenção aos problemas matemáticas e solucioná-los da forma correta, chegando ao resultado numeral e neural de maneira equilibrada.

4. PRÁTICAS NEUROPEDAGÓGICAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

As aplicações de práticas relacionadas à neurociência dentro do ensino da matemática são extremamente importantes, levando em consideração o desafio de repassar ao aluno todo o processo de aprendizagem, contribuir para construção desse conhecimento matemático requer a escolha adequada de método e compreensão de quais dificuldades esse aluno está enfrentando. Segundo Relvas (2012, p.34) “(...) A neurociência é um campo que estuda a, biologia, farmacologia, fisiologia, genética, patologia, neurologia, dentre outras que vislumbra em conjunto proporcionam a educação humana o aperfeiçoamento das técnicas de ensino e aprendizagem”.

Nesse sentido, aplicar conhecimentos relacionados a diversas áreas objetivando a aprendizagem da matemática é fundamental para promoção de educação completa, vejamos ao longo do presente capítulo como as intervenções neurocientíficas podem influir nesse processo de aprendizagem, levando em consideração a necessidade de aplicação de práticas pedagógicas, compreensão de dificuldades cognitivas que vão além das resistências convencionais à disciplina, tratar-se-á sobre a dificuldade matemática de alunos disléxicos e por fim como a educação inclusiva pode ser promovida dentro da disciplina matemática.

Mas, por que estudar o ensino da matemática apresentando uma dificuldade de aprendizagem específica como a dislexia? Por que o papel da Matemática é complexo e busca formar um cidadão pautado nos parâmetros educacionais nacionais, questões que vão além das metodologias aritméticas, envolve também uma questão de cidadania, conforme demonstra Ximenes (2017, p. 1) “Falar em formação básica para a cidadania significa falar da inserção das pessoas no mundo do trabalho, das relações sociais e da cultura, no âmbito da sociedade brasileira”.

Nesse sentido, o currículo matemático deve contribuir para valorização do ser humano dentro de aspectos que envolvem a sociedade, cultura, criando assim parâmetros de inserção social podendo estabelecer a tomada de decisões com base em dados estatísticos e não apenas com base na apresentação de um ponto de vista já tratado por outro profissional.

Neste caso, o exercício da cidadania requer o conhecimento sobre calcular, medir, raciocinar, argumentar, tratar informações estatisticamente, a contribuição da matemática vai além das equações aritméticas, dentro dela é possível explorar

estratégias de atuação, argumentação, autonomia, capacidade de conhecimento para enfrentar assim como veremos ao longo desse capítulo.

4.1 Neuroplasticidade e o aprendizado

A neuroplasticidade cerebral é uma temática regida pela neurociência e extremamente importante dentro do processo de adaptação do sistema nervoso a qualquer mudança ou condições do meio, acontece com todos os seres humanos e está relacionado ao desenvolvimento e a capacidade de adaptação e aprendizagem, a partir dos estímulos, vivências e necessidades, onde o sistema nervoso irá se alterar conforme as mudanças contextuais daquele indivíduo.

Para Costa (2019, p. 13) “A Neuroplasticidade Cerebral apresenta-se de diferentes formas, a depender de como e quando acontece, definida pela capacidade de regenerar-se que o cérebro tem ou de recuperação funcional das suas células nervosas”. Assim, esse instituto demonstra a capacidade de humana de reorganizar os circuitos neurais moldando-se através da aprendizagem desde a infância até a fase adulta, onde a primordial função é a troca de informação dos neurônios, melhorando algumas dificuldades através do estímulo cerebral.

A dificuldade de aprendizagem é uma situação recorrente na fase educacional, sobretudo com alguns alunos, seja por motivos relacionados a deficiências cognitivas ou ainda pela falta de compreensão de fato das temáticas que são abordadas em sala de aula, para um professor de matemática o conhecimento sobre práticas interventivas relacionadas as diretrizes da neurociência e sobretudo sobre como os mecanismos de aprendizagem podem influir na neuroplasticidade cerebral auxilia o processo de aprendizagem do aluno.

Para cada caso específico devem ser aplicadas metodologias de ensino variadas, ou seja, avalia-se a dificuldade da turma e busca-se mecanismos metodológicos que vão treinar o cérebro dos alunos para se adaptar a determinada situação, é necessário que o aluno tenha uma rotina de estudo sistematizada e intensa, que tenha uma certa frequência para que se consiga criar esse novo padrão de aprendizado, um novo caminho neural.

O educador matemático precisa ainda compreender que os alunos necessitam de estímulos neurais que vão se alterando e aumentando a dificuldade e os níveis de dificuldade gradativamente, no caso da educação matemática,

especificamente no processo de adaptação a utilização de uma metodologia de ensino sistematizada não irá ter efeito necessário que é a aprendizagem dos mecanismos matemáticas e sua aplicação correta ao cotidiano escolar, isso porque o aluno precisa de metodologias de ensino que estimulem a sua capacidade neural de forma diferenciada, é por isso que o método da ludicidade é um dos principais métodos aplicados nessa fase educacional.

Dentro de todos os níveis de ensino se faz necessário um planejamento, porque será a partir dele que serão delimitados os objetivos e quais metas se desejam alcançar com os alunos, no caso da educação infantil busca-se a alfabetização para que a criança aprenda a ler, o processo é gradual então começamos com a apresentação das letras e dos símbolos, para dois começar a apresentar as sílabas, palavras, frases, aumentando os níveis de dificuldade de acordo com a medida em que a criança for adquirindo e consolidando aquela aprendizagem. (PLZYBLSKI, JUNIOR, PINHEIRO, 2009).

O conhecimento sobre as bases neurofuncionais da cognição matemática tem avançado também no que se refere ao desenvolvimento das habilidades relacionadas à aritmética na infância. Como todas as habilidades matemáticas secundárias, tais como a notação arábica, a representação posicional de base 10 e os algoritmos são aquisições culturais, qualquer modelo explicativo da cognição matemática precisa ser epigenético. Ou seja, os modelos devem levar em consideração a interação entre fatores genéticos e experienciais. (HAANSE, FERREIRA, 2009, p. 10).

E isso com o planejamento de intensidades e repetições, a primeira por de aprendizado é o sistema sensorial então deve-se buscar maneiras diferentes de apresentação dos algarismos numéricos para as crianças, assim dentro da Neuropsicopedagogia devem ser analisados e observados quais mecanismos de ensino serão aplicados aos alunos, diversas formas interventivas são ligadas a jogos, porém deve-se atentar que se não houver uma estruturação pedagógica e específica dentro do contexto do jogo a criança não vai aprender a função, mas apenas o jogo. (PLZYBLSKI, JUNIOR, PINHEIRO, 2009).

Então os níveis colocados dentro desse processo de estímulo cerebral é que conseguem produzir de fato aprendizagem do aluno e enfrentamento das dificuldades de aprendizagem, isso porque a identificação dos algarismos numéricos, iniciação da aprendizagem das operações matemáticas, todos esses conteúdos fazem parte do processo de estimulação da neuroplasticidade cerebral,

pois, a cada mudança dentro do cenário de aprendizagem o aluno apresentará formas diversas de dificuldades que devem ser superadas em conjunto com o aluno e com o devido acompanhamento pedagógico e neuropedagógico. (PLZYBLSKI, JUNIOR, PINHEIRO, 2009).

Uma evidência experimental que demonstra a natureza epigenética do desenvolvimento das representações numéricas é ilustrada pelo chamado efeito de decomposição das dezenas (Nuerk, Weger & Willmes, 2001). Os resultados de Nuerk e cols. indicaram que a posição inicial de Dehaene, Dupoux e Mehler (1990) quanto à existência de uma linha mental numérica única e contínua precisava ser revisada. Em um dos estudos que confirmou o efeito da distância et al. (1990) investigaram o desempenho de adultos em uma tarefa de comparação de magnitudes em números de dois algarismos. Os estímulos eram os números de 11 a 99 e o valor de referência era interno, o número 55. Os autores mostraram que, fora da dezena da referência (55) os participantes não utilizaram a estratégia mais econômica, que seria simplesmente comparar o valor das dezenas, ignorando as unidades. P. ex., para o tempo necessário para comparar 41 e 55 era menor do que o necessário para comparar 48 e 55. Adicionalmente, a função que descrevia os resultados era contínua e não descontínua. (HAANSE, FERREIRA, 2009, p. 11).

Nesse sentido, o estudo experimental analisado acima por Haanse e Ferreira apresentam pontos específicos sobre o descompasso dentro do processo de aprendizagem dos alunos que possuem dificuldades para compreensão e estabelecimento das atividades propostas, o tempo médio para processamento da informação e assimilação no cérebro é fundamental, daí a importância de desenvolver competências não apenas com os adultos, mas, também nas crianças dentro do processo educacional de modo a possibilitar estímulos neurais que de fato incentivem a neuroplasticidade dentro do processo de aprendizagem.

Quando há um comprometimento dentro do processo de aprendizagem da criança que está sendo ensinada se faz necessário apresentar ao cérebro formas diferentes nos algarismos numéricos, isso porque a fase inicial é fundamental para definir como se dará todo o processo de aprendizagem, bem como o auxílio da convivência diária e o estímulo, e através da sequenciação consiga-se criar padrões de funcionamento estruturando assim todo o processo de aprendizagem, de modo que a criança estabeleça os padrões. (PLZYBLSKI, JUNIOR, PINHEIRO, 2009).

Outra definição de neuroplasticidade é apresentada por Lent (2010, p. 676) “propriedade do sistema nervoso de alterar a sua configuração morfológica ou fisiológica sob a influência dinâmica do ambiente”, nesse sentido através dos estímulos neuropedagógicos é possível oportunizar ao aluno a criação de novas

formas de aprendizagem, com o esforço e treino direcionado o professor que detém conhecimentos neurocientíficas junto a equipe multidisciplinar que acompanha esse aluno consegue proporcionar a essa criança um ambiente adequado de aprendizado e exercícios que vão produzir essa mudança morfológica e fisiológica necessária. (PLZYBSKI, JUNIOR, PINHEIRO, 2009).

4.1.1 Alunos com dislexia e o aprendizado matemático

A dislexia pode ser compreendida como um transtorno relacionado à aprendizagem, produzindo dificuldades de compreensão, interpretação, escrita conforme demonstra Cândido (2013, p. 13) “dislexia é um transtorno de aprendizagem que se caracteriza por dificuldades em ler, interpretar e escrever. Sua causa tem sido pesquisada e várias teorias tentam explicar o porquê da dislexia. Há uma forte tendência que relaciona a origem à genética e a neurobiologia”. Nesse sentido, compreender a dislexia como um problema a ser tratado é o início para uma mudança de paradigma, tendo em vista a tratativa precarizatória por vezes apresentada dentro do sistema de ensino onde os alunos são rotularizados inclusive pelos profissionais de educação como desatentos, “burros”, “preguiçosos” dentre tantos outros adjetivos de cunho pejorativo.

Ao se identificar um aluno com quadro de dislexia deve-se levar em consideração que eles são capazes de aprender e que diversos mecanismos podem ser desenvolvidos com eles, porém requer-se mais atenção, isso porque os alunos com dislexia tendem a receber as informações em uma área diferente do cérebro, ou seja, não se trata de uma má formação cerebral, mas sim uma falha dentro de suas conexões cerebrais, dessa forma “o resultado é que devido a essas falhas no processo de leitura, bem como dificuldades em outras disciplinas eles têm dificuldades de aprender a ler, escrever, somar, subtrair, pois é difícil assimilarem as palavras e os números” (SILVA, SILVA, 2016, p.82).

Se as implicações da neurociência parecem importantes para os aprendizes típicos, elas podem ser cruciais para as crianças com dificuldades de aprendizagem de matemática. A discalculia do desenvolvimento, um transtorno de aprendizagem em que o indivíduo apresenta dificuldades persistentes de aprendizagem da matemática não atribuíveis a déficits intelectuais, sensoriais, emocionais, sociais ou pedagógicos está despertando interesse crescente de pesquisa. (HAANSE, FERREIRA, 2009, p.15).

Há que se ressaltar que dentro da dislexia a discalculia é a nomenclatura correta para identificar a dificuldade de aprendizado matemático, deve-se levar em consideração que as aprendizagens de todos os campos de conhecimento são difíceis para os alunos com dislexia, e cada disciplina requer uma atenção especial no desenvolvimento de estratégias para enfrentamento desse transtorno. No caso da discalculia esse déficit deve ser enfrentado de maneira multidisciplinar pelo professor, psicólogos, pedagogos, neuropsicopedagogos.

Quando se busca o processo histórico de reconhecimento da dislexia, remonta-se a Rudolf Berlin responsável pela primeira utilização do termo relacionado aos casos de seus pacientes adultos que por algum motivo perderam a capacidade de ler, ou seja, após sofrerem as sequelas de lesões cerebrais. Mas, o reconhecimento da dislexia em indivíduos considerados saudáveis surge em 1896 com o Dr. Pringle Morgan que adotou a terminologia de “cegueira verbal congênita” já a relacionado ao fato de apresentação de dificuldade de capacidades cognitivas relacionadas a leitura e as ciências exatas. (TOPCZEMSKI, 2010).

Apenas em 1994 é que a Federação Mundial de Neurologia reconhece a dislexia como uma dificuldade de aprendizagem passando inclusive a integrar o Manual de Diagnóstico das Doenças Mentais. No Brasil a ABD – Associação Brasileira de Dislexia é a responsável desde 1993 pela divulgação de estudos direcionados a dislexia, assim compreende-se a importância de estudar essa doença com enfoque nos mecanismos neuropsicopedagógicos como forma de incentivo e melhora do quadro de dificuldade de aprendizagem do aluno.

4.2 Práticas Pedagógicas Inclusivas

A prática pedagógica requer atenção ao processo de aprendizagem, pois através dela é possível compreender os mecanismos e ferramentas disponíveis para se trabalhar com alunos nos mais variados níveis educacionais, ainda que apresentem diferentes dificuldades de aprendizado. Uma questão muito importante está relacionada à acessibilidade dos conteúdos isso porque os professores precisam passar para seus alunos um conteúdo de qualidade, porém, aqueles que apresentam dificuldades no processo de aprendizagem requerem uma atenção

maior, déficits cognitivos, dificuldades de aprendizado são um dos principais desafios do neuropsicopedagogo dentro do ensino pedagógico educacional.

Por outro lado, existem alunos que possuem outros tipos de dificuldades que não necessariamente estão ligadas aos aspectos cognitivos, mas, sim a limitações advindas de deficiências um exemplo é o aluno surdo que não consegue aprender de uma forma tradicional não por limitações cognitivas ou déficits cognitivos, mas, sim porque não ouve e não compreende o que o professor quer passar. Segundo Araújo, Menezes e Araújo (2017, p. 200) “A educação inclusiva no Brasil é marcada por preconceitos, lutas e conquistas” e essa realidade teve de ser alterada tanto nos estudos que buscam alternativas de promoção da aprendizagem quanto dos próprios profissionais da educação que estão em contato diário com os alunos e suas dificuldades.

A inclusão social e educacional dos alunos com dislexia deve ser uma prioridade do professor de todas as disciplinas, porém existem diversas características que dificultam esse processo de aprendizagem dentre ele a falta de interação do aluno deficiente com a sua turma principalmente em decorrência de suas limitações, a limitação diária de tempo para tratativa desse aluno, nesse sentido cabe ao educador como figura central dessa relação ponderar a importância da aplicação de mecanismos pedagógicos voltados à promoção do aprendizado. (GOYS, ARAÚJO, 2006).

Conforme Lent (2010, p.700) “a aprendizagem constitui-se como o processo de aquisição das novas informações que vão ser retidas na memória e que este processo nos capacita a orientar nossas ações mentais e comportamentais”, será através da compreensão de como se dá o processo de armazenamento de informações que será possível a implementação das práticas pedagógicas e neuropsicopedagógicas voltadas para reeducação do cérebro do aluno, no sentido de praticar a neuroplasticidade cerebral com resultados benéficos para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Há um engano em pensar que o conhecimento é puramente fruto de experiências ou práticas, mas será fonte de aprendizagem se levar o aprendiz a operar, coordenar suas ideias e ações, abstrações, formalizações que o levem a uma reestruturação intelectual na resolução de problemas que exigem síntese e análise. As contribuições da neurociência comprovam os efeitos que o cálculo mental exerce sobre os cérebros humanos e abre definitivamente de questionamentos sobre o momento ideal para introduzir, como exemplo o uso da calculadora e jogos eletrônicos

como tecnologia de apoio ao ensino da Matemática e do desenvolvimento do raciocínio matemático. O resultado prático do desleixo com cálculo mental à partir da década de 80 produziu uma geração de jovens, os quais depositam muita confiança na tecnologia e se mostram totalmente inseguros com o próprio raciocínio lógico e matemático quando estes são exigidos. (PLZYBLSKI, JUNIOR, PINHEIRO, 2009, p. 1151).

Dentre os principais mecanismos pedagógicos o desenvolvimento da matemática na formação básica do indivíduo demonstra-se fundada em parâmetros para promoção do conhecimento e desenvolvimento da cidadania, possibilitando uma inclusão social e cultural cada vez maior.

Desenvolver essas competências em um aluno com dislexia consegue prevenir e até mesmo combater as práticas discriminatórias que ocorrem com frequência no ambiente escolar, familiar e demais locais onde esse circula, para Lent (2010, p. 700) “estudos de neuroimagem identificaram uma região de reconhecimento de palavras e dos números está localizada próxima à região de reconhecimento de faces no lobo temporal, da região sulco occipitotemporal”, ou seja, essa descoberta demonstra que o cérebro consegue traduzir o símbolo matemática e a significação das palavras a partir de outra conexão neural.

A incapacidade de compreender os números e as operações matemáticas é chamada de discalculia e está ligada a dislexia, segundo Ximenes (2017, p. 5) “muitos disléxicos têm dificuldades para adquirirem rapidez e fluência em simples cálculos: adição, subtração, multiplicação, divisão e na tabuada”, por outro lado não quer dizer que eles serão ruins na disciplina, que dizer que deve-se trabalhar áreas específicas do cérebro relacionadas a área linguagem de modo a facilitar associação e compreensão desse conteúdo.

Através da aplicação das práticas pedagógicas o professor pode apresentar aos alunos com ou sem dislexia uma forma adequada de aprender a ler e escrever através estímulos de caráter visual, sonoro, tátil, a educação do cérebro deve ocorrer de forma progressiva respeitando o tempo do aluno, mas, também treinando-o de modo que se consiga realizar as primeiras associações e identificações das letras, números, cores, a criança deve passar pelo processo de aprendizagem por etapas que vão aumentando o grau de dificuldade a depender da qualidade da aprendizagem do aluno e das práticas pedagógicas e neuropsicopedagógicas escolhidas pelo profissional.

A atuação profissional junto ao aluno requer a interdisciplinaridade com enfoque no aprendizado e desenvolvimento das competências matemáticas, pois assimilar os conteúdos escolares é fundamental para ampliar os conhecimentos produzidos pelos alunos e estimular cada vez mais a sua capacidade cognitiva e perceptiva que envolve diversas outras áreas do conhecimento.

4.3 Da Neuroplasticidade Cerebral e o aluno com dislexia

Após uma breve apresentação a respeito da neuroplasticidade cerebral e da dislexia é necessário compreendemos que através da neuroplasticidade consegue estabelecer uma conexão direta dentro do cérebro de modo diminuir os impactos negativos ocasionados pela dislexia, entre outras doenças de caráter cognitivo que atingem essa capacidade de compreensão e leitura do aluno.

O estudo de mecanismos que atuam de modo a interferir nas conexões neurais e principalmente no processo de desenvolvimento das habilidades numéricas e correlacionadas ao cálculo aritmético. Para Haase, Ferreira (2009, p.6) “O conhecimento dos modelos cognitivos e dos dados empíricos que os fundamentam é relevante para identificar as necessidades e planejamento das intervenções educacionais dentro da matemática”.

Nos alunos com dislexia, o principal impedimento para o desenvolvimento das habilidades numéricas diz respeito as bases neurofuncionais da cognição matemática, isso porque é preciso dentro do processo de aprendizado e desenvolvimento das habilidades matemática aluno compreenda e corresponda os números e equações, justamente por isso que o aluno que possui a dislexia não conseguem realizar essas conexões pois, o processamento inicialmente realizado pelo cérebro disléxico não realiza essa conexão entre os símbolos e seus significados. (HAASE, FERREIRA, 2009).

Através da neuroplasticidade é possível ativar o córtex temporo-parietal e auxiliar do processo fonológico do aluno, e ainda desenvolver a sua consciência fonêmica, levando em consideração que nos alunos com dislexia a dificuldade de leitura atinge também todo o processo de ensino e de comunicação deste aluno com seu meio social. Lado outro, promover o ensino da consciência fonológica requer constância, periodicidade, repetitividade, de modo que diariamente chame a atenção do aluno e no passo a passo, das crianças. (YLINEN, 2015).

Nesse diapasão, através da neuroplasticidade é possível fortalecer as regiões cerebrais que estão envolvidas no processamento da fala e assim junto com o aluno superar as dificuldades associadas à dislexia, para tanto existem estudos que comprovam os benefícios da neuroplasticidade em alunos com dislexia, tendo em vista a significativa melhora da compreensão e da linguagem através do treinamento e ainda aspectos relacionados à memória e competência matemáticas. Dessa forma, é muito importante a dedicação de um tempo significativo no acompanhamento desse aluno de modo que estabeleça as compreensões concernentes a representação dos algoritmos.

Há que se ressaltar que não existe uma formula específica com eficácia, mas, sim aplicação extremamente repetitiva junto ao aluno de modo que se consiga captar a atenção do estudante e a partir de uma com grande diversidade de estímulos verbais, permitir a ativação do hemisfério cerebral esquerdo, tendo em vista ser esse hemisfério o menos funcional entre as crianças disléxicas. Daí a importância da intervenção e da realização de um trabalho escolar sistemático. Conforme demonstra Zorzi e Capellini (2009, p.260) “Isso porque os estudantes com dificuldades de aprendizagem necessitam de um processo de inclusão e orientações”.

Assim, essas orientações citadas por Zorzi e Capellini (2009) trazem um método de divisão em três etapas distintas que vão envolver o processo de avaliação (01), o processo de intervenção fonoaudiológica (02) e o processo de inclusão escolar (03), a partir desses três processos é que conseguirá atingir o aluno disléxico de modo a ativar as conexões neurais no seu hemisfério esquerdo e produzir resultados positivos no sentido de inclusão e compreensão, daí a importância da capacitação dos professores e de que se compreenda que a dislexia é uma doença e não uma preguiça ou apenas uma falta de atenção do aluno, pois, o desenvolvimento dessas práticas no ambiente escolar influem no processo de aprendizagem não apenas do aluno disléxico, mas beneficia todos os alunos pois, a neuroplasticidade é benéfica para todos.

5. TEORIAS DA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Estudar a temática do ensino da matemática com enfoque na utilização da neurociência é uma questão necessária principalmente quando se leva em

consideração o alto índice de alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem correlacionadas à matemática. É necessário estabelecer diretrizes pedagógicas concretas que vão auxiliar o aluno dentro do processo de construção do conhecimento matemático, com aplicação de práticas pedagógicas.

A matemática pode ser encontrada em diversos aspectos da vida humana, e não apenas no ambiente escolar. Ela é utilizada na organização familiar, em aspectos cotidianos da vida e seu processo de aprendizagem a partir da educação busca enriquecer a formação intelectual do aluno, tornando-se relevante para a sociedade, no sentido do desenvolvimento do raciocínio lógico e possibilitando novos mecanismos de reação face as situações cotidianas.

Considerando que a profissão exige conhecimento, dedicação, compreensão e aprimoramento na formação, o trabalho do professor precisa ser continuado durante o processo formativo. É necessário quebrar uma cultura de sala de aula relacionada à memória de regras e conteúdo, e resolver o problema dos exercícios repetitivos, e os exercícios repetitivos muitas vezes não são úteis para a aprendizagem dos alunos. Nessa perspectiva, o professor deve realizar uma prática libertadora junto aos alunos, um momento de reflexão, observação e mudança no modo de vida.

Esses recursos de ensino conduzem ao raciocínio lógico, à criatividade e ao despertar das atitudes investigativas dos alunos, o que pode indicar que as aulas de matemática não são mais tradicionais. “O professor que ensina, avalia, pergunta, cobra, enfim, detém o saber, o poder e o controle sobre o que ensina e deve ser ensinado; do aluno – que aprende, busca o saber que não possui, responde” (MACCARINI, 2010, p. 12). Nesse sentido, é que se faz necessário compreender o processo de ensino matemático, sobretudo o processo de avaliação que deve ser valorado no sentido de promoção de avaliação do professor e do aluno.

É justamente nesse aspecto que se consegue avaliar a conduta dos professores em sala de aula, e a utilização de recursos didáticos para atuar em sala de aula. Com isso, é possível proporcionar um melhor aprendizado e disponibilizar conteúdos adequados e benéficos ao processo de ensino. Vale ressaltar que dentre os mecanismos pedagógicos disponíveis para utilização se têm as estratégias como jogos, entretenimento e materiais manipuláveis para oportunizar aos alunos situações de aprendizagem. Esses recursos de ensino apoiam o raciocínio lógico e a

criatividade, e despertam as posições investigativas dos alunos, o que pode indicar que as aulas de matemática não são mais tradicionais.

Um dos objetivos evocados ao longo do trabalho fora sobre a análise das teorias da aprendizagem matemática, levando em consideração a importância da compreensão de todo o processo de ensino e aprendizagem matemática para o desenvolvimento do aluno, sobretudo no que tange aos aspectos formativos educacionais, a aprendizagem da matemática requer o embate de impasses metodológicos e de paradigmas sociais.

O ensino matemático requer o conhecimento de princípios, técnicas e teorias relacionadas à aprendizagem matemática que vão contribuir para o processo de aprendizagem do aluno, assim vejamos abaixo duas teorias importantes para o desenvolvimento psicopedagógico e evolução do pensamento matemático.

5.1 Teoria Comportamentalista e a Matemática

A teoria comportamentalista tem como principais autores John Broadus Watson que é conhecido por fundar a teoria do comportamentismo, comportamentalismo ou ainda behaviorismo. Edward Lee Thorndike e Ivan Petrovich Pavlov, todos esses doutrinadores são extremamente importantes para promoção do conhecimento do behaviorismo enquanto ciência, voltada sobretudo para a psicologia, pois, buscava através de seus mecanismos identificar os comportamentos sociais em relação ao meio ambiente vivido. (SANTOS, JUNQUEIRA, OLIVEIRA, 2015).

A abordagem behaviorista visa analisar o processo de aprendizagem, ignorando os aspectos psicológicos internos do sujeito e focando no comportamento, ou seja, em competências que são consideradas observáveis. Neste conceito de behaviorismo afirma-se que a aprendizagem das crianças ocorre por meio de estimulação e resposta, ou seja, fatores ambientais moldam o comportamento individual, e encaminham para o determinado ou esperado por meio de aproximações sucessivas.

Apesar de Watson (1878-1958), ter sido o grande precursor do Behaviorismo, B. F. Skinner (1904-1990), foi um dos discípulos behavioristas que teve seus estudos amplamente divulgados, inclusive no Brasil, cuja teoria foi inaugurada e permanece presente em todos os discursos da educação. Para Skinner (2009), a aprendizagem da criança

concentra-se na aquisição de novos comportamentos, através de estímulos e respostas, de modo que se torna mecanizada. Os alunos são sujeitos passivos do processo de ensino aprendizagem, onde recebem o conhecimento que é transferido pelo professor. Não há um diálogo entre o sujeito e o conhecimento, esse conhecimento não é construído pela criança. (SANTOS, JUNQUEIRA, OLIVEIRA, 2015, p. 181).

Nesse sentido, essa teoria passa ser aplicada no Brasil, por volta dos atos 70 de modo a organizar o processo educacional e de aprendizagem, o modelo de aula era pautado na organização dos materiais didáticos, ministração de aulas orais que apresentavam aos alunos nas aulas de matemática um enfoque principalmente no conhecimento teórico aliado ao conhecimento prático.

A prática escolar baseada no Behaviorismo propõe planos escolares rígidos, organização e implementação de atividades de ensino sob a responsabilidade do professor, enquanto o professor ainda é responsável por julgar e usar vários argumentos para fortalecer ativamente os comportamentos ensinados em sala de aula. Essa visão também enfatiza a necessidade de reforço e a importância de garantir oportunidades em sala de aula para que os alunos possam expressar o comportamento desejado para o objetivo estabelecido.

Portanto, o ensino inclui a explicação (à exaustão), a aprendizagem inclui a repetição, memorização (ou prática) de todo o conteúdo ensinado, até que possa ser fielmente reproduzido na forma como o professor passou nas aulas e nos dias anteriores. No ensino da matemática, quando a abordagem behaviorista se apresenta como um conceito de aprendizagem, está muito próxima do estado atual da escola. A ordem é: definição, exemplos e exercícios orientados, muitos exercícios fixos, conduzindo a sala de aula.

Assim, o professor “ensina”, apresenta as definições, depois “dá” exemplos e uma série de exercícios do mesmo modelo dos exemplos apresentados para os alunos resolverem. De acordo com a compreensão dos professores, a aprendizagem se dá após uma sucessão de exercícios padronizados memorizativos, a organização do ensino e aprendizagem ocorrem no reforço de exercícios repetitivos com a mesma base (padronizados) em sala de aula são apresentados para os alunos em grau de facilidade e grau de dificuldade. Os desenvolvimentos das atividades Matemáticas em sala de aula obedecem aos mesmos caminhos trilhados pelo professor para explicação e resolução das atividades realizadas no quadro e durante a aula expositiva com uso e apoio do livro didático. (SANTOS, JUNQUEIRA, OLIVEIRA, 2015, p. 185).

O processo de avaliação inclui testes escritos de exercícios padronizados ministrados em sala de aula e, com o apoio de livros didáticos, os alunos são

incentivados a realizar atividades de revisão, revisão de aulas e até mesmo alunos de todos os cursos antes do teste. Eles são lembrados de fazer o conteúdo do exame, ou seja, esse será o conteúdo do exame, essa é a matéria do exame, e os alunos se prepararão para o exame com base no conteúdo ministrado em sala de aula. (MOREIRA, 2011).

Em sala de aula, é possível perceber a persistência dessas práticas nos cadernos dos alunos, planos de aula do professor, trabalhos práticos e testes. Essas práticas são consideradas práticas de ensino e visam melhorar a qualidade e a qualidade do ensino de matemática. As palestras em escolas e sistemas de ensino têm como objetivo preparar os alunos para a vida, a cidadania e a produção de conhecimento.

O significado de ensino que vale a pena mencionar é que notas, conceitos, prêmios e elogios são elementos pré-arranjados de aprendizagem pessoal. No processo de ensino, as recompensas que as crianças recebem são importantes ou condicionais para sua aprendizagem, pois a forma como as crianças recebem estímulos, o tipo de estímulo e a consistência desses estímulos permitem que os alunos continuem aprendendo. (MOREIRA, 2006).

O significado de ensino que vale a pena mencionar é que notas, conceitos, prêmios e elogios são elementos pré-arranjados de aprendizagem pessoal. No processo de ensino, as recompensas que as crianças recebem são importantes ou condicionais para sua aprendizagem, pois a forma como as crianças recebem estímulos, o tipo de estímulo e a consistência desses estímulos permitem que os alunos continuem aprendendo.

A este respeito, se o aluno der a resposta esperada, o professor deve fornecer reforço positivo (por exemplo, elogio) ao aluno e fornecer reforço negativo (por exemplo, punição) quando o aluno tiver uma resposta inesperada). De acordo com Demo (1996, p. 47), o papel dos professores em instituições definidas como ensino tradicional ou prática comportamental é caracterizado por "visões pobres dos líderes de classe".

Neste caso, o professor é compreendido como um "simples repassador de conhecimento alheio" (Demo, 1996, p. 47), exercendo uma função extremamente limitada e um papel tipicamente burocrático e livresco em sala de aula. Ao assumir a postura de mero repassador de conteúdos, o professor acaba por também delimitar severamente o papel do aluno, tolhendo suas possíveis e espontâneas contribuições, impedindo-o de

elaborar um raciocínio mais crítico e autônomo. Assim, ao lado do simples instrutor, tem-se, então, o “discípulo que indigere pacotes instrutivos” (Demo, 1996, p. 53). Ao lado do burocrático ministrador de aulas, tem-se, portanto, o aluno passivo e domesticado que apenas decora e nada mais faz do que compactuar com a atitude de seu professor instrutor. Nesta realidade, o processo de ensino-aprendizagem fica reduzido a uma atividade mecânica de repetição de respostas e estruturas que, muitas vezes, encontram-se vazias de significação tanto para o professor como para o aluno. Não há reflexão, nem diálogo. Não há construção de conhecimento e nem aprendizagem. (SKINNER, 2009, p. 145).

Assim, a hipótese da teoria do behaviorismo de Skinner existe na formação de professores e na prática docente, bem como no âmbito do sistema de ensino que formula avaliações externas, como Provinha Brasil-Avaliação Nacional de Alfabetização (ANA) inclui atividades voltadas para alunos do ensino fundamental de escolas públicas das redes municipal, estadual e federal, com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino oferecido pelas escolas públicas.

Os temas envolvidos na avaliação externa discutidos estão relacionados à análise pedagógica do processo de formação e educação que ocorre em sala de aula, por meio do ensino mecanizado e técnico, inspirado em manuais e livros didáticos. Realizar treinamentos, explicar como o treinamento é realizado e como os resultados são obtidos, ou seja, com base em premissas curriculares e diretrizes normativas, os professores capacitam os alunos para realizar avaliações externas.

Os resultados ou produtos de avaliações externas refletem a aprendizagem hipotética praticada em sala de aula. Diante das reflexões que se orientam, várias são as correntes psicológicas correntes que apontam que o behaviorismo, embora ainda tenha certa influência no campo da psicologia, não ocupa lugar de destaque na psicologia. Os críticos da psicologia e da educação contemporâneos acreditam que a teoria behaviorista limita o comportamento humano, sobre o qual o sujeito não acumula conhecimento e se torna um autômato sem participar de todos os aspectos.

O desenvolvimento da neurociência ajuda a entender o que acontece com o pensamento humano em seus processos internos, bem como a perda da reputação de estímulos e reações, que são as causas do comportamento humano. Comportamento, diferentes formas, ritmos, estilos de aprendizagem e ambiente de aprendizagem permitem que as pessoas entendam melhor que a teoria não é suficiente para explicar a linguagem e os fenômenos de aprendizagem, prendendo assim o behaviorismo em teorias psicológicas influentes.

Dessa forma, é possível compreender a contribuição da neurociência para auxiliar no processo de compreensão e desenvolvimento da ciência matemática, a aplicação dos métodos e as formas de aceitação que envolvem não apenas o aluno, mas todo o seu contexto social, nesse diapasão, compreende-se que a neurociência está ligada a matemática no sentido de criar mecanismos e ligações neurais que vão contribuir para o processo de aprendizagem.

5.2 Teoria Cognitivista e a Matemática

A abordagem behaviorista concentra a atenção no comportamento humano e realiza pesquisas, enquanto o cognitivismo visa analisar pensamentos, comportamento perceptivo, como as pessoas desenvolvem seu próprio conhecimento, como as pessoas geram conhecimento, sobre o mundo e analisar "estímulos" de intervenção e a resposta a todos os aspectos do processo. Desde meados do século 20, novas teorias surgiram no campo da psicologia educacional no Brasil. Piaget, Vygotsky, Ausubel e Wallon são os pioneiros da psicologia cognitiva contemporânea, que propõe que o conhecimento seja construído no ambiente natural de interação social. A teoria construtivista considera o papel ativo do sujeito e do meio ambiente no processo de aprendizagem, e o conhecimento é estabelecido a partir da interação entre o sujeito e o meio ambiente. (SANTOS, JUNQUEIRA, OLIVEIRA, 2015).

A teoria filosófica que fundamenta visão é o interacionismo, proposto pelo filósofo alemão Emanuel Kant (1724 - 1804). A concepção cognitivista da aprendizagem é centrada no aluno. O professor assume o papel de orientador – mediador do processo de ensino aprendizagem, o erro não é concebido como um ato de punição, é visto como parte do processo e o modo pelo qual o professor pode verificar como os alunos estão compreendendo os conteúdos estudados. A análise do erro constitui-se como um mecanismo importante e de referência para o professor, onde ele pode identificar até que ponto o aluno aprendeu a matéria e assim, possa replanejar suas aulas de modo a abordar o mesmo conteúdo de uma forma mais criativa e dinâmica. (MOREIRA, 2011, p. 156).

Nesse método cognitivo, pode-se levar em consideração o papel positivo da criança e do meio ambiente no processo de aprendizagem, de forma a estabelecer a aprendizagem dos alunos de dentro para fora a partir da vivência do background psicológico. O conhecimento é estabelecido por meio da interação e da mediação com o meio ambiente. É importante destacar outras características da

teoria construtivista, que envolvem o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso de informações nos aspectos cognitivos.

Também trata o conhecimento como um "processo" e não como um "estado", ou seja, nenhum conhecimento pode ser considerado preparado e concluído, pois o conhecimento sempre se transforma em elaboração e reafirmação de conceitos, significados e tendências. Não pode ser simplesmente considerado um fato. Distribuídos entre indivíduos, mas construídos por cada aluno individualmente ou coletivamente. (MOREIRA, 2011).

São muitas as teorias baseadas nas ideias do construtivismo, destacando-se a Epistemologia Genética e a Teoria Sócio Histórica, que pautam no processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvido na cognição e procura regularidades nesse processo mental. A epistemologia genética foi desenvolvida pelo biólogo, psicólogo e filósofo suíço Jean Piaget (1982). Para ele, o conhecimento é uma construção contínua, que começa a partir do nascimento, havendo continuidade entre os quatro estágios de desenvolvimento cognitivo: • Sensório-motor (0 – 2 anos); • Pré-operatório (2 – 7 anos); • Operatório-concreto (8 – 11 anos); • Operatório-formal (8 – 14 anos). Segundo Piaget (1982), crescimento cognitivo da criança se dá através de assimilação e acomodação. O indivíduo constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. (NASCIMENTO, 2019, p. 66).

Todo esquema de assimilação foi construído, e cada método de implementação assume um esquema de assimilação. Quando o pensamento é assimilado, ele incorpora a realidade ao seu plano de ação e a impõe no meio. Normalmente, o plano de ação da pessoa não pode absorver a situação dada. Nesse caso, a mente desistirá ou mudará. Quando a mente muda, Piaget chama isso de adaptação. A adaptação leva à construção de novos esquemas de assimilação, promovendo o desenvolvimento cognitivo. (MARÇAL, 2009).

Para melhor explicar a acomodação e assimilação de Piaget, quando uma criança participa ativamente das atividades diárias da casa ou da escola, ela vai absorver todas as informações sobre o ambiente físico e social e transformá-las no que é obtido na estratégia de ação ambiental. Quando a criança transformar os conhecimentos adquiridos em novas estratégias de ação, ela perceberá a adaptação do organismo no meio físico, psicológico e de convivência.

Por meio de assimilação e ajuste contínuos, cada um organizou seu próprio conceito de realidade e seu próprio conhecimento. Nessa mesma direção, a adaptação ainda está associada a esses pressupostos, que constituem a verdadeira

organização para encontrar um conhecimento ambiental equilibrado dentro do sujeito. Vejamos o que prediz Marçal (2009):

(...) traz uma definição dos atos biológicos e dos termos referenciados afirmando que: [...] os atos biológicos são atos de adaptação ao meio e organização do meio ambiente, sempre procurando manter um equilíbrio, ou seja, a organização é inseparável da adaptação, essa que por sua vez é a essência do funcionamento intelectual. A organização é a habilidade do indivíduo de integrar as suas estruturas prévias em sistema coerentes. [...] a assimilação é o processo pelo qual uma pessoa integra um novo dado perceptual, motor ou conceitual às estruturas cognitivas prévias, e [...] acomodação é toda modificação dos esquemas de assimilação sob a influência de situações exteriores ao quais se aplicam. E [...] equilíbrio trata de um ponto de equilíbrio entre a assimilação e a acomodação. (MARÇAL, 2009, p. 01).

Nesta descrição, aprender matemática significa caracterizar a ação de "fazer matemática": experimento, explicação, visualização, indução, conjectura abstração, generalização e prova final. É o comportamento do aluno, diferente de seu papel passivo diante do conhecimento formal, basicamente baseado na disseminação ordenada de "fatos", geralmente na forma de definições e atributos. Na pesquisa em educação matemática, o conhecimento é estabelecido por meio de muita pesquisa, exploração e descrição. Esse conhecimento é realizado no tempo e no espaço da educação. Utiliza materiais de apoio e manipuláveis, sua finalidade e desenvolvimento é entender e se envolver em matemática.

Os professores e educadores envolvidos no ensino e aprendizagem da matemática devem perceber em sua prática de ensino que os conceitos matemáticos não serão manipulados ou absorvidos imediatamente ou mecanicamente. Após um período de experimentos matemáticos e aprendizado de línguas, eles foram gradualmente absorvidos. Para os alunos, a referência para a experiência em matemática é a matemática. A atividade proposta irá explorar diretamente as áreas do conhecimento que afetam as opiniões dos alunos, a forma como interagem com professores e colegas, o que por sua vez afeta a matemática que as crianças aprendem e o seu estilo de aprendizagem. (MARÇAL, 2009).

Na aula de matemática, quando as crianças têm a oportunidade de discutir sua compreensão da matemática, mostrar aos alunos tarefas significativas e incentivá-los a resolver problemas, ao invés de seguir os procedimentos propostos pelo professor, de forma a desenvolver uma série de estratégias para chegar a soluções e proporcionar aprendizagem da matemática. Os alunos não apenas

podem desenvolver suas próprias estratégias para realizar as atividades matemáticas escolares, mas todos têm a oportunidade de gerar seus próprios conhecimentos matemáticos. Ou seja, o conhecimento matemático não pode ser fornecido aos alunos. (MARÇAL, 2009).

Nessa perspectiva, os alunos desenvolverão conceitos matemáticos ao se envolverem em atividades matemáticas, incluindo sua compreensão de "métodos" e as explicações que viram ou ouviram no processo de aprendizagem e ensino e aprendizagem de professores. Essa conformidade significa que a escola oferece aos alunos atividades adequadas para o desenvolvimento da matemática, e não inclui a exposição do matemático do matemático. A atividade suficiente é parte da condição de que o aprendizado se torne um processo bem planejado e os alunos tenham que acumular seus próprios conhecimentos. Dessa forma, o professor não é a figura central do processo, mas o aluno. (SANTOS, JUNQUEIRA, OLIVEIRA, 2015).

É importante enfatizar a interação entre professores e alunos, pois a interação ocorrerá entre os alunos que influenciam o conteúdo e os estilos de aprendizagem. Os professores desempenham um papel vital no desenvolvimento do que Guimarães (1992) chamou de ambiente de resolução de problemas, no qual as crianças podem falar livremente sobre sua matemática. Para estabelecer um contrato educativo com os alunos de forma a ajudar sempre os seus colegas na aprendizagem social e coletiva, o papel do professor é também essencial, não sendo uma atividade secundária, mas sim o aspecto central do papel. (BRITO, 2001).

Enquanto os professores-alunos assumirem este contrato educacional, o ensino mecanizado tradicional não fornecerá oportunidades de aprendizagem e a proporção da cooperação dos alunos aumentará. No desenvolvimento desses exercícios diários em sala de aula, será possível perceber que o conhecimento que os alunos aprendem nesta ou em qualquer outra situação da sala de aula supera em muito a matemática. Eles têm uma forte crença na matemática, no seu papel e no papel dos professores. Além disso, a consciência dos valores das pessoas se desenvolve com o desenvolvimento de atitudes, motivações e formas criativas.

Essa abordagem possibilita aos alunos a autonomia intelectual e motivação para dialogar acerca dos seus "métodos" de solução, sem os avaliar pela sua correção é caracterizada pelo desenvolvimento de uma autoconfiança entre o professor e os alunos. O professor atua nesse sentido como o mediador, realizando ações e interações no processo de ensino-aprendizagem em Matemática. Nesse quadro é possível também adicionar

os pólos sujeito/objeto, a mediação do outro, do grupo, das relações sociais, que apresenta a aprendizagem em total complexidade. Desta forma, o processo de construção do conhecimento constitui-se num quadro epistêmico para dar conta da produção dos conhecimentos. Vygotsky (1984) salienta que o caráter sociocultural do ensino e da aprendizagem se faz presente na mediação, onde o aprendiz depende inevitavelmente de outros atores, como colegas e professores principalmente. A Teoria Sócio Histórica ou Sóciointeracionismo, representada principalmente pelo psicólogo russo Liev S. Vygotsky, que considera o desenvolvimento cognitivo ocorre através de um processo de interação social, de objetos fornecidos pela cultura. A partir desta teoria, pressupõe-se que todas as crianças podem fazer mais do que conseguiriam fazer por si sós. Pedagogicamente, a importância da escola e do professor se destacam. (SANTOS, JUNQUEIRA, OLIVEIRA, 2015, p.192).

Este método confere aos alunos autonomia intelectual e motivação para falarem dos seus "métodos" de solução sem a necessidade de avaliarem os seus métodos corretivos e caracteriza-se pela autoconfiança estabelecida entre professores e alunos. Nesse sentido, os professores desempenham o papel de mediadores, realizando ações e interações no processo de ensino da matemática. Nesse quadro, também podem ser agregados tópicos / objetos, ou seja, a mediação da outra parte na relação social, o que torna o aprendizado muito complicado.

Dessa forma, o processo de construção do conhecimento constitui uma estrutura de conhecimento para ilustrar a geração de conhecimento. Vygotsky (1984) apontou que as características sociais e culturais do ensino e da aprendizagem existem na mediação, onde os alunos dependem inevitavelmente de outros participantes, como colegas e professores. A teoria histórico-social é representada principalmente pelo psicólogo russo Liev S. Vygotsky, que acredita que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio do processo de interação social por meio de objetos fornecidos pela cultura.

Assim, de uma perspectiva interativa, o ensino da matemática deve mostrar a relação direta entre os alunos e a realidade. Atualmente, a teoria tem sido amplamente utilizada em suas faces e interfaces por meio da "matemática das humanidades", "resolução de problemas", "uso de jogos" e da história da matemática. Vygotsky (1896-1934) trouxe os métodos históricos e culturais para o centro da aprendizagem escolar. Enfatiza que as particularidades do ser humano, como percepção, representação, interpretação, ação e sentimento, são todas derivadas da vida social.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como principal objetivo, analisar quais as principais teorias de ensino baseadas na neurociência, no intuito de contribuir com um aprendizado cada vez mais aprofundado na linguagem matemática pelos discentes. Para isso, foram desenvolvidos os seguintes passos: conceituou-se neurociência e neurociência cognitiva; apresentou-se a ligação entre a neurociência e o processo de aprendizagem de um indivíduo, principalmente na área da matemática; foram expostos as principais teorias da aprendizagem e dentre estas, destacou-se qual possui um maior vínculo com as estratégias de ensino baseadas na neurociência.

Posteriormente, foi realizado um estudo exploratório de revisão de literatura utilizando trabalhos publicados em bases de dados consideradas cientificamente confiáveis, as quais foram incluíram fontes científicas que se encontram indexadas às seguintes bases de dados: Google Scholar, repositório de universidades brasileiras, Scielo (Scientific Eletronic Library Online), bem como, revistas consideradas idôneas sobre o tema de estudo.

No desenvolvimento deste trabalho, notou-se que é de suma importância a construção de conhecimento sobre a neurociência no sentido de compreensão do cérebro humano e as formas de promover o aprendizado do aluno. Isso porque através da neurociência consegue-se compreender as dificuldades dentro do processo de aprendizado dos alunos e, por conseguinte estabelecer parâmetros interventivos encontrados no processo de aprendizagem. Ao longo do trabalho, diversos temas foram abordados como: a neuroplasticidade que torna possível fortalecer as regiões cerebrais que estão envolvidas no processamento da fala e assim, junto ao aluno, superar as dificuldades associadas à dislexia e outros fatores que retardam a aprendizagem. Para tanto, existem estudos que comprovam os benefícios da neuroplasticidade em alunos com dislexia e outras dificuldades de aprendizagem, tendo em vista a significativa melhora da compreensão e da linguagem através do treinamento e ainda aspectos relacionados à memória e competência matemáticas.

Outra questão tratada foi sobre a necessidade de aplicação da prática pedagógica objetivando uma atenção ao processo de aprendizagem, pois através dela é possível compreender os mecanismos e ferramentas disponíveis para se trabalhar com alunos nos mais variados níveis educacionais, ainda que apresentem diferentes dificuldades de aprendizado.

Portanto, o bom funcionamento da memória dentro do processo de aprendizagem deve ser compreendido como um balanceamento equilibrado entre ganho e perda, dessa forma a neurociência busca compreender esse processo de adquirir, reter e usar as informações e os conhecimentos denominado de memória, e também como a aprendizagem pode refletir de forma direta na alteração do comportamento do aluno com base das experiências apresentadas em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, M. L. O Papel dos Cursos de Letras na Formação dos Professores de Línguas: ontem, hoje e sempre. In: SILVA, K. A. da. **Ensinar e Aprender Línguas na Contemporaneidade – linhas e entrelinhas**. Campinas – SP: Pontes Editores, 2010, p.235-255.

ANDRAUS, G. **As Histórias em Quadrinhos como Informação Imagética Integrada ao Ensino Universitário**. 2008. 35 f. Tese (Doutorado), Curso de Neuropsicologia, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo – SP, 2008. Disponível em: <http://teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27154>. Acesso em: 17 ago. 2020.

ARAÚJO, Andrea S.; MENEZES, Aurelania M de C.; ARAÚJO, Aline C. S. **A Educação de Surdos: Formação de Professores na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)**. Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia, 2017, vol.11, n.38, p.199-211.

ARAÚJO, F. G. da S. *et al.* Neurociência e o Ensino da Matemática - um estudo sobre os estilos de aprendizagem e as inteligências múltiplas. **Research, Society**

And Development, Fortaleza - CE, v. 8, n. 12, p. 1-28, out. 2019. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1670>. Acesso em: 05 ago. 2020.

BARBOSA, I. de J. **Neurociência e Educação - Um Estudo sobre Aprendizagem e o Fracasso Escolar na Adolescência**. 2019. 57 f. Monografia (Especialização) - Curso de Neurociências, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte - MG, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/>. Acesso em: 05 ago. 2020.

BARROSO, Antônio Carlos Carneiro. **Sistema Nervoso**. Colégio Estadual Dinah Gonçalves. 2020. Disponível em: <https://ensinodematemtica.blogspot.com/2010/11/sistema-nervoso.html>. Acesso em 04 de set de 2020.

BASTOS, L. de S.; ALVES, M. P. **As Influências de Vygotsky e Luria à Neurociência Contemporânea e à Compreensão do Processo de Aprendizagem**. Disponível em: <https://web.unifoa.edu.br/praxis/numeros/10/41-53.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

BRANDÃO, A. dos S.; CALIATTO, S. G. Contribuições da Neuroeducação para a Prática Pedagógica. **Revista Exitus**. Santarém – PA, v.9, n.3, p.521-547, jul. 2019.

BRAVO, J. A. F. **Neurociencias y enseñanza de la Matemática**: prólogo de algunos retos educativos. Revista Iberoamericana de Educación, Madrid, n. 51/3, p. 1-12, 25 jan. 2010.

BRITO, M. R. F. (2001). **Contribuições da psicologia educacional a educação matemática**. In: Brito, M. R. F. (Org.). Psicologia da educação matemática (pp. 49-68). Florianópolis: Insular. 2001.

CÂNDIDO, Edilde da Conceição. **Psicopedagogia para a dislexia nas séries iniciais do ensino fundamental**. Especialização em Psicopedagogia. Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro: RJ. 2013.

CARDOSO, M. A.; QUEIROZ, S. L. As Contribuições da Neurociência para a Educação e a Formação de Professores - Um diálogo necessário. **Cadernos da Pedagogia**, Rio de Janeiro - RJ, v. 12, n. 24, p. 30-47, jan. 2019.

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

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação - como o cérebro aprende**. Porto Alegre - RS: Artmed, 2011. 147 p.

COSTA, Maria Tereza. **Dificuldades de aprendizagem/** Maria Tereza Costa. – Curitiba: Editora São Braz, 2019.

CUNHA, P. A. F. **Neurociência e Educação - A estimulação cognitiva como possibilidade de intervenção na educação inclusiva**. 2015. 49 f. Monografia (Especialização) - Curso de Desenvolvimento Humano, Educação e Inclusão

Escolar, Departamento de Psicologia Escolar, Universidade de Brasília - UNB, Brasília - DF, 2015. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/>. Acesso em: 05 ago. 2020.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo – SP: Atlas, 2008.

GONÇALVES, A. dos R. S. **Neurociência e Educação Jesuítica**. 2018. 19 f. Monografia (Especialização) - Curso de Educação Jesuítica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, Juiz de Fora - MG, 2018. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7502/Amanda%20dos%20Reis_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 ago. 2020.

HAASE, Vitor Geraldi. FERREIRA, Fernanda Oliveira. **Neurociência cognitiva e educação matemática**. Conferência: IV Encontro de Educação Matemática de Ouro Preto. 2009.

JÚNIO, C. de O. S.; BARBOSA, I. dos S. Neurociência Cognitiva e Educação Infantil - Possibilidades de Aprendizado. **BIUS - Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**, Manaus - AM, v. 8, n. 2, p. 49-59, fev. 2017.

LENT, Roberto. **Cem Bilhões de Neurônios?** Conceitos Fundamentais de Neurociência - 2ª edição. Atheneu, 2010.

MARÇAL, V. E. R. (2009). **A Inteligência como Adaptação**: Relação entre Acomodação e assimilação. Disponível em <<http://vicentemarc.al.unir.br/a-inteligencia-comoadaptacaorelacao-entre-acomod>>. Acesso em 23 de out. 2020.

MACCARINI, Justina Motter. **Fundamentos e metodologias do ensino de Matemática**. Curitiba: Fael, 2010.

MARQUES, J. R. **O Que é Neurociência?** 2016. Disponível em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal>. Acesso em: 05 ago. 2020.

MLODINOW, Leonard. **Sublimar como inconsciente influência nossas vidas**. Zahar. 2018.

MOREIRA, M. A. & MASINI, E. A. F. S. (2006). **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro.

MOREIRA, M. A. (2011) **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU.

NASCIMENTO, D. de S. **Neurociência e Aprendizagem – percepções metacognitivas dos discentes do curso de licenciatura em biologia da UFRB**. 2019. 110 f. TCC (Curso de Graduação), Biologia, Universidade Federal do Recôncavo Baiano – UFRB, Cruz das Almas – BA, 2019. Disponível em: <https://repositoriodigital.ufrb.edu.br/bitstream>. Acesso em: 17 ago. 2020.

NOLASCO, W. **O Ensino de Matemática como Forma de Aquisição de Competências Básicas Necessárias à Formação do Cidadão**. 2016. 32 f. TCC (Graduação), Curso de Matemática, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia –

UESB, Vitória da Conquista – BA, 2016. Disponível em: <https://www.uesb.br/cursos>. Acesso em: 17 ago. 2020.

OLIVEIRA, G. G. de. **Neurociências e os Processos Educativos – um saber necessário na formação de professores**. 2011. 146 f. Dissertação (Mestrado), Curso de Educação, Universidade de Uberaba – Uniube, Uberaba – MG. Disponível em: <https://uniube.br/biblioteca/novo/base/teses>. Acesso em: 17 ago. 2020.

PIZYBLSKI, Luciana Montes. JUNIOR, Guataçara dos Santos. PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. **Relações entre o ensino da matemática e a neurociência**. UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. PPGECT – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. 2009.

REIS, Alexsandro Luiz dos. Et. al. **A neurociência e a educação: como nosso cérebro aprende?** III Curso de Atualização de Professores da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio. Ouro Preto. 2016.

RELVAS, M. P. **Neurociência e Transtornos de Aprendizagem**. 3ª edição. Rio de Janeiro. 2009.

RELVAS, M. P. **Neurociência Na Prática Pedagógica**. Rio De Janeiro: Wak, 2012.

REZENDE, M. R. K. F. **A Neurociência e o Ensino-Aprendizagem em Ciências – um diálogo necessário**. 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós Graduação em Educação e Ensino de Ciências, Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus – AM, 2008. Disponível em: <https://pos.uea.edu.br/data>. Acesso em: 17 ago. 2020.

RIBEIRO, Sidata. **Tempo de Cérebro**. Neurociências. Revista de Estudos Avançados. 2013.

ROSA, C. P. da. **Neurociência - Uma aliada no processo de aprendizagem escolar**. 2014. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Psicopedagogia Clínica e Institucional, Faculdade Dom Bosco, Sananduva, 2014. Disponível em: <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos>. Acesso em: 05 ago. 2020.

ROSSI, J. M. **O Ensino da Matemática nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental**. 2010. 34 f. TCC (Graduação), Curso de Matemática, Centro Universitário La Salle – Unilassalle, Canoas – RS, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.unilasalle.edu.br>. Acesso em: 17 ago. 2020.

SALLA, F. **Neurociência: como ela ajuda a entender a aprendizagem**. 2012. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteúdo/217>. Acesso em: 17 ago. 2020.

SANT'ANNA, A. M. M. **Educação Matemática e Neurociência - um diálogo possível**. 2016. 66 f. Monografia (Especialização) - Curso de Neurociência Pedagógica, Universidade Cândido Mendes - UCM, Rio de Janeiro - RJ, 2016. Disponível em: http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/B004195.pdf. Acesso em: 05 ago. 2020.

SANTOS, Anderson Oramisio. JUNQUEIRA, Adriana Mariano Rodrigues. OLIVEIRA, Guilherme Saramago de. **Teorias da Aprendizagem e conhecimento matemático: aportes teóricos a prática docente**. Volume 19. N.1. pp. 179. 2015.

SANTOS, C. J. G. dos. Tipos de Pesquisa. **Oficina da Pesquisa**. [s.l], v.1, n.1, p.110-115, jan. 2010. Disponível em: <https://www.oficinadapesquisa.com.br>. Acesso em: 05 ago. 2020.

SEIBERT, Tania Elisa. GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira. **Contribuições da neurociência para a educação matemática de uma pessoa com necessidades educativas especiais intelectivas**. Revista Educação Especial. V.27. n.48. p-233-248. Santa Maria. 2014.

SILVA, F. da.; MORINO, C. R. I. Contribuições de Neurociências à Formação de Professores – mediando transtornos e dificuldades de aprendizagem. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**. [s.l], v.4, n.2, p.44-68, out. 2015.

SILVA, M. V. da. **As Dificuldades de Aprendizagem da Matemática e sua Relação com a Matofobia**. 2014. 58 f. Monografia (Especialização), Curso de Fundamentos da Educação – Práticas Pedagógicas Interdisciplinares, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Princesa Isabel – PB, 2014. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream>. Acesso em: 17 ago. 2020.

SILVA, Nilza Sebastiana da; SILVA, Fábio José Antônio da. **A dislexia e a dificuldade na aprendizagem**. Revista Científica Multidisciplinar, Ano 1, Vol 5, pp. 75-87 julho 2016.

TABACOW, L. S. **Contribuições da Neurociência Cognitiva para a Formação de Professores e Pedagogos**. 2006. 263 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Pontifícia Universidade Católica - PUC, Campinas - SP, 2006. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br/>. Acesso em: 05 ago. 2020.

TOPCZEWSKI, Abram. **Dislexia, como lidar?** São Paulo: All Print Editora, 2010.

VIEIRA, E. P. P. Neurociências, Cognição e Educação – limites e possibilidades na formação de professores. **Revista Práxis**. [s.l], v.4, n.8, p.31-38, 2012.

WEINSTEIN, M. C. A. **Neurociência Ajuda a Ensinar Matemática**. 2017. Disponível em: <https://revistaeducacao.com.br/2017/08/21>. Acesso em: 05 ago. 2020.

YOGOTSKY, L. S. (1984). **A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes Editora. 1984.

XIMENES, Sérgio. **Discalculia Dislexia e Matemática**. Instituto Inclusão Brasil. 2017. Disponível em: <https://institutoinclusaobrasil.com.br/discalculia-dislexia-e-matematica/#:~:text=Alguns%20disl%C3%A9xicos%20t%C3%AAm%20problemas%20com,portanto%20est%C3%A1%20ligada%20a%20dislexia>. Acesso em 15 de set. de 2020.

YLINEN S. y KUJALA T. **“Neuroscience illuminating the influence of auditory or phonological intervention on language-related deficits”**. Frontiers in Psychology 6(137), February. 2015.

ZORZI, Jaime Luiz; CAPELLINI Simone Aparecida. **Dislexia e outros distúrbios de leitura-escrita: letras desafiando a aprendizagem**. 2º edição. São José dos Campos: Pulso, 2009.

Carta de Aceite

Belo Horizonte, 19 de abril de 2021.

A Synapse Editora registrada no CNPJ 40.688.274/0001-30, declara para os devidos fins, que o trabalho abaixo descrito foi submetido e *ACEITO PARA PUBLICAÇÃO* para ser inserido como capítulo do livro “Educação contemporânea: novas metodologias e desafios”.

Cada capítulo recebe o nome do artigo publicado.

Título: "NEUROCIÊNCIA E O ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA"

Autor(es):

Elias A. da S. Júnior

Renato Germano

Atenciosamente,



Prof. Washington Moreira Cavalcanti
Editor-Chefe Synapse Editora