

## DESENVOLVIMENTO NA PRIMEIRA INFÂNCIA: Converging Neurociências e Educação

Livia Crespi<sup>1</sup>

Deisi Noro<sup>2</sup>

Márcia Finimundi Nóbile<sup>3</sup>

### RESUMO

A Primeira Infância, período que compreende os seis primeiros anos de vida, é uma etapa da vida na qual se observam intensas alterações na estrutura e no funcionamento cerebral. Pesquisas indicam que durante os primeiros anos de vida se forma a arquitetura cerebral que permite que aprendizagens alcançadas fundamentem o desenvolvimento nas etapas subsequentes. Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, fazendo uso de revisão bibliográfica em autores das áreas de Neurociência e Educação a fim de elencar saberes transdisciplinares que possam promover esclarecimentos sobre o desenvolvimento e a aprendizagem na Primeira Infância. A pesquisa aponta que o conhecimento sobre termos, como neuroplasticidade, estímulos, emoção e memória, favorece o diálogo entre Neurociências e Educação, além de colaborar para o esclarecimento sobre a temática aos docentes que lecionam para crianças na Educação Infantil (EI), fomentando o desenvolvimento de práticas pedagógicas que consideram o funcionamento cerebral na Primeira Infância.

**Palavras-chave:** Neurociências; Educação; Primeira Infância.

### DEVELOPMENT DURING EARLY CHILDHOOD: CONVERGING NEUROSCIENCE AND EDUCATION

### ABSTRACT

Early Childhood, a period that comprises the first six years of life, is a stage in which intense changes in brain structure and functioning are observed. Research indicates that during the first years of life the brain architecture is formed and it allows learnings from this period to fund development in subsequent stages. This study is characterized as a qualitative research, using a bibliographic review in authors from the areas of Neuroscience and Education in order to provide transdisciplinary knowledge that can promote clarifications about development and learning in Early Childhood. This research points out that knowledge about terms such as neuroplasticity, stimuli, emotion and memory favors the dialogue between Neurosciences and Education, besides collaborating to clarify the theme to teachers who teach to children in Early Childhood Education, fostering the development of pedagogical practices that consider brain functioning in Early Childhood.

**Keywords:** Neuroscience; Education; Early childhood.

Submetido em: 17/6/2020

Aceito em: 11/2/2021

<sup>1</sup> Autor correspondente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/7810296894397946>. <https://orcid.org/0000-0002-0689-3378>. [saianicrespi@gmail.com](mailto:saianicrespi@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/5640651393916743>. <https://orcid.org/0000-0003-1551-5085>

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/0416200191480545>. <https://orcid.org/0000-0001-7434-3661>

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a Primeira Infância é reconhecida como o período entre o nascimento e os seis primeiros anos de vida. Esta delimitação de idade encontra-se no Marco Legal da Primeira Infância, Lei nº 13.257, de 8 de março de 2016, que enquanto política pública busca, entre outros objetivos, a apresentação de ações afirmativas em torno da oferta de educação de qualidade para as crianças que se encontram nessa faixa etária, destacando o seu impacto para o desenvolvimento e para a constituição do ser humano.

Em relação ao atendimento educacional voltado a essa faixa etária, a EI se destaca como a primeira etapa da Educação Básica brasileira na qual o fazer pedagógico direciona-se às crianças entre zero e 5 anos e 11 meses, atendendo, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Resolução CNE/C nº 2, de 22 de dezembro de 2017, os bebês (faixa etária de zero a 1 ano e 6 meses) e as crianças bem pequenas (faixa etária de 1 ano e 7 meses a 3 anos e 11 meses) na creche e as crianças pequenas (faixa etária de 4 anos a 5 anos e 11 meses) na pré-escola.

Cabe lembrar que a EI passou a ser obrigatória para as crianças de 4 e 5 anos apenas por meio da Emenda Constitucional nº 59/2009, que determinou a obrigatoriedade da Educação Básica dos 4 aos 17 anos. Essa extensão da obrigatoriedade foi incluída na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em 2013, consagrando plenamente a obrigatoriedade de matrícula de todas as crianças de 4 e 5 anos em instituições de EI (BRASIL, 2017).

Com a inclusão da EI na BNCC, esta etapa da Educação Básica se integra definitivamente às demais, agindo como o início da escolarização formal e da inclusão da criança em outro ambiente que não o familiar, promovendo novas interações sociais, vínculos afetivos e experiências. Nesse sentido, Lima (2016, p. 8) indica que a EI é extremamente relevante para o desenvolvimento humano, já que durante a Primeira Infância ocorre a formação e a ampliação dos acervos de memória que fornecem as bases para as aprendizagens nas etapas futuras do ensino básico, “as estruturas cerebrais formadas neste período impactam por décadas a apropriação e utilização de sistemas simbólicos e os processos de pensamento”.

Em vista disso, destaca-se a importância dos docentes que lecionam para a EI compreenderem as especificidades do desenvolvimento e da aprendizagem das crianças na faixa etária atendida. Para tanto, faz-se necessário que os docentes que lecionam nesta etapa compreendam que o cérebro é o propulsor da aprendizagem, das sensações, das percepções, das emoções, das memórias, das diferentes formas de agir, de pensar, de sentir e de aprender.

Ao destacar a potencialidade do cérebro, reforça-se a necessidade de os docentes promoverem oportunidades educativas múltiplas, em intensidade, frequência e qualidade, uma vez que as experiências vivenciadas nos primeiros anos de vida podem impactar o desenvolvimento da arquitetura cerebral, o aprendizado e o comportamento dessas crianças em longo prazo.

Cosenza e Guerra (2011) ainda esclarecem que o fazer docente pode se tornar mais eficiente e significativo ao passo que se aproxima de conhecimentos produzidos por pesquisas em diferentes áreas das Neurociências, uma vez que para os autores:

Conhecer a organização e as funções do cérebro, os períodos receptivos, os mecanismos de linguagem, da atenção e da memória, as relações entre cognição, emoção, motivação e desempenho, as dificuldades de aprendizagem e as intervenções a elas relacionadas, contribui para o cotidiano do educador na escola (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 143).

As Neurociências se apresentam como um conjunto de diferentes campos de pesquisas científicas que se relacionam por meio do estudo do Sistema Nervoso (SN), bem como de suas estruturas, funcionalidades, processos de desenvolvimento e seus desvios. Rooney (2018, p. 7) pontua que a partir dos estudos interdisciplinares provenientes dos diferentes campos que a compõe se possibilita uma compreensão mais detalhada de “como funcionam nossos sistemas sensoriais, de como controlamos o corpo e de como operam o aprendizado e a memória”.

Lent (2019) esclarece que enquanto disciplina científica, a Neurociência é consideravelmente nova, datando de 1970 as primeiras tentativas de unir em uma única disciplina diferentes áreas científicas, como a Neurologia, a Psiquiatria, a Psicologia Cognitiva, a Neuroanatomia, a Neurofisiologia, a Neuroquímica, a Neurofarmacologia, a Biologia, as Ciências da Informação e da Computação, entre outras.

Como resultado da convergência entre as referidas áreas de pesquisa, diferentes estudos transdisciplinares sobre cérebro humano e suas funções originaram-se com potencial de estabelecer diálogos com distintos campos do saber, entre eles a Educação, visto que:

Cada vez mais a Neurociência consegue desvendar a conectividade cerebral e a dinâmica da interação funcional entre o cérebro e o ambiente, bem como os caminhos do desenvolvimento do sistema nervoso e os mecanismos de neuroplasticidade, que tornam o cérebro capaz de moldar-se, adaptar-se e modular o seu desenvolvimento de acordo com estímulos externos (LENT, 2019, p. 6).

Cabe ressaltar que os movimentos em torno da interlocução entre Neurociências e Educação não visam formar docentes especializados em fisiologia cerebral, nem mesmo criar uma nova metodologia pedagógica baseada em pesquisas conduzidas em laboratórios e desacoplada da realidade escolar. O propósito dessa aproximação centra-se na possibilidade dos saberes neurocientíficos apresentarem uma visão mais específica sobre o processo de ensino e de aprendizagem ao docente, oferecendo ferramentas capazes de analisar e intervir no percurso da aprendizagem para que se alcance o potencial de cada aluno, colaborando para seu desenvolvimento cognitivo (OLIVEIRA, 2015).

Nesse sentido, a pesquisa objetiva inicialmente indicar fundamentos a favor da aproximação entre Neurociências e Educação, para, em seguida, apresentar saberes convergentes entre as áreas no tocante ao desenvolvimento cerebral e a aprendizagem na Primeira Infância, abordando temas, como: estimulação, neuroplasticidade, conexões neurais, emoção, memória e aprendizagem.

Para tanto, faz-se uso de uma metodologia qualitativa de natureza exploratória, com uso de revisão bibliográfica em autores, como Antunes (2011), Brandão (2004), Cosenza e Guerra (2011), Domingues (2007), Herculano-Houzel (2009), Izquierdo

(2017), Lima (2016), Maia (2011), Oliveira (2015), Oliveira e Lent (2018), Rooney (2018) e Shore (2000). O uso da metodologia qualitativa nessa pesquisa se justifica por:

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa [...] consistirem na escolha adequada de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos (FLICK, 2009, p. 23).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relevância dos primeiros anos de vida do ser humano para seu desenvolvimento integral é consenso entre pesquisadores, como Cosenza e Guerra (2011), Lima (2016) e Shore (2000). Cosenza e Guerra (2011), por exemplo, indicam que neste período as sinapses e as conexões neurais estão em formação, garantindo repostas mais eficazes aos estímulos recebidos pelas crianças no ambiente em que se encontram, influenciando todo o ciclo de vida posterior delas.

Os estímulos externos oferecidos às crianças por adultos que com elas convivem, tanto no ambiente familiar quanto no ambiente escolar, apresentam grande impacto para o desenvolvimento infantil, visto que é na interação social que o sujeito se constrói. No argumento de Antunes (2011) a criança e o adulto tendem a obter resultados positivos de uma estimulação adequada. Em suas palavras:

Estimular cérebros infantis com seriedade não apenas os ajuda, e muito, como também aguça a sensibilidade e anima o afeto de quem a propõe. Desta maneira, dispor de bases educacionais para estimular o cérebro de uma criança é tarefa essencial e insubstituível e, se por um lado, ajuda a cognição, pensamento, linguagem, inteligências e memória de quem recebe, por outro lado gratifica de forma ilimitada quem ganha o privilégio de usufruir essas mudanças e, percebendo essas transformações, descobrir-se agente nesse progresso (ANTUNES, 2011, p. 9).

Sabendo-se que a construção da estrutura e do funcionamento cerebral é um processo gradual e complexo, derivado da interação entre fatores, como a herança genética, as condições do meio, a nutrição e o sono, demonstra-se a necessidade de oferecer um ambiente saudável e estimulante para as crianças, além de qualificar profissionalmente quem interage com elas e promove aprendizados no ambiente escolar.

A compreensão de que o cérebro é o órgão responsável pelo desenvolvimento e pelo aprendizado tem sido corroborada por pesquisas neurocientíficas que exploram as bases neurais do desenvolvimento e da aprendizagem. As Neurociências, em seus mais variados desdobramentos de pesquisa, estudam o Sistema Nervoso Central (SNC) e o Sistema Nervoso Periférico (SNP), bem como suas estruturas, suas funções específicas e o comportamento humano resultante do funcionamento e das modificações destas estruturas (COSENZA; GUERRA, 2011).

Por se tratarem de pesquisas que envolvem diferentes campos do saber, as Neurociências são classificadas didaticamente por Lent (2001) em cinco disciplinas que, em conjunto, apresentam um panorama complexo e interdisciplinar sobre o Sistema Nervoso (SN) humano, sendo elas: a Neurociência Molecular, a Neurociência Celular,

a Neurociência Sistêmica, a Neurociência Comportamental e a Neurociência Cognitiva. Ressalta-se que apesar de serem categorizadas em disciplinas distintas, as pesquisas neurocientíficas devem ser interpretadas em sua coletividade, uma vez que o avanço na compreensão de como o cérebro funciona advém justamente da interlocução de diferentes saberes.

Para Lent (2001), as disciplinas neurocientíficas possuem objetos de estudo que investigam desde objetos de estudo microscópicos, como a Neurociência Molecular e a Neurociência Celular, que investigam a importância funcional, a interação, as estruturas e as funções de diferentes moléculas e células que formam o SN. A Neurociência Sistêmica busca o entendimento sobre os sistemas sensorial, visual, auditivo, motor, vestibular, entre outros. Estabelecendo relação com objetos de estudo, como as estruturas neurais, que definem comportamentos e fenômenos psicológicos, e as capacidades mentais complexas, como a cognição, a linguagem, a autoconsciência e a aprendizagem, encontram-se a Neurociência Comportamental e a Neurociência Cognitiva.

Na atualidade, avanços tecnológicos têm permitido que as pesquisas neurocientíficas se tornem menos invasivas e que possam ser conduzidas sem a necessidade de procedimentos cirúrgicos para a observação do cérebro em funcionamento. Com o suporte de técnicas de neuroimagem, como a Ressonância Magnética (MRI) e a Ressonância Magnética Funcional (fMRI), é possível observar direta ou indiretamente a estrutura e o funcionamento do SN, identificando, pela alteração de fluxo da corrente sanguínea em determinada área do cérebro, quais mecanismos cerebrais são ativados, por exemplo, durante a fala, a aprendizagem, a leitura e a escrita, apontando possibilidades mais eficazes para garantir a consolidação destes processos. Shore (2000) esclarece que:

A ressonância magnética (MRI) deu aos neurocientistas uma visão muito mais detalhada do cérebro do que era anteriormente possível se conseguir; uma tecnologia relacionada, conhecida como ressonância magnética funcional, oferece novos enfoques sobre como o cérebro funciona. Talvez o mais notável avanço na representação do cérebro, recentemente, tenha sido a tomografia por emissão de prótons, ou PET. Esta permite aos cientistas não só observar a estrutura do cérebro com riqueza de detalhes, mas também gravar e medir com precisão considerável os níveis de atividade das diferentes partes do cérebro (SHORE, 2000, p. 36).

Shore (2000, p. 39) ainda indica que o Eletroencefalograma (EEG), procedimento pouco invasivo e bastante eficiente para pesquisas neurocientíficas com crianças, é capaz de detectar e gravar as ondas cerebrais e “pode ser usado para se estudar como o cérebro reage a diversos fatores ambientais como um cuidado confortante ou condições de estresse”.

Com base nas coletas de novas evidências científicas que envolvem questões, como maturação cerebral, desenvolvimento cognitivo e aprendizagem, autores, como Cosenza e Guerra (2011), Herculano-Houzel (2009), Lent (2019) e Tokuhama-Espinoza (2008) convergem para o entendimento de que os saberes produzidos pelas Neurociências devem ser divulgados aos profissionais que atuam no campo da Educação.

Em sua tese de doutorado, Tokuhama-Espinoza (2008) postulou que a aproximação entre Neurociências e Educação é um movimento que ocorre desde meados de 1970 por meio das primeiras produções acadêmicas que apontavam para a inexistência de cérebros idênticos, em termos anatômicos e funcionais. Sendo que a partir dessas produções, deu-se início à interlocução entre Neurociências, Educação e Psicologia, que mais tarde fundamentaria uma área interdisciplinar de conhecimento conhecida como Neuroeducação.

Tokuhama-Espinoza (2008) ainda aponta que o elo estabelecido entre essas áreas favoreceria um maior entendimento sobre questões, como o papel das emoções e da motivação na aprendizagem, auxiliando os docentes a aprimorar a sua prática pedagógica em sala de aula.

No entendimento de Herculano-Houzel (2009), a aproximação das Neurociências à Educação é positiva, já que as pesquisas neurocientíficas podem oferecer aos docentes fundamentos concretos sobre o funcionamento cerebral no decorrer de determinada fase da vida humana e durante a realização de diferentes tarefas. A autora ainda indica que algumas destas pesquisas são voltadas para o entendimento dos processos pelos quais o cérebro aprende; como os conhecimentos são retidos na memória; como as redes neurais são formadas e como o cérebro se transforma estruturalmente em decorrência das experiências, do ambiente, das interações sociais e da neuroplasticidade.

Entretanto, como aponta Lent (2019, p.5), apesar de existirem diversos argumentos que incentivem a interlocução entre os conhecimentos advindos de pesquisas científicas e a Educação, ainda não existe uma percepção adequada por parte dos agentes sociais, educadores e pesquisadores de que a pesquisa científica pode “compreender de que modo as pessoas aprendem, quais os possíveis mecanismos aceleradores da aprendizagem e do ensino e como isso impactaria a economia e a ascensão social nas nações”.

Refletindo sobre o potencial de contribuição que os saberes produzidos em diferentes áreas científicas podem apresentar para a Educação, Lent (2019) ainda postula que:

Os avanços dos estudos sobre o cérebro, em especial o cérebro humano, têm tido grande impacto social. E nessa vertente, são especialmente reveladores aqueles que empregam técnicas de neuroimagem funcional, pois elas são capazes de identificar não apenas as regiões ativadas quando alguém executa uma determinada ação mental ou comportamental, mas também a rede de regiões cuja atividade é sintonizada coletivamente durante essa ação (LENT, 2019, p. 7).

Maia (2011), argumentando igualmente a favor da aproximação dos conhecimentos neurocientíficos aos saberes docentes, afirma que:

O professor precisa conhecer melhor com o que está lidando ao ensinar os seus alunos, como eles, por vezes sem saber, agem no desenvolvimento de seus pequenos aprendizes, estimulando competências ou bloqueando potenciais diante de estratégias pedagógicas que não levam em conta a natureza do responsável pelo aprendizado: o cérebro (MAIA, 2011, p. 14).

Seguindo os postulados apresentados, os conhecimentos atuais provenientes de pesquisas neurocientíficas são essenciais para que se alcancem avanços educacionais e sociais. Isso porque o entendimento das particularidades do neurodesenvolvimento humano, nos primeiros anos de vida, pode auxiliar no reconhecimento da Primeira Infância como etapa fundamental para a constituição do sujeito, impactando o desenvolvimento de políticas públicas pautadas voltadas a essa parcela da população brasileira.

No cenário apresentado, evidencia-se a necessidade de promover estudos translacionais<sup>4</sup> entre os saberes evidenciados no referencial teórico sobre Neurociências e a formação docente, visando disseminar conhecimentos a cerca do desenvolvimento cerebral e a aprendizagem na Primeira Infância com o intuito de qualificar as práticas pedagógicas voltadas a essa faixa etária.

Tovar-Moll e Lent (2018, p. 66) indicam que a abordagem translacional entre Neurociências e Educação deve ser fomentada, muito embora os benefícios práticos das pesquisas neurocientíficas ao campo da Educação ainda seja um tema controverso entre neurocientistas, educadores e psicólogos, visto que,

De um lado, os neurocientistas argumentam que o conhecimento sobre o cérebro durante a aprendizagem pode inspirar sugestões para acelerar a alfabetização, a fluência de leitura e habilidades cognitivas, como a atenção, a resolução de problemas, entre outros. No outro polo, os psicólogos contra-argumentam que “essa ponte é muito extensa”, e que a psicologia cognitiva deveria mediar as relações entre as evidências das neurociências e a prática da escola (TRVAR-MOLL; LENT, 2018, p. 66).

Para além dos debates acadêmicos, existe significativa urgência em promover ações pautadas em evidências que auxiliem na elaboração de práticas pedagógicas que contemplem uma maior gama de alunos, considerando as múltiplas facetas do processo de desenvolvimento humano e as diferentes funções cerebrais que ocorrem no dia a dia e que são estimuladas nos espaços escolares.

Entende-se, portanto, que a interlocução entre as áreas de Neurociências e Educação pode ser consolidada à medida que forem propostas situações onde pesquisas científicas e experiências educacionais possam convergir, ao passo que esforços coletivos sejam feitos para tornar as pesquisas científicas mais acessíveis e aplicáveis à Educação, facilitando a interação entre prática pedagógica, educadores e neurocientistas.

No campo da Educação, as tentativas de aproximação às Neurociências ainda são incipientes, visto que, por vezes, as pesquisas científicas são vistas como algo externo ao processo de ensino e aprendizagem. No entanto, como afirma Lent (2019, p. 1), as pesquisas neurocientíficas podem “compreender de que modo as pessoas aprendem, quais os possíveis mecanismos aceleradores da aprendizagem e do ensino e como isso impactaria a economia e a ascensão social nas nações”.

Para que se observem os benefícios práticos da aproximação das Neurociências à Educação, é necessário que os docentes tenham acesso a conhecimentos produzidos por

<sup>4</sup> O conceito de pesquisa translacional foi criado pelo cientista político norte-americano Donald Stokes (1927-1997) e consolidado no início do século XXI a partir da intenção de superar a pesquisa básica e a pesquisa aplicada, fomentando a produção científica com potenciais aplicações práticas de interesse social (LENT, 2019).

diferentes campos de pesquisa que compartilhem entendimentos atuais relacionados a questões educacionais, como o desenvolvimento cerebral nas diferentes etapas da vida do sujeito e os mecanismos cerebrais ligados à aprendizagem.

Neste contexto e com o propósito de estabelecer aproximações entre Neurociências e Educação, apresentam-se na sequência, alguns tópicos de pesquisas neurocientíficas relacionados ao desenvolvimento cerebral na Primeira Infância com potencial de promover esclarecimentos sobre essa temática aos educadores que lecionam na EI.

### Aspectos sobre o desenvolvimento cerebral na Primeira Infância

O desenvolvimento humano é um processo heterogêneo e dinâmico, marcado pela interação entre aspectos genéticos, fatores internos do organismo e condições encontradas no ambiente externo em que o indivíduo se insere. Ainda que *não ocorra exatamente da mesma forma para todos os indivíduos, é possível “identificar etapas de mudanças e consolidação de mudanças que tipicamente se sucedem ao longo da vida, em faixas etárias específicas, embora não absolutas”* (OLIVEIRA; LENT, 2018, p. 26).

Em outras palavras, embora seja possível observar comportamentos e aquisições de habilidades que ocorrem em determinados momentos do desenvolvimento infantil, há de se considerá-los numa perspectiva flexível, já que “qualquer divisão em estágios, necessariamente, tem um inevitável componente arbitrário, uma vez que de fato o desenvolvimento, além de incessante, é contínuo” (OLIVEIRA; LENT, 2018, p. 26).

Assim, indica-se que o início do desenvolvimento do SN ocorre ainda no período pré-natal e se estende por pelo menos duas décadas da vida do indivíduo. Nesse contexto, Cosenza e Guerra (2011, p. 28) destacam que,

O sistema nervoso humano inicia o seu desenvolvimento nas primeiras semanas de vida embrionária, sob a forma de um minúsculo tubo cuja parede é formada por células-tronco que vão dar origem a todos os neurônios e também à maior parte das células auxiliares, as células gliais, que iremos encontrar no adulto. Inicialmente o tubo tem paredes finas e um comprimento pequeno, pois nessa fase todo o embrião não chega a medir 10 milímetros. Contudo em poucas semanas ocorrerá uma imensa transformação para possibilitar que a criança nasça com um sistema nervoso já bem parecido com o que terá na vida adulta (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 28).

No estágio pré-natal, o desenvolvimento cerebral é altamente influenciado pelo ambiente interno, pelas condições nutricionais da gestante e pelos estímulos que recebe do ambiente externo. Bartoszeck e Bartoszeck (2012) esclarecem que estudos conduzidos em gestantes indicam que estímulos externos, como: conversar, ler e cantar para o feto, além da observância a hábitos de saúde adequados e à realização de um pré-natal cuidadoso durante todo o período gestacional são fatores que podem implicar em consideráveis alterações neste organismo em desenvolvimento. Para os autores,

No primeiro trimestre do desenvolvimento embrionário, o feto é particularmente afetado por neurotoxinas, como fumo, chumbo, alumínio e mercúrio. Já a estimulação proveniente de um lar violento, afetado pelo consumo descabido de bebidas alcoólicas, agressões e intimidações, gera sequelas no desenvolvimento cerebral

das crianças. A síndrome alcoólica fetal, entre outros danos, “queima” neurônios, e provoca déficits comportamentais e de função cognitiva. Por sua vez, a subnutrição da gestante gera crianças com cérebro menor (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2012, p. 62).

Por estar em seu estágio inicial de desenvolvimento, as alterações na saúde e na alimentação materna impactam diretamente a constituição do SN do feto, sendo que, por exemplo, a carência de ferro na alimentação da gestante tende a produzir profundos efeitos nas funções motoras e cognitivas do feto, acarretando também prejuízos futuros à consolidação das memórias, uma vez que “o íon  $Fe^{++}$  indiretamente participa da síntese de neurotransmissores, mielinização das fibras nervosas e dos processos de codificação da memória no hipocampo” (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2012, p. 62).

Cosenza e Guerra (2011, p. 32) acrescentam que essa primeira fase do desenvolvimento é essencial para a formação do SN e das funções que as diversas estruturas que o compõe virão a desempenhar futuramente. Por esse motivo, é fundamental que se observe, durante a gestação, a necessidade de dedicar cuidados específicos “quanto à nutrição da gestante e para que o embrião, ou o feto, não sejam prejudicados pela exposição a drogas, medicamentos ou microrganismos que possam alterar a marcha normal do desenvolvimento”.

Oliveira e Lent (2018) indicam que o período pós-natal dá início ao segundo período do desenvolvimento e se estende por cerca de dois anos, sendo marcado pelas relações socioemocionais estabelecidas com as pessoas que estão no ambiente em que se encontra, no qual,

Logo ao sair do útero materno, o bebê se depara com uma imensidão de sons, luzes, toques, estímulos térmicos agradáveis e desagradáveis, e inicia assim o desenvolvimento da sua interação com o ambiente, a começar pela mãe com quem estabelece uma relação “carnal”, mas também com o pai, irmãos e outros atores que o circundam no dia a dia (OLIVEIRA; LENT, 2018, p. 27).

Logo após o nascimento, o cérebro se encontra em pleno desenvolvimento neurobiológico e grande parcela desse desenvolvimento se dá entre o nascimento e o primeiro ano de vida (ANTUNES, 2011; Bartoszeck; Bartoszeck, 2012; Maia, 2011), fator pelo qual se aponta a significância da valorização e da proteção da Primeira Infância, visto que a fase mais sensível para a maturação cerebral centra-se nos primeiros anos de vida.

O desenvolvimento cerebral está diretamente ligado ao aumento de massa encefálica, sendo que o cérebro de aproximadamente 400 gramas de um bebê, dobra de tamanho no seu primeiro ano de vida, chegando ao peso cerebral semelhante ao de um adulto (aproximadamente 1 quilo e 500 gramas) aos quatro anos de idade (HERCULANO-HOUZEL, 2009). Sendo que para Bauer e Pathman (2008):

Nem todas as partes do cérebro desenvolvem-se ao mesmo tempo, o que é particularmente verdadeiro para as áreas do cérebro envolvidas na memória declarativa. As células que compõem grande parte do hipocampo – uma estrutura cerebral no lobo temporal medial, necessária para a formação de memórias declarativas – são formadas no final do período pré-natal. No entanto, as células situadas no giro dentado do hipocampo – uma área que associa a estrutura com regiões corticais do cérebro – aparentemente só estarão maduras por volta de 12 a 15 meses de idade.

Outra área do cérebro envolvida nas funções de memória é o córtex pré-frontal. A densidade das sinapses nessa área aumenta drasticamente aos 8 meses de idade, atingindo seu máximo entre 15 e 24 meses (BAUER; PATHMAN, 2008, p. 2).

O cérebro humano, que no nascimento tem cerca de “25% do seu peso adulto e atinge entre 70% a 80% de seu peso final entre os dez meses e um ano e meio de vida” (ANTUNES, 2011, p. 79), continua a aumentar gradualmente o seu volume, seguindo um ritmo progressivo de maturação que segue até o início da vida adulta. Em Paus (2013), observamos que:

Ao longo do primeiro ano, o crescimento mais importante é da substância cinzenta (149%), o aumento da substância branca sendo bem menor (11%). O volume do cerebelo aumenta em 240% durante o primeiro ano, enquanto que os hemisférios cerebrais aumentam em 90%. Dos 3 aos 30 anos de idade, o volume da substância branca aumenta enquanto que o da substância cinzenta vai aumentando e depois, diminuindo, atingindo seu máximo em um momento específico para cada área do cérebro ao longo da infância e da adolescência. Simultaneamente, as conexões entre as áreas do cérebro aumentam, ao mesmo tempo estrutural e funcionalmente, e o equilíbrio entre as funções límbicas/subcorticais e do lóbulo frontal se modifica até o início da adolescência (PAUS, 2013, p. 2).

O crescimento neurobiológico da criança nessa fase da vida amplia suas habilidades motoras, cognitivas e sociais. Domingues (2007) afirma que durante os seis primeiros anos de vida ocorre a amplificação de conexões entre neurônios, as chamadas sinapses, que garantem a eficiência na transmissão de informações entre as células nervosas, a conexão entre diferentes áreas cerebrais e o desenvolvimento gradativo e individual de cada criança.

Nesse sentido, Antunes (2011, p. 15) pontua que é imprescindível o entendimento por parte dos pais e dos educadores que todo bebê e toda criança é incomparável e, portanto, “esperar a padronização de bilhões de neurônios e sinapses é ignorar a essência do ser humano, sua extraordinária singularidade”. Assimilar esse entendimento é fundamental para que os docentes proponham práticas pedagógicas diferenciadas, visando fornecer múltiplas possibilidades de aprendizagem à diversidade de estágios de desenvolvimento em que crianças da mesma faixa etária podem se encontrar em uma sala de aula.

Tendo em vista a singularidade própria dos seres humanos, as áreas que compõem o SN não amadurecem concomitantemente, no entanto, observa-se que o seu desenvolvimento obedece a uma ordem sequencial, iniciando-se pelas funções corticais relacionadas com o provimento das necessidades básicas de sobrevivência humana, para adiante, maturar funções corticais mais complexas e especializadas, como a linguagem e a escrita. Maia (2011) acrescenta que:

O bebê nasce com as estruturas da medula e tronco cerebral razoavelmente desenvolvidas, pois essas permitem a expressão de atos reflexos essenciais para os primeiros meses de vida, tais como: a procura com a boca do seio materno, a sucção, a apreensão reflexa do que toca nas mãos, a liberação das vias aéreas quando obstruídas (MAIA, 2011, p. 123).

Assim, ao nascimento, mesmo que ainda pouco amadurecido, o SN está formado e o cérebro dos bebês se apresenta em prontidão para aprender. Pesquisas contemporâneas indicam que os bebês nascem com certo conhecimento inicial sobre objetos físicos, além de possuírem noções simplificadas sobre quantidades (ANTUNES, 2011) e nascem também com uma capacidade sensorial básica de recepção e percepção de estímulos externos que se desenvolvem durante a infância (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2012), sendo capazes de, já nos primeiros dias de vida, reconhecer a voz e o rosto da mãe quando próximo aos seus olhos, isso porque,

A visão dos recém-nascidos é principalmente controlada no nível subcortical, e o córtex começa a maturar cerca de dois meses após o nascimento. Como os componentes dos seus olhos ainda estão imaturos, o bebê é moderadamente hipermetrópe (PAUS, 2013, p. 2).

Oliveira e Lent (2018) complementam essa informação ao indicar que,

A acuidade visual só será total pelo final do primeiro ano e a visão de cores avançará progressivamente. A acuidade auditiva melhorará até à adolescência, mas no nascimento o bebê ouve quase tão bem quanto os adultos, pelo menos no intervalo de tom e de altura da voz humana. O recém-nascido discrimina doce, azedo, amargo e salgado e percebe cheiros complexos. Essas capacidades rudimentares são suficientes para que discrimine o rosto, a voz e o cheiro de sua mãe (OLIVEIRA; LWNT, 2018, p. 34).

Ademais, em um desenvolvimento neurológico considerado típico, no qual o bebê não apresenta nenhum tipo de patologia ou transtorno neurológico, ocorre durante os meses posteriores ao nascimento a gradual dominância do movimento dos membros superiores e inferiores, enquanto a visão e a audição se aperfeiçoam em resposta aos estímulos externos. Em um ano de vida, o cérebro humano dá um considerável salto qualitativo, sendo possível observar significantes mudanças físicas, cognitivas e comunicativas.

O desenvolvimento motor no primeiro ano de vida pós-natal ocorre no sentido craniocaudal e médiolateral (da cabeça para os pés, e do centro para as extremidades), ao passo que a primeira grande conquista do bebê é a sustentação da cabeça, para depois ocorrer a aquisição da capacidade de manipular objetos, “levando-os à boca, seguindo com o controle do tronco, o que o capacita a sentar e, por fim, o controle das pernas e a descoberta do caminhar” (MAIA, 2011, p. 124).

Entre um ano e meio a dois anos, ocorrem grandes transformações na estrutura cerebral da criança, sendo notável seu progressivo interesse pela interação com outros sujeitos e com o meio externo, aproximando-se deles por meio de seus sentidos. A maturação cerebral nesse período garante que as estruturas cerebrais entrem em funcionamento de modo progressivo, de forma que, a partir do terceiro ano de vida, o cérebro infantil apresenta funcionamento completo, permitindo que a criança realize aprendizagens variadas (LIMA, 2016).

Nesse período, observa-se também um aumento significativo no vocabulário das crianças, se por volta de 1 ano de idade espera-se que a criança fale suas primeiras palavras, estima-se que aos dois anos e meio seu vocabulário conte com cerca de 600

palavras (OLIVEIRA; LENT, 2018). A linguagem entre os 2 e 3 anos de idade permite, desse modo, que paulatinamente a criança interaja de forma mais eficiente com seus pares e com os adultos que estão presentes em seu ambiente.

A criança pré-escolar, especialmente dos três aos cinco anos de idade, apresenta um SN mais amadurecido e preparado para interagir com o meio que a cerca, sendo a partir desse momento proveitoso o início de estimulações que visem o “desenvolvimento da grafomotricidade, aprendizado de sons e primeiras letras, noções de quantidade, manipulação das mesmas e conhecimento dos números (unidades), além da progressiva assimilação das regras sociais e educacionais da escola” (MAIA, 2011, p. 126).

Já a partir dos seis anos de idade, a criança encontra-se neurobiologicamente mais preparada, em comparação com etapas anteriores da vida, para adquirir de forma ordenada e progressiva os conhecimentos socialmente produzidos, iniciando pela detenção de “códigos (linguagem escrita alfabética e numérica) para interpretar a simbologia que transforma a linguagem humana oral em linguagem escrita, prosseguindo com a aquisição de conhecimentos” (MAIA, 2011, p. 126).

Ressalta-se que se comparados a outras espécies de animais, os seres humanos apresentam um desenvolvimento cerebral lento e altamente dependente de estimulações externas para que as conexões entre os neurônios sejam sofisticadas e as habilidades mais complexas sejam adquiridas e aperfeiçoadas. Maia (2011) também pontua que os cérebros das crianças se apresentam imaturos, quando comparados aos cérebros de outros animais da mesma faixa etária e, em decorrência dessa imaturidade,

Seu conhecimento é construído enquanto brinca, faz perguntas, faz experiências e confere sentido ao mundo que o rodeia. É uma construção ativa, onde, ao tomar contato com outros pontos de vista, revê ou repensa as próprias ideias. A grande capacidade de aprender faz com que o comportamento do ser humano seja extremamente variado. Do ponto de vista neurológico, nenhuma ação se repete exatamente como as anteriores, significando dizer que o ser humano é um eterno aprendiz (MAIA, 2011, p. 21).

Em vista dos argumentos apresentados, compreende-se que o desenvolvimento cerebral da espécie humana apresenta-se de forma progressiva, de modo que as estimulações ambientais auxiliam no processo, no entanto, é importante ressaltar que, independentemente de estímulos, o organismo irá se desenvolver seguindo etapas cronológicas características da espécie caso não haja nenhuma doença ou alteração em seu SN que gere atrasos no desenvolvimento.

Nesse sentido, Cosenza e Guerra (2011) esclarecem que, embora haja diferenças individuais, as crianças que apresentam um SN considerado típico:

Andam sem ajuda entre os 12 e 15 meses, costumam controlar voluntariamente os seus esfíncteres entre 21 meses e os 4 anos, e começam a falar por volta dos 18 meses, continuando a desenvolver essas habilidades nos anos seguintes. Esses marcos do desenvolvimento são etapas cumpridas regularmente pelo amadurecimento progressivo das conexões que se fazem entre os neurônios e também pela mielinização das fibras nervosas envolvidas na sua execução (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 34).

Cabe esclarecer que marcos de desenvolvimento e períodos sensíveis, ou janelas de oportunidade, são termos advindos de pesquisas neurocientíficas e são comumente utilizados para relatar acontecimentos no desenvolvimento humano, no entanto, não são sinônimos. Enquanto os marcos de desenvolvimento podem ser entendidos como estágios em que o cérebro infantil, geralmente, encontra-se pronto para realizar determinada tarefa ou dominar uma habilidade específica, os períodos sensíveis são momentos propícios nos quais o cérebro se encontra “particularmente suscetível às entradas de estimulação sensorial, para o amadurecimento de sistemas neurais mais desenvolvidos” (BARTOSZECK; BARTOSZECK, 2012, p. 64).

### **Neuroplasticidade, memória e aprendizagem**

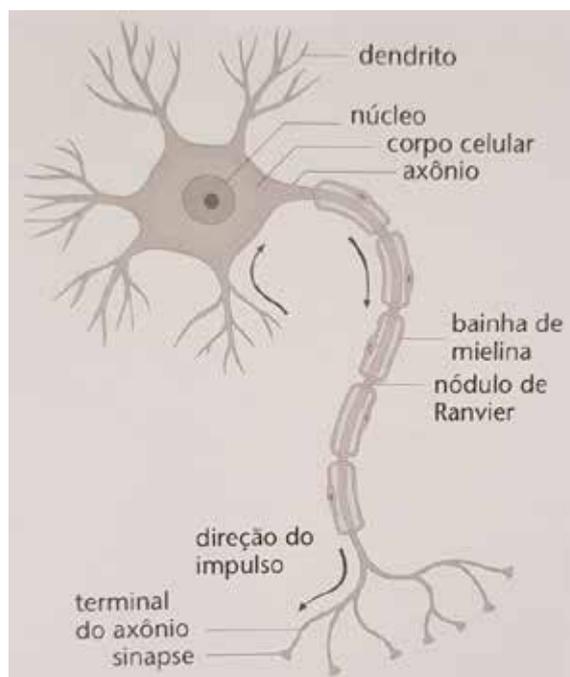
O cérebro é o *órgão responsável pela interação entre o organismo e o ambiente, regendo* toda a atividade cognitiva humana, bem como os movimentos (involuntários ou voluntários) e os processos mentais relacionados à atenção, aos comportamentos, às emoções, às memórias e às aprendizagens. Os processos mentais ocorrem por meio do suporte de complexos circuitos nervosos constituídos por inúmeros neurônios que agem de forma interligada em diferentes áreas cerebrais. De forma sintética, os neurônios podem ser definidos como *células nervosas* que apresentam diferentes formas, tamanhos e configurações, que variam de acordo com sua função e disposição no SN, sendo especializados na recepção e na transmissão de informações no SN através da condução de impulsos nervosos.

A ação dessas células possibilita que a transmissão de informações ocorra nas sinapses, que ocorrem entre os terminais dos axônios dos neurônios e se consolidam pela liberação de substâncias químicas, chamadas de neurotransmissores. Existem mais de uma centena de diferentes tipos de neurotransmissores com características excitatórias ou inibitórias, destacando-se, entre eles: a acetilcolina, neurotransmissor envolvido à aprendizagem, à memória e à atenção; a serotonina, relacionado ao humor, ansiedade e depressão; a noradrenalina, ligada a fatores, como humor, aprendizagem, atenção e memória e a dopamina, responsável pelos estímulos prazerosos (LENT, 2001). Cosenza e Guerra (2011) explicam ainda que,

O neurotransmissor, liberado na região das sinapses, atua na membrana da outra célula (membrana pós-sináptica) e aí pode ter dois efeitos: vai excitá-la de forma que impulsos nervosos sejam disparados por ela, ou poderá dificultar o início de novos impulsos nervosos, pois muitos neurotransmissores são inibitórios (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 13).

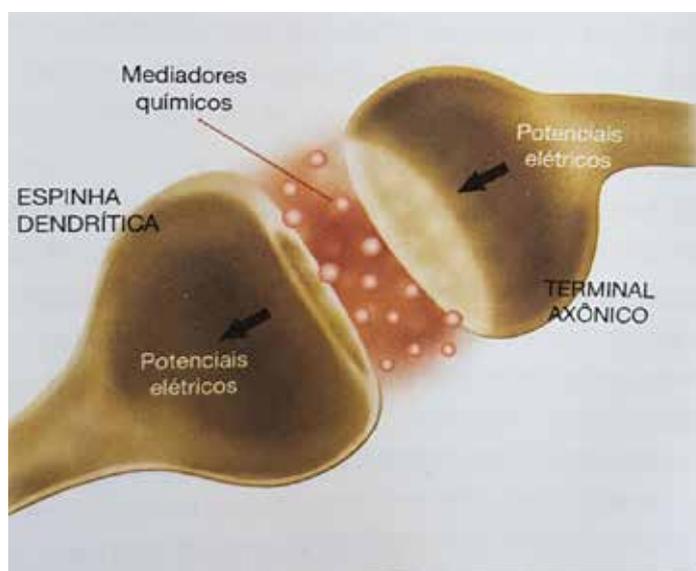
Na Figura 1, visualiza-se a estrutura de um neurônio, composto por um corpo celular que contém um núcleo, dendritos e um axônio que se ramifica em terminações onde ocorrerão as sinapses. Na sequência, os terminais do axônio de dois neurônios são ilustrados na Figura 2, demonstrando a transmissão eletroquímica das informações entre os neurônios através da sinapse.

Figura 1 – Principais estruturas de um neurônio.



Fonte: imagem adaptada de Rooney, 2018, p. 95.

Figura 2 – Transmissão eletroquímica de informações entre neurônios através da sinapse.



Fonte: imagem adaptada de Tovar-Moll e Lent, 2018, p. 58.

O *cérebro possui* um significativo potencial de promover reorganizações em sua estrutura e em suas conexões neurais em decorrência da estimulação externa. Essa capacidade é chamada de neuroplasticidade ou plasticidade cerebral. Lent (2019, p. 19) descreve-a como a “capacidade do cérebro de submeter-se a modificações temporárias ou permanentes, sempre que seja influenciado por si próprio, por outros cérebros ou pelo ambiente”. Em adição, Cosenza e Guerra (2011) descrevem a neuroplasticidade como a habilidade do SN de estabelecer e desfazer ligações entre os neurônios, baseando-se

nas interações entre os aspectos internos (genética, cérebro e aparato neurobiológico) e externos (meio, família, ambiente escolar, cultura e sociedade em geral) da criança.

Assim, a neuroplasticidade é de extrema importância para a aprendizagem na infância, uma vez que nesse período, a capacidade cerebral de se adaptar a modificações é intensa, favorecendo a aquisição de novas funções, enquanto que ao envelhecer, o cérebro passa por um período de maturação, onde áreas perceptivas e motoras tornam-se mais capacitadas para a execução de determinadas tarefas, garantindo complexos níveis de entendimento e ação (GURGEL-GIANETTI; SIQUEIRA, 2010).

Em decorrência da característica plástica do cérebro, as conexões *neurais utilizadas com frequência* são fortalecidas, enquanto aquelas que não são reforçadas pelo uso contínuo, serão descartadas. Esse processo fomenta a aprendizagem, ao passo que fortalece caminhos de comunicação neural entre diferentes áreas cerebrais, levando à consolidação de saberes adquiridos em memórias de longa duração. Cosenza e Guerra (2011) reforçam que,

A grande plasticidade no fazer e no desfazer as associações entre as células nervosas é a base para a aprendizagem e permanece, felizmente, ao longo de toda a vida. Ela apenas diminui com o passar dos anos, exigindo mais tempo para ocorrer e demandando um maior esforço para que o aprendizado ocorra de fato (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 36).

É fundamental destacar que a capacidade de aprender transpassa o aprendizado escolar, que é apenas uma das facetas do desenvolvimento cognitivo da criança. A aprendizagem é uma constante na vida humana e ocorre em ambientes, contextos e tempos diversos e, portanto, propor uma definição única de aprendizagem não é uma tarefa sensata, visto que esta pode ser analisada à luz de diferentes abordagens e perspectivas históricas, sociais, culturais, biológicas e psicológicas.

Do ponto de vista neurobiológico, a aprendizagem se “traduz pela formação e consolidação das ligações entre as células nervosas. É fruto de modificações químicas e estruturais no sistema nervoso de cada um” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 38). Já em contextos sociais, a aprendizagem ocorre por meio da interação entre os indivíduos, o que significa que,

As interações recíprocas entre os cérebros desses indivíduos, durante qualquer tipo de comunicação, ativam mecanismos de neuroplasticidade que permitem a estocagem, decodificação e modulação do conteúdo da informação intercambiada (LENT, 2019, p. 105).

Portanto, em contextos sociais, a interação entre indivíduos garante que o cérebro se modifique por meio de mecanismos ligados à neuroplasticidade, permitindo o armazenamento, a decodificação e a modulação das informações trocadas, constituindo memórias e aprendizados.

Considerando que o objetivo desse estudo é aproximar a Educação aos conhecimentos advindos das Neurociências relacionados à aprendizagem, propomos a fala de Lent (2019) que a define como a capacidade do cérebro de captar informações do ambiente, guardá-las por um tempo, e eventualmente, utilizá-las para orientar seu comportamento subsequente. Tovar-Moll e Lent (2018, p. 56), nesse contexto, explicam que,

A palavra *aprendizagem* envolve um indivíduo em com seu cérebro, capturando informação do ambiente, mantendo-a por algum tempo, e eventualmente recuperando-a e utilizando-a para orientar o comportamento subsequente. O conceito de aprendizagem superpõe-se largamente com o da memória, embora ambos possam ser distinguidos considerando memória como o processo completo, e aprendizagem apenas como o estágio de aquisição (TROVAR-MOLL; LENT, 2018, p. 56).

Gurgel-Gianetti e Siqueira (2010, p. 79) apontam ainda que como o cérebro é maleável e capaz de se reorganizar em torno das conexões neurais que forem consideradas relevantes para adaptação ao meio em que o indivíduo se encontra, a aprendizagem condiciona-se à motivação, uma vez que “quanto mais interessante e importante é informação, mais fácil sua retenção e resgate quando necessário”.

Domingues (2007, p. 98) complementa este entendimento ao afirmar que “se a informação ou aprendizado não for útil, prazerosa ou não tiver algum sentido, o cérebro não capta e a descarta”. Portanto, aprendemos aquilo a que atribuímos significado, o que nos motiva, nos emociona e se prova relevante ao nosso viver, ao passo que esquecemos aquilo que está alheio às nossas necessidades cotidianas ou que não tenha provocado reconfigurações neurais significativas.

A aprendizagem, por conseguinte, decorre de um processo heterogêneo, dependente de fatores internos e externos ao sujeito, entre eles a interação social, a motivação e a repetição de estímulos de qualidade, que apresentam potencial de promover o desenvolvimento cognitivo ao gerar o fortalecimento ou o desuso de determinadas conexões neurais.

A interação social e a oferta de estímulos positivos que sejam repetidos com frequência são fundamentais para o desenvolvimento infantil, já que todo o ser humano nasce com a capacidade de aprender e apresenta potencial para aprender cada vez mais e melhor, especialmente quando é exposto a estímulos positivos. No entanto, Domingues (2007, p. 106) destaca que para que um processo de aprendizagem seja eficiente, é necessário além da repetição constante de determinado estímulo, “que este seja modificado quanto à intensidade e a forma de apresentação, e principalmente que ele envolva emoção”. Assim,

O educador deverá gerar emoção, expectativa, curiosidade, ser diferente em suas colocações, terá que ser artista e criativo, não sendo jamais monótono. Quanto mais estímulos sensoriais forem ativados (visual, auditivo, tátil, olfativo, gustativo) maior será a capacidade ou o aprofundamento de percepção. É o que fazem as crianças pequenas que estão descobrindo o mundo. A variedade e diversidade de recursos (visual, auditivo, em movimento...) é de grande valia na formação de memórias (DOMINGUES, 2007, p. 128).

Como proposto por Izquierdo (2017), a formação de conexões neurais eficazes garante a memorização de novos conceitos, logo, o entendimento sobre a formação da memória e o papel desta na aprendizagem humana se mostra como um saber relevante para os docentes, já que este pode auxiliar no direcionamento de sua prática pedagógica.

Se por aprendizagem compreende-se um processo complexo no qual ocorre a aquisição de novos saberes, por memória deve-se entender a faculdade de adquirir,

armazenar e recuperar informações que foram previamente captadas pelos sistemas sensoriais ou pela vivência de experiências. A memória e a atenção apresentam um papel essencial na manutenção da aprendizagem, sendo imprescindível, ao docente, o entendimento sobre como elas se formam, uma vez que,

É através da atenção que se filtra as informações relevantes no meio (atenção seletiva) e se mantém sob foco esta informação desejada (atenção sustentada ou focalizada). A memória operacional (ou de trabalho) ocupa a função de selecionar, analisar, conectar, sintetizar e resgatar as informações já consolidadas, aprendidas (memórias de longo prazo) (GURGEL-GIANETTI; SIQUEIRA, 2010, p. 79).

Cabe ressaltar que, quando se aborda o termo memória, não se busca reduzir a sua definição ao simples ato de lembrar-se de algo. Como Izquierdo (2017) esclarece as memórias não se tratam de um fenômeno unitário, mas sim uma somatória de eventos e experiências vivenciadas, além de percepções e emoções sentidas, sendo possível classificá-las e subdividi-las em diferentes tipos de acordo com sua duração, sua função e seu conteúdo. Em termos de duração, por exemplo, as memórias podem ser classificadas em imediata, de curta duração de longa duração.

A memória imediata corresponde a uma forma especial chamada memória de trabalho ou operacional. Por ser de caráter breve e transitório, esta memória persiste por apenas alguns segundos, enquanto realizamos alguma tarefa ou processamos alguma informação. Domingues (2007, p. 101) indica que, quando o cérebro faz uso da memória de trabalho, ele “realiza uma filtragem e seleção do conteúdo captado, descartando o que não é interessante ou necessário”. Ela é, portanto, de grande importância para a realização de tarefas diárias, permitindo que o indivíduo interaja adequadamente com o seu entorno e lide de forma eficiente com problemas imediatos.

As memórias de curta duração e a de longa duração têm início imediatamente após um estímulo ter sido captado, sendo que a “memória de longa duração leva de duas a seis horas para ser formada e requer uma série de processos bioquímicos concatenados em várias regiões cerebrais” (IZQUIERDO, 2017, p. 21).

Por outro lado, as memórias de longa duração podem ser explícitas ou implícitas, dependendo do acesso consciente ou inconsciente que faz a conceitos e a aprendizagens prévias, sendo que são condicionadas aos processos de repetição, elaboração e consolidação. A repetição de um determinado conhecimento auxilia o cérebro a disponibilizar esses registros para a memória operacional, permitindo que informações prévias e novas dialoguem.

Esse diálogo associativo entre informações pode ser chamado de elaboração e “quantas vezes mais se repetir essa atividade, o quanto mais ligações ou “ganchos” forem estabelecidos com informações disponíveis no cérebro, melhor será, pois o registro vai se fixar de forma mais permanente” (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 62).

Lima (2016, p. 6) acrescenta que “a aprendizagem de conhecimentos formais depende da formação de novas memórias de longa duração e de ampliação de memórias já existentes”, em outras palavras, sem os processos da memória que possibilitam a consolidação de saberes, não é possível ocorrer o aprendizado. Domingues (2007), em concordância, atrela a emoção à consolidação de memórias, postulando a necessidade

de as emoções perpassarem o aprendizado para que esse processo seja eficiente. Esse argumento encontra respaldo em pesquisas neurocientíficas já que,

As Neurociências têm mostrado que os processos cognitivos e emocionais estão profundamente entrelaçados no funcionamento do cérebro e têm tornado evidente que as emoções são importantes para que o comportamento mais adequado à sobrevivência seja selecionado em momentos importantes da vida dos indivíduos (COSENZA; GUERRA, 2011, p. 76).

As emoções geralmente sinalizam a presença de um fator ou momento significativo para o indivíduo, se manifestando por meio de alterações fisiológicas, processos cognitivos e respostas periféricas, como aumento do estado de alerta, a alteração da expressão facial, sudorese, entre outras modificações corporais que podem interferir nas reações dos indivíduos.

Desta forma, atrelar um conteúdo ou um saber específico a uma emoção é essencial para que ocorra a consolidação das memórias. Em termos neurobiológicos, a ligação entre emoção, memória, motivação e aprendizagem decorre do funcionamento de estruturas cerebrais ligadas ao Sistema Límbico (SL), controlando as emoções e os processos motivacionais, além de responder pelos comportamentos instintivos e pelos impulsos observados em seres humanos e em outros mamíferos.

Este sistema é composto por um conjunto de estruturas anatômicas que pertencem a diferentes áreas do cérebro, mas que se interligam através de redes neurais que se comunicam, entre elas: a amígdala, o hipocampo, o hipotálamo, o tálamo e o giro cingulado. Embora as referidas estruturas desempenhem em conjunto a interpretação dos sinais captados pelos sistemas sensoriais, a amígdala e o hipocampo se destacam por apresentarem ação interconectada no tocante às reações emocionais.

A amígdala é uma pequena estrutura cerebral responsável pelo recebimento de informações captadas através dos sistemas sensoriais, pelo processamento das emoções e pela expressão de comportamentos sociais nos mamíferos. Cosenza e Guerra (2011) indicam que amígdala é um conglomerado de neurônios que estabelecem conexões com outras áreas do sistema nervoso e que através dessas conexões neurais,

Age como um centro coordenador, que dispara comandos que poderão provocar, por exemplo, o aumento da vigilância e as modificações viscerais (taquicardia, sudorese, dilatação da pupila), além de promover a secreção de hormônios da glândula suprarrenal, que têm papel importante nas emoções, como o medo e a raiva. A amígdala interage também com o córtex cerebral, permitindo que a identificação da emoção seja feita, e podendo ocasionar, além disso, o aparecimento e a persistência de um determinado estado de humor (COSENZA; GUERRA, 2011, p.77).

A amígdala cerebral é, desse modo, responsável pela “detecção, geração e manutenção das emoções relacionadas ao medo, bem como pelo reconhecimento de expressões faciais de medo e coordenação de respostas apropriadas a ameaça e ao perigo” (ESPERIDIÃO-ANTONIO *et al.*, 2008, p. 60), provocando além de modificações corporais, a secreção de hormônios, como o cortisol e a aldosterona.

O aumento da produção de cortisol no organismo, gerado em partes pelo estresse, pela ansiedade e pela sensação prolongada de medo, pode acarretar em prejuízos para a

aprendizagem e, por conseguinte, as emoções precisam ser consideradas nos processos educacionais, logo é de suma importância planejar o ambiente escolar de modo que nele sejam mobilizadas as “emoções positivas (entusiasmo, curiosidade, envolvimento, desafio), enquanto as negativas (ansiedade, apatia, medo, frustração) devem ser evitadas para que não perturbem a aprendizagem” (COSENZA; GUERRA, p. 84).

Essa estrutura se localiza no interior do lobo temporal, associando-se a outras estruturas que compõem o SL e relacionando-se aos processos e aos comportamentos relacionados às emoções, aos afetos, à aprendizagem e à memória. Isso porque, como explica Domingues (2007, p. 124), no SN, quando um estímulo é captado, a primeira estrutura a ser acionada é a amígdala límbica, “responsável pela emoção gerada pela ação do estímulo. Portanto, se não houver emoção, o estímulo não é levado adiante e não ocorrerá a formação da memória”.

Com o uso de técnicas de imagem cerebral, como a tomografia por emissão de prótons (PET), é possível observar que a amígdala pode ser ativada em situações que o sujeito experimenta emoções e situações diversas e não somente as relacionadas ao medo,

Mas também durante situações mais positivas, por exemplo, durante o reconhecimento de expressões faciais de alegria, levando a conclusão de que a amígdala está envolvida na resposta a estímulos de importância emocional, independentemente de seu contexto agradável ou desagradável (ESPERIDIÃO-ANTONIO *et al.*, 2008, p. 61).

O hipocampo, por sua vez, é comumente ativado após a amígdala gerar uma emoção em resposta a determinado estímulo captado através das vias sensoriais, sendo que da sua ativação deriva a formação de memórias de longo prazo baseadas na emoção vivenciada, além disso, esta estrutura cerebral também “atua nos dados espaciais da memória, ou seja, onde ocorreu o fato a ser lembrado” (DOMINGUES, 2007, p. 124).

Para além de apresentar brevemente o funcionamento das estruturas cerebrais destacadas, os fundamentos teóricos apresentados neste estudo indicam que o cérebro humano é um órgão comum a toda espécie humana, apresentando a mesma anatomia, estruturas e funcionalidade para todos, todavia cabe ressaltar que cada cérebro é único e singular, visto que todo ser humano apresenta características genéticas próprias e se encontra inserido em contextos ambientais onde questões, como relações familiares e vínculos emocionais que estabelece com aqueles que o cerca impactam profundamente seu processo de neurodesenvolvimento.

Por conseguinte, é compreensível que crianças de uma mesma faixa etária apresentem o domínio de determinadas habilidades em tempos próprios, sem que isso indique necessariamente um atraso em seu desenvolvimento. Para que esse entendimento ocorra de modo adequado, é desejável que saberes recentes sobre o neurodesenvolvimento na Primeira Infância superem as fronteiras das pesquisas científicas e dialoguem diretamente com a Educação, auxiliando na promoção de experiências e de estimulações diferenciadas que busquem contemplar todas as crianças em suas singularidades, visando o desenvolvimento integral de todas no ambiente escolar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a gestação, o ser humano interage com seu meio, ouvindo a voz da mãe e seus batimentos cardíacos, tateando com suas pequenas mãos e pés o ambiente intrauterino, sentindo o sabor do líquido amniótico, e coletando pelos seus sentidos, estímulos dotados de informações primárias sobre o mundo. A partir do nascimento, a interação da criança com as pessoas e com o ambiente em que se encontra, molda seu comportamento, suas atitudes e suas habilidades, por meio de um contínuo processo de aprendizado que permite sua adaptação e integração ao seu contexto sociocultural.

O estudo indicou, por meio de uma breve revisão bibliográfica, que a Primeira Infância apresenta considerável impacto na construção de conexões neurais, que em decorrência da paulatina maturação cerebral, proporcionam às crianças o aprimoramento progressivo de capacidades cognitivas, motoras, linguísticas, sociais, emocionais e comportamentais em suas etapas subsequentes de desenvolvimento.

Os fundamentos teóricos apresentados sugerem que o desenvolvimento é fruto da interlocução entre aspectos genéticos, condições orgânicas e questões relacionadas ao meio em que o indivíduo se encontra, levando à compreensão de que os indivíduos podem vivenciar os estímulos ofertados de modo diferente, acarretando no fato de que este não ocorrerá de forma padronizada para todas as crianças, muito embora apresente um padrão cronológico comum à espécie humana.

Deste modo, pensar na estimulação no ambiente escolar deve ir muito além de buscar resultados comparáveis entre crianças de uma mesma faixa etária. A estimulação deve ser guiada pela valorização do desenvolvimento individual por meio da oferta de experiências e intervenções pedagógicas diversificadas para que cada criança atinja seu potencial. Para tanto, é importante a ciência de que fatores, como ambiente, estimulações e experiências diversificadas são necessários para o desenvolvimento na Primeira Infância, no entanto, não são os únicos fatores que determinam esse processo.

Espera-se que os educadores, ao serem expostos aos conhecimentos apresentados, possam compreender as particularidades do processo de neurodesenvolvimento infantil, colocando-se como protagonista neste processo, planejando e aplicando propostas pedagógicas variadas para auxiliar cada aluno a aprender e a se desenvolver integralmente, respeitando suas especificidades, necessidades, limitações e potenciais que os diferenciam dos demais.

A reflexão proposta no estudo, no tocante à abordagem translacional entre Neurociências Educação, apresentou fundamentos para o diálogo entre conhecimentos destes campos de pesquisa, apontando para possibilidades de qualificação docente, ao passo que pode fornecer subsídios sobre temas como o funcionamento do SN, o desenvolvimento infantil nos primeiros anos de vida e os fundamentos neurobiológicos relacionados à aprendizagem.

Por fim, considerando a potencialidade das pesquisas neurocientíficas de produzir novas evidências que esclareçam os mecanismos e processos cerebrais relacionados à aprendizagem e ao desenvolvimento humano, espera-se que os cientistas direcionem

cada vez mais suas pesquisas para questões relacionadas à Educação, promovendo a divulgação científica de evidências que possam auxiliar na fundamentação de práticas pedagógicas e políticas públicas que protejam e valorizem a Primeira Infância.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, C. *Guia para estimulação do cérebro infantil: do nascimento aos 3 anos*. Rio de Janeiro, Editora Vozes, 2011.
- BAUER, P.; PATHMAN, T. Memória e desenvolvimento inicial do cérebro. *Enciclopédia sobre o desenvolvimento na Primeira Infância*, 2008. Conteúdo online disponível em: <http://www.encyclopedia-crianca.com/cerebro/segundo-especialistas/memoria-e-desenvolvimento-inicial-do-cerebro>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- BARTOSZECK, A. B.; BARTOSZECK, F. K. Neurociências dos seis primeiros anos: implicações educacionais. *Revista Educação: Temas e Problemas*, Évora, v. 9, 2012, p. 59 – 71, 2012.
- BRANDÃO, M. L. *As bases biológicas do comportamento: introdução à neurociência*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 2004.
- BRASIL. *Marco Legal pela Primeira Infância*, Lei nº 13.257 de 2016. Conteúdo online disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/l13257.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13257.html). Acesso em: 02 fev. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP nº 2 de 22 de dezembro de 2017, *Base Nacional Comum Curricular*. Conteúdo on-line disponível em: <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- COSENZA, R.; GUERRA, L. *Neurociência e Educação: como o cérebro aprende*. Porto Alegre: Artmed: 2011.
- DOMINGUES, M. A. *Desenvolvimento e aprendizagem: o que o cérebro tem a ver com isso?* Canoas: Ed. Ulbra, 2007.
- ESPERIDIÃO-ANTONIO, V. et al. Neurobiologia das emoções. *Revista Psiquiatria Clínica*, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 55 – 65, 2008.
- FLICK, U. *Introdução à Pesquisa Qualitativa*. Tradução de Joice Elias Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GURGEL-GIANETTI, J.; SIQUEIRA, C. M.. Mau desempenho escolar: uma visão atual. *Revista Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 78 – 87, jan./fev. 2010.
- HERCULANO-HOUZEL, S. *Neurociências na Educação*. Coleção Neurociências. São Paulo: Atta, 2009.
- IZQUIERDO, I. *Questões sobre memória*. 2. Ed. São Leopoldo: Unisinos, 2017.
- LIMA, E. S. *Neurociências e aprendizagem*. São Paulo: Inter Alia, 2007.
- LIMA, E. S. *Neurociência e Currículo*. São Paulo: Inter Alia, 2016.
- LENT, R. *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais da Neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2001.
- LENT, R. *O cérebro aprendiz: Neuroplasticidade e Educação*. Rio de Janeiro: Atheneu, 2019.
- MAIA, H. *Neuroeducação: a relação entre saúde e educação*. Rio de Janeiro: Wak, 2011.
- OLIVEIRA, G. G. de. *A pedagogia da Neurociência: ensinando o cérebro e a mente*. Curitiba: Appris, 2015.
- OLIVEIRA, R. M.; LENT, R. O desenvolvimento da mente humana. In: LENT, Roberto; BUCHWEITZ, Augusto; MOTA, Mailce B. (Orgs). *Ciência para educação: uma ponte entre dois mundos*. São Paulo: Atheneu, 2018, p. 25-49.
- PAUS, T. *Cérebro*. Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância. Conteúdo on-line disponível em: <http://www.encyclopedia-crianca.com/sites/default/files/dossiers-complets/pt-pt/cerebro.pdf>. Atualizada: Agosto 2013. Consultado: 26 fev. 2019.
- ROONEY, A. *A história da Neurociência: como desvendar mistérios do Cérebro e da Consciência*. São Paulo: M. Books do Brasil, 2018.
- SHORE, R. *Repensando o cérebro: novas visões sobre o desenvolvimento inicial do cérebro*. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2000.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. (2008). *The scientifically substantiated art of teaching: a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science)*. 624 f. ISBN: 9780549589099; Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Capella University, Mineápolis, Minnesota.

TOVAR-MOLL, F.; LENT, R. Neuroplasticidade: o cérebro em constante mudança. In: LENT, Roberto; BU-CHWEITZ, Augusto; MOTA, Mailce B. (Orgs). *Ciência para educação: uma ponte entre dois mundos*. São Paulo: Atheneu, 2018, p. 55-71.

Todo conteúdo da Revista Contexto & Educação está  
sob Licença Creative Commons CC – By 4.0