



ALESSANDRA APARECIDA OLIVEIRA
RITA OLINDA PIMENTA ORTIGOSO

**NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: o funcionamento
do cérebro**

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO – MG

2017

ALESSANDRA APARECIDA OLIVEIRA
RITA OLINDA PIMENTA ORTIGOSO

NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: o funcionamento do cérebro

Monografia apresentada à Faculdade Calafiori, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Pedagogia.

Orientador: Professor Me. Cláudio Manoel Person

SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO – MG

2017

NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: o funcionamento do cérebro

CURSO DE PEDAGOGIA

AVALIAÇÃO: () _____

Orientador: Professor Me. Cláudio Manoel Person

Avaliadora: Professora Ma. Marília de Souza Neves

Avaliador: Professor Me. César Clemente

São Sebastião do Paraíso – MG

2017

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que, nos momentos difíceis pelos quais passei durante esta caminhada, deu-me forças para seguir. Aos meus pais, por sempre me apoiarem em todas as minhas escolhas, e nesta não foi diferente. Mesmo que hoje meu pai não esteja comigo, ele sempre me incentivou e tenho certeza de que, de onde ele estiver, está orgulhoso e olhando por mim. À minha mãe, que está ao meu lado, incentivando-me, guiando-me para a conclusão desta etapa da minha vida. Ao meu esposo, que aguentou os dias de estresse, raiva, tristeza, estava sempre me apoiando, dando-me força para continuar, incentivando-me, para que eu não desistisse, sempre paciente. À minha filha, que, mesmo dentro da barriga, foi uma bênção de Deus, só tenho a agradecer por tudo. Aos meus irmãos pelo apoio constante. E a todos da minha família, que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que eu concluísse o curso. À Adriana Tolomelli Zanchetta, que se tornou mais do que uma professora do curso Normal, uma amiga que sempre esteve ao nosso lado, apoiando-nos, dando-nos força, ensinando-nos, ensinamentos dos quais jamais me esquecerei. Obrigada por tudo. À minha amiga e companheira de trabalho, Alessandra Aparecida Oliveira, por estar sempre ao meu lado, mesmo em dias que não estávamos bem, dias de muito cansaço, com tantos trabalhos a fazer, mas também eram momentos únicos, de muitas risadas, alegrias e a certeza de que, no final, iríamos rir de tudo. E foi o que aconteceu. Hoje, estamos felizes por todos os momentos vividos juntas.

Rita Olinda Pimenta Ortigoso

A Jesus, pela fortaleza que me deu durante estes anos e por todas as vezes em que me protegeu quando me encontrava sozinha. À minha mãe Maria, por ser estrela guia na minha vida, pelo seu amor, encorajamento e por todas as vezes em que eu estava no chão e ela me levantou. A meu saudoso pai, Lázaro (*in memoriam*), que viu o começo desta caminhada, “saiba, meu pai, que vi em seu olhar, naquele último dia no hospital, a luz que me empurrará para a frente”. À Adriana Tolomelli Zanchetta, pela inspiração durante o curso de magistério, o qual me direcionou a uma profissão apaixonante. À Ana Maria Mitleton Borges Campos, professora, que, durante o meu estágio, ensinou-me que dentro da sala de aula devemos ser mais que professores. A todas as crianças que tocaram minha vida durante estes anos, seus ensinamentos moldaram minha alma, obrigada por me amarem mais do que eu merecia. A João Lucas, aluno, que, em 2016, ensinou-me a máxima do amor e que a humildade é a chave que nos torna pessoas melhores. À Rita Olinda Pimenta Ortigoso, amiga e companheira, obrigada pelo apoio diário, por me auxiliar em todos os momentos, por entender minhas frustrações e preocupações, por ser alicerce nesta jornada que foi tão árdua e tão fascinante, eu a admiro por ser uma pessoa tão simples e tão maravilhosa, a você, meu amor e meu respeito.

Alessandra Aparecida Oliveira

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo o que Ele nos concedeu.

Ao nosso orientador, professor Me. Cláudio Manoel Person, por nos apoiar no tema escolhido, mostrando-nos novos caminhos, iluminando nossa jornada com seus ensinamentos, os quais iremos levar em nossa formação acadêmica e em todos os momentos da nossa vida profissional.

Aos professores, que, em todo o curso, compartilharam seus conhecimentos conosco durante a nossa trajetória.

Às amigas Talita, Angela, Karina e Marilda, por sempre estarem conosco em todos os instantes, mesmo em dias em que estávamos exaustas, foram momentos únicos, de muitas risadas.

As relações entre o cérebro e a aprendizagem tornam-se, a cada dia que passa, cada vez mais explícitas, tornando-se um dos principais componentes responsáveis pela evolução do homem. Simplesmente conhecer como o cérebro funciona não é garantia eficaz de aprendizagem. Porém, tal conhecimento, aliado a uma postura reflexiva nos permite levar a teoria até uma aplicação prática. Dessa forma, propostas de ensino bem planejadas, fundamentadas, que levem em consideração o modo como o cérebro trabalha, podem facilitar e aumentar a conectividade sináptica, garantindo uma maior eficiência no processo de aprendizagem. Pessoas ensinam e pessoas aprendem. A todo o momento, desempenhamos ambos os papéis. Porém, o tanto que conseguimos aprender e o tanto que conseguimos ensinar depende dos mecanismos subjacentes responsáveis por tais fenômenos. E é nesse incrível universo de possibilidades de transformações que o professor pretende conduzir seus alunos (PANTANO e ZORZI, 2009, p. 03).

OLIVEIRA, Alessandra Aparecida e ORTIGOSO, Rita Olinda Pimenta. **NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: o funcionamento do cérebro**. São Sebastião do Paraíso, MG: FC, 2017,49 fls. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade Calafiori.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão do Curso de Pedagogia tem como objetivo ressaltar a importância da neurociência na educação, uma área pouco explorada por educadores, destacando como o cérebro realiza as conexões necessárias, como as sinapses, responsáveis pelo transporte dos estímulos recebidos em todas as áreas corticais e as convertem em informações, que por sua vez, se transformam em conhecimento que são fixados através da compreensão e da atenção que esses estímulos receberam. Isso é a memória do indivíduo entrando em ação para guardar o que foi considerado importante durante o processo de aprendizagem. Embasando este estudo no projeto de Cosenza e Guerra (2011), que difundem o papel da neurociência na formação do professor e os reflexos desse conhecimento no desenvolvimento cognitivo de seus alunos, foi feita uma pesquisa bibliográfica, contemplando leituras de significativas obras que tratam da questão escolhida. Além disso, reforçam o papel do professor nesse processo, destacando a importância da sua formação continuada, visto que, quanto maior o conhecimento sobre os mecanismos responsáveis pela aprendizagem, maiores as possibilidades de o professor elaborar planos de aulas que contemplem as necessidades dos alunos, de forma inovadora e instigante, visando despertar a atenção do aluno sobre o tema estudado, pois é através da atenção que as informações são retidas e armazenadas na memória dos indivíduos, oferecendo assim, aos alunos uma educação mais dinâmica e contextualizada, capaz de fornecer as condições necessárias para que esse aluno consiga atuar de forma transformadora na sociedade em que está inserido.

Palavras-chave: Neurociência. Educação. Aprendizagem. Memória. Formação continuada.

OLIVEIRA, Alessandra Aparecida e ORTIGOSO, Rita Olinda Pimenta. **NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO: o funcionamento do cérebro**. São Sebastião do Paraíso, MG: FC, 2017, 49 fls. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade Calafiori.

ABSTRACT

This work completes the course of Pedagogy, in order to highlight the importance of neuroscience in education, highlighting how the brain makes the necessary connections for learning and how the information and stimuli received by the individual are transformed into memories and knowledge. This work is based on the project of COSENZA E GUERRA, which disseminates the role of neuroscience in teacher training and the reflexes of this knowledge in the cognitive development of its students. Moreover, they reinforce the role of the teacher in this process, since the greater the knowledge about the mechanisms responsible for learning, the greater the possibilities of the teacher to elaborate lesson plans that contemplate the needs of the This work of Conclusion of the Pedagogy Course aims to highlight the importance of neuroscience in education, an area not explored by educators, highlighting how the brain makes the necessary connections, such as synapses, responsible for the transport of stimuli received in all cortical areas and turn them into information, which in turn becomes knowledge that is fixed through the understanding and attention that these stimuli have received. This is the memory of the individual taking action to keep what was considered important during the learning process. Based on this study in Cosenza and Guerra (2011), which disseminate the role of neuroscience in teacher education and the reflexes of this knowledge in the cognitive development of its students, a bibliographical research was carried out, contemplating readings of significant works that deal with the question Chosen. In addition, they reinforce the role of the teacher in this process, highlighting the importance of their continuing education, since the greater the knowledge about the mechanisms responsible for learning, the greater the possibilities of the teacher to elaborate lesson plans that contemplate the needs of the students, In an innovative and stimulating way, aiming at arousing the attention of the student about the studied subject, because it is through the attention that the information is retained and stored in the memory of the individuals, thus offering the students a more dynamic and contextualized education, able to provide the Necessary conditions for this student to be able to act in a transformative way in the society in which he / she is inserted.

Keywords: Neuroscience. Education. Learning. Memory. Continuing education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	15
Figura 2	17
Figura 3	20
Figura 4	25
Figura 5	26
Figura 6	28
Figura 7	29
Figura 8	31
Figura 9	32
Figura 10	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	16
Tabela 2	18
Tabela 3	38
Tabela 4	39

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 MAPA DO CÉREBRO	15
1.1 O neurônio	17
1.2 Por que o cérebro é cinzento e branco?.....	19
1.3 As sinapses	20
1.4 Funções cerebrais	21
1.5 Sobre o ato de pensar	25
2 O HOMEM E A APRENDIZAGEM	30
2.1 Neurociência e educação	33
2.2 Relação entre estímulos e aprendizagem.....	34
2.3 Atenção e memória.....	36
2.4 Como as crianças aprendem	41
2.5 Formação do professor e a prática educativa	47
CONSIDERAÇÕES	50
REFERÊNCIAS	52

INTRODUÇÃO

Eu, Rita Olinda Pimenta Ortigoso, venho apresentar minha trajetória acadêmica. Iniciei minha formação aos 6 anos, quando fiz maternal e pré. Aos 8 anos, comecei a cursar a 1ª série na Escola Municipal Maria de Lourdes Dizaró e lá permaneci até a 4ª série. Em seguida, fui estudar na Escola Estadual Paula Frassinetti, onde cursei da 5ª série ao Ensino Médio sem nenhuma repetência. Ao me formar, fiquei um ano sem estudar e, no ano seguinte, fiz o Curso Normal em Nível Médio/Educação Infantil (Magistério) e, logo que concluí o curso, matriculei-me na Faculdade Calafiori, estudando durante quatro anos e obtendo muito aprendizado. Atualmente, trabalho na rede municipal de São Sebastião do Paraíso como monitora de Educação infantil em um Centro de Educação Infantil (CMEI) com crianças de 3 anos.

Eu, Alessandra Aparecida Oliveira, venho apresentar minha trajetória. Iniciei minha formação aos 6 anos na Escola Estadual Paula Frassinetti, onde cursei do pré ao Ensino Médio. Em 2011, retornei meus estudos na Escola Estadual Clóvis Salgado, onde fiz Curso Normal em Nível Médio/Educação Infantil (Magistério) e, logo que o concluí, matriculei-me na Faculdade Calafiori, onde terminei o curso de Pedagogia em dezembro de 2016. Atualmente, trabalho na rede municipal de ensino como Monitora de Educação Infantil em um Centro de Educação Infantil (CMEI) com crianças de 3 anos.

O tema do nosso Trabalho de Conclusão de Curso de Pedagogia na Faculdade Calafiori aborda características muito específicas que podem contribuir para o professor em sala de aula nas perspectivas do ensino e aprendizagem. A neurociência, no contexto educativo, pode ajudar o professor a entender as mudanças que permeiam a instância escolar, suas reorganizações e reaprendizagens. É um novo olhar sobre o ensino e o jeito de ensinar.

Devido ao nosso interesse pelo tema, entramos em contato com o Professor Mestre Cláudio Manoel Person, por ter conhecimentos sobre a psicopedagogia, estudar constantemente, ouvir-nos com respeito, sempre solícito e, por gostar de desafios, aceitou orientar-nos.

Este trabalho faz uma revisão bibliográfica, utilizando o método qualitativo, sobre a importância de agregarmos os conhecimentos da neurociência à educação, possibilitando, desta forma, a elevação do nível educacional oferecido aos jovens no Brasil.

Segundo Minayo (2012, p. 622):

Fazer ciência é trabalhar simultaneamente com teoria, método e técnicas, numa perspectiva em que esse tripé se condicione mutuamente: o modo de fazer depende do que o objeto demanda, e a resposta ao objeto depende das perguntas, dos instrumentos e das estratégias utilizadas na coleta dos dados. A trilogia acrescenta sempre que a qualidade de uma análise depende também da arte, da experiência e da capacidade de aprofundamento do investigador que dá o tom e o tempero do trabalho que elabora.

Antes de fazer parte da investigação educacional, a pesquisa qualitativa tem suas raízes nas pesquisas antropológicas e, em seguida, nas pesquisas sociológicas. Triviños (1987, p. 120) diz que:

O aparecimento da pesquisa qualitativa na Antropologia surgiu de maneira mais ou menos natural. Os pesquisadores perceberam rapidamente que muitas informações sobre a vida dos povos não podem ser quantificadas e precisavam ser interpretadas de forma muito mais ampla que circunscrita ao simples dado objetivo. Isto não significou, de começo, o abandono de posicionamentos teóricos funcionalistas e positivistas. A tradição antropológica da pesquisa qualitativa faz com que esta seja conhecida como investigação etnográfica. E pode-se dizer que, às vezes “se usam indistintamente ambas as expressões para referir-se a uma mesma atividade”.

Com os avanços da ciência e, conseqüentemente da tecnologia, os progressos no campo da neurociência se fazem cada vez mais presentes, ampliando as interligações entre o cérebro e a aprendizagem. Dessa forma, a visibilidade dos processos cerebrais e como esses processos acontecem durante a aprendizagem adquiriram maior difusão no contexto educacional.

Adquirir esse conhecimento nos permite uma abordagem mais eficiente no campo educacional, todavia, sem uma postura reflexiva dos envolvidos nesse processo, tal conhecimento pode não gerar os resultados esperados, uma vez que não basta acesso a dados e informações cientificamente seguros, é premente que esses dados e informações sejam processados, analisados e discutidos por pessoas que sejam capazes de transformar dados teóricos em processos práticos, gerando uma atuação docente mais consciente e eficaz.

Respaldadas pela pesquisa bibliográfica, consideramos relevante destacar a importância do funcionamento cerebral como base da aprendizagem, uma vez que isso significaria não levar em conta um componente fundamental na evolução do homem. É primordial que as funções cerebrais sejam amplamente estudadas e relacionadas à educação, favorecendo o surgimento de um novo modelo de educador, o educador que analisa, pesquisa, busca novas formas de transformar informações em conhecimento efetivo, eficiente e concreto.

O ser humano é capaz de se adaptar a novos ambientes, situações e sensações. Essa adaptação é possível graças à capacidade do cérebro de interagir com o ambiente e criar novos estímulos que se transformam em novos conhecimentos. Essa capacidade de se adaptar e criar novos conhecimentos vai, gradativamente, tornando-se mais complexas, modificando a forma de se pensar, agir e aprender.

Segundo Pantano e Zorzi (2009, p. 04), “[...] a aprendizagem pode ser vista como um processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos ou demandas do ambiente, transformando-se e permitindo uma atuação do indivíduo no mundo em que vive”.

De acordo com os estudos realizados em 2009, na área da saúde e educação, feitos por neurocientistas e neuropsicólogos vinculados ao CEFAC (Centro de Especialização em Saúde e Educação) sobre as funções cerebrais e sua relação com a aprendizagem, uma das funções dos profissionais envolvidos é promover situações que estimulem a vontade de aprender, oferecendo estímulos que sejam adequados à sua faixa etária e adequados à fase de formação cerebral em que seus alunos se encontram.

Oferecer estímulos adequados pode melhorar a forma com que os alunos aprendem, é importante promover uma maior interação entre os profissionais da neurociência e da educação, buscando fortalecer os elos que unem essas duas áreas, favorecendo os processos cognitivos resultantes dos conhecimentos compartilhados, transformando informações em conhecimento, em aprendizagem, em desenvolvimento integral do educando.

Comumente diz-se que alguém aprende quando adquire atitudes, habilidades, conhecimentos, competências para se adaptar a novas situações, para resolver problemas, para realizar tarefas diárias importantes para a sobrevivência e para implementar estratégias em busca de saúde, de realização pessoal e em sociedade, de melhor qualidade de vida, enfim, em busca de viver bem e em paz. A educação visa ao desenvolvimento de novos comportamentos num indivíduo, proporcionando-lhe recursos que lhe permitam transformar sua prática e o mundo em que vive. Aprendemos o que é útil para a nossa sobrevivência e/ou que nos proporcionar prazer. Educar é proporcionar oportunidades e orientação para aprendizagem, para aquisição de novos comportamentos. Aprendizagem, por sua vez, requer várias funções mentais como atenção, memória, percepção, emoção, função executiva, entre outras. E, portanto, depende do cérebro (GUERRA, 2011, p. 12).

No primeiro ano da criança na escola, a unidade escolar deverá assegurar que o trabalho pedagógico envolva experiências em diferentes linguagens e suas expressões. É fundamental que a bagagem cultural que a criança possui, fruto das interações sociais

construídas a partir das experiências cotidianas que vivenciou, seja levada em consideração e que, a partir desses conhecimentos prévios, estabeleçam-se novas informações e novos veículos afetivos, que propiciarão meios para o desenvolvimento de atividades em grupo, ampliando suas habilidades sociais, cognitivas, emocionais e físicas.

Quando se tem um conhecimento prévio sobre determinado assunto, a memória retém mais informações e, para reter informações durante o processo de aprendizagem, é preciso levar em conta o aspecto emocional do aluno, pois a emoção interfere diretamente no modo como o aluno aprende.

Através da ressonância magnética funcional é possível acompanhar, praticamente em tempo real, a ativação cerebral, ou seja, para que áreas o sangue se desloca. Nesse sentido, esse exame tornou possível caracterizar correlatos neurais específicos de sintomas que têm grande variabilidade, por se tratar de uma técnica que avalia a atividade cerebral de forma dinâmica. Todo esse contexto aponta para caminhos ainda não explorados, mas que, se aplicados à educação, deverão oportunizar trabalhos mais efetivos dos educadores e um aproveitamento mais eficiente dos educandos. Aliar educação e neurociência possibilitará um avanço significativo e concreto nos conceitos educacionais e possibilitará colocar a educação no nível de excelência que sempre mereceu estar.

A atenção e a memória são essenciais à aprendizagem do aluno. A atenção é fundamental para a captação dos estímulos oferecidos e o foco da atenção, que é limitado, deve ser trabalhado pelo professor, de forma inteligente e eficaz, pois a perda do foco, mesmo que momentânea, será responsável pela falha na fixação desse estímulo no cérebro e isso acarretará uma memória imprecisa ou inexistente.

É necessário que se façam adequações nas atividades propostas à maturação física, cognitiva e emocional do aluno, para que a aprendizagem desejada seja alcançada de forma completa. É preciso respeitar todas as fases pelas quais as crianças transitam no decorrer de seu período na escola, a fim de transformar as informações transmitidas em aprendizagens concretas e significativas.

Nesse contexto, a formação e o comprometimento do professor com todo o processo de formação do indivíduo perpassam a base cognitiva e envolvem o desenvolvimento integral do ser humano. Então, uma formação continuada é sempre necessária, mediante as transformações que a educação, os alunos e a sociedade em que estamos inseridos vêm passando, para que se consiga profissionais capazes de atender às novas demandas dessa

sociedade e formar alunos capazes de atuar de maneira consciente e transformadora no ambiente em que está inserido.

1 MAPA DO CÉREBRO

O cérebro humano, de acordo com Pantano e Zorzi (2009), possui aproximadamente 100 bilhões de neurônios e inúmeras funções que nos permitem ver, ouvir, sentir, falar, enfim, permitem-nos viver. Por esse motivo, os cientistas investem tanto tempo na busca por mapeamentos cerebrais que nos possibilitam relacionar a estrutura cerebral às suas funções, quais partes nos permitem realizar determinadas tarefas, desenvolver certas habilidades.

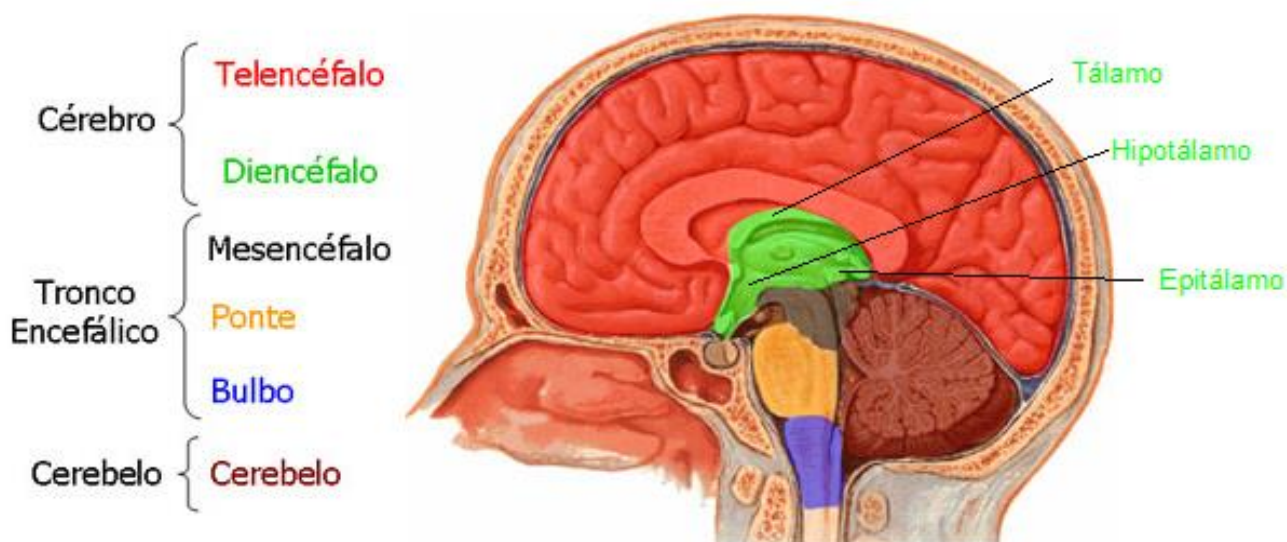
Segundo Pantano e Zorzi (2009, p. 11):

O cérebro é a matéria-prima para o processo de aprendizagem. É o principal responsável pela integração do organismo com seu meio ambiente. Se considerarmos a aprendizagem a resultante da interação do indivíduo com o meio ambiente, perceberemos que é ele que propicia o arcabouço biológico para o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

Pela citação, é possível observar como o cérebro se transforma fisicamente quando aprendemos, ouvimos, sentimos. O mapeamento cerebral tem como principal objetivo apresentar a estrutura cerebral, por meio de um quadro geral, identificando as regiões, lobos funcionais, enfim, as “ferramentas” que nos permitem ser o que somos.

No córtex cerebral as superfícies corticais não são uniformes, possuem saliências (giros) e depressões (sulcos).

Figura 1 – Partes do Encéfalo



Fonte: Periódico de Neurologia – Ano XVII, 2008.

O encéfalo compreende:

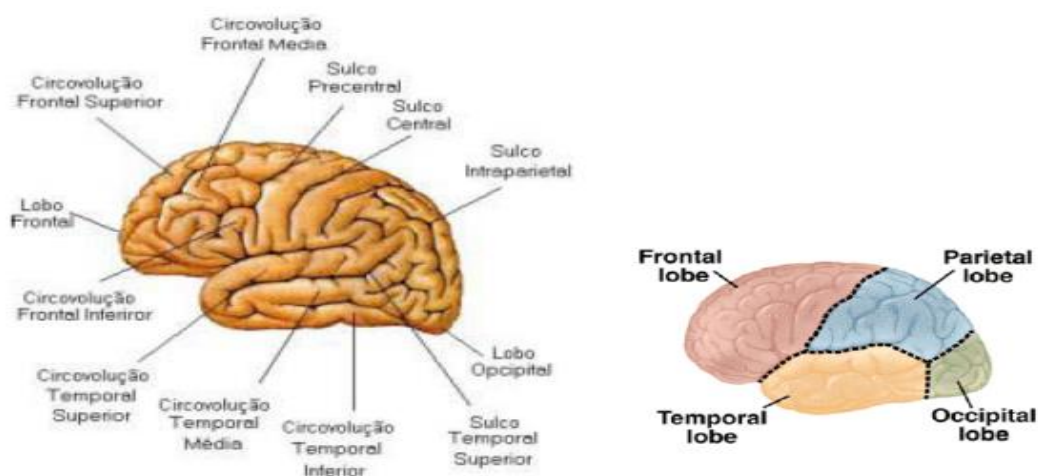
Tabela 1 – Partes do Encéfalo e suas Funções

Parte do Encéfalo	Função
Telencéfalo	É constituído pelos 02 hemisférios cerebrais.
Diencéfalo	Situado na linha mediana, entre os dois hemisférios e se divide em: Epitálamo, tálamo e hipotálamo, sendo que o <u>Epitálamo</u> forma a glândula pineal e a habênula; o <u>Tálamo</u> é a estação retransmissora de informações no cérebro, com exceção das informações olfatórias e o <u>Hipotálamo</u> controla o sistema endócrino e interfere nas funções viscerais.
Cerebelo	Localiza-se por trás do tronco cerebral e é responsável pelo equilíbrio e pela coordenação motora.
Tronco cerebral	É a substância nervosa que vai do cérebro à medula. No centro há uma formação reticular no controle da consciência, sono e vigília. É dividido em três partes, que são o <u>Mesencéfalo</u> , a porção superior do tronco cerebral, de onde se originam os pares de nervos cranianos, a <u>Ponte</u> , que é a porção média do tronco cerebral, de onde se originam os pares de nervos cranianos e os <u>Bulbos</u> , que são as porções inferiores do tronco cerebral, de onde se originam os pares de nervos cranianos.

Fonte: SANTOS, 2002, p. 7, *apud* MARTINS, 1988, p. 574. Grifos do autor.

Cada um dos dois hemisférios é dividido em quatro lobos anatomicamente distintos: o frontal, o parietal, o occipital e o temporal. Cada lobo tem circunvoluções características e dobras (um antigo artifício biológico para aumentar a área de superfície). As cristas das circunvoluções são denominadas giros. As ranhuras são chamadas sulcos ou fissuras. Os giros e sulcos mais proeminentes são semelhantes entre um indivíduo e outro e têm nomes específicos (giro pré-central, sulco central e giro pós-central). As circunvoluções representam uma adaptação que serve para ajustar uma grande área superficial dentro de um espaço restrito da cavidade craniana (COSENZA, 1998, p. 109).

Figura 2 - Lobos cerebrais



Fonte: COSENZA, 1998, pág 111

- **Corpo celular** (soma/pericárdio) — é a “fábrica” do neurônio, o centro metabólico da célula. Contém diversas estruturas imersas no citoplasma, dentre elas o núcleo que representa o arquiteto da célula, onde estão os genes, consistindo de DNA, o qual contém a informação básica para manufaturar todas as substâncias químicas neurotransmissoras. Em geral do corpo celular originam-se dois tipos de prolongamentos: o axônio e os dendritos (NETO, 2016, p. 01).

1.1 O Neurônio

Segundo Gouvêa (2007), o neurônio produz e veicula sinais capazes de codificar tudo o que sentimos dentro e fora do organismo e tudo o que pensamos. Os neurônios operam em grandes conjuntos (circuitos) nos quais cada neurônio faz uma coisa e todos realizam juntos uma função.

Cada neurônio possui vários prolongamentos que recebem informações, mas apenas um que as manda. Sua membrana plasmática é especializada em produzir e propagar impulsos elétricos (GOUVÊA, 2007, p.157).

O neurônio é a unidade fundamental, com a função básica de receber, processar e enviar informações. A neuroglia compreende células que ocupam os espaços entre os

neurônios, com funções de sustentação, revestimento, modulação da atividade neuronal e de defesa (MACHADO, 1998).

De acordo com Machado (1998), o tecido nervoso compreende basicamente dois tipos celulares: os neurônios e as células gliais ou neuróglias. Durante o desenvolvimento intrauterino, o cérebro humano produzirá todas as células nervosas que o acompanharão no decorrer da vida. Os neurônios, por sua vez, são células nobres, extremamente exigentes quanto aos seus níveis de glicose e de oxigênio. Isso acontece porque, ao contrário das outras células, os neurônios não possuem reservas para esses componentes. Em caso de morte dos neurônios, estes não se regeneram mais, uma eventual cicatrização resultaria em tecido fibroso constituído por astrócitos e células de Schwann (tipo de célula que envolve os neurônios).

O impulso nervoso (de natureza eletroquímica) tem sua velocidade ou intensidade aumentada por substâncias neurotransmissoras, como a acetilcolina e a adrenalina, de singular importância para o estudo das doenças do sistema nervoso. No neurônio, unidade funcional básica do sistema nervoso, a transmissão dos impulsos se dá sinapse, dendritos e axônios. Através dos nervos, o cérebro e a medula espinhal enviam comandos aos sistemas e aparelhos orgânicos (MACHADO, 1998).

Tabela 2 – Estrutura da célula e suas funções

Axônios	Geralmente, cada neurônio possui apenas um único axônio, que conduz impulsos do corpo celular em direção a outro neurônio ou para um órgão efetor. Os sinais elétricos conduzidos pelos axônios são denominados de potencial de ação ou <i>impulso nervoso</i> e podem percorrer distâncias de alguns milímetros a mais de um metro. Os axônios de muitos neurônios são envolvidos por uma bainha de mielina. A mielina protege e isola o axônio, prevenindo a interferência entre axônios à medida que elas passam ao longo dos feixes e aumenta a velocidade de transmissão do impulso nervoso.
Dendritos	Geralmente, são estruturas curtas que se ramificam como galhos de uma árvore e representam o principal aparato para recepção de sinais de outras células nervosas. Eles funcionam como “antenas” do neurônio e são cobertas por milhares de sinapses.

Fonte: NETO, 2016, p. 03.

1.2 As sinapses

Conforme Gouvêa (2007), a transmissão de informações entre neurônios acontece por meio de sinapses, que podem ser elétricas ou químicas. As sinapses elétricas existem principalmente em neurônios imaturos e sua estrutura é denominada junção comunicante, uma região na qual duas células se aproximam e suas membranas ficam separadas por um espaço muito pequeno (cerca de 3nm (nanomilímetro)). As informações transmitidas por sinapses elétricas não são modificadas entre uma célula e outra e, geralmente, passam nos dois sentidos (entram e saem), embora existam as junções retificadoras – que permitem a passagem da corrente elétrica em apenas uma direção.

As sinapses químicas existem entre neurônios adjacentes de uma região especializada, permitindo o contato por contiguidade. O espaço entre uma membrana e outra é preenchido por matriz proteica adesiva que favorece a fixação e a difusão de moléculas entre elas. A região sináptica da primeira célula é chamada elemento pré-sináptico e é igualmente um terminal axônico. O elemento pós-sináptico, região sináptica da segunda célula, é geralmente um dendrito (Gouvêa, 2007, p. 158).

As sinapses são responsáveis pela comunicação neural, enviando e recebendo informações para que cada neurônio cumpra seu papel no organismo. A falha nas sinapses ocasiona a interrupção das informações e, por conseguinte, causa o mau funcionamento dos neurônios, que pode ocasionar, inclusive, a eliminação do neurônio defeituoso, pelo próprio organismo, na tentativa de estabelecer uma nova conexão e sanar a falha na comunicação neural (NETO, 2016).

Ainda, de acordo com Neto (2016, p. 04),

Os neurônios entram em contato com outros neurônios, principalmente através de suas terminações axônicas, passando-lhes informações. Os locais de conexões são denominados sinapses. As sinapses podem ocorrer entre neurônios (axônio e corpo; axônio e dendrito; axônio e axônio) e podem ocorrer também entre neurônios e células não neuronais denominadas de órgão efetor, que podem ser as células musculares (esqueléticas, lisas e cardíacas) e células secretoras (glândulas). O impulso nervoso move-se ao longo do axônio, e quando alcança o terminal axônico do neurônio pré-sináptico, vesículas contendo substância química (neurotransmissor) são liberadas. Estas substâncias provocam reação no neurônio pós-sináptico, que pode ser excitado (capaz de deflagrar o impulso nervoso) ou inibido (não é capaz de gerar impulso nervoso). A capacidade para integrar, coordenar, associar e modificar os impulsos aferentes e alcançar uma resposta motora desejada está diretamente relacionada ao número de sinapses realizadas no interior do cérebro e da medula espinhal.

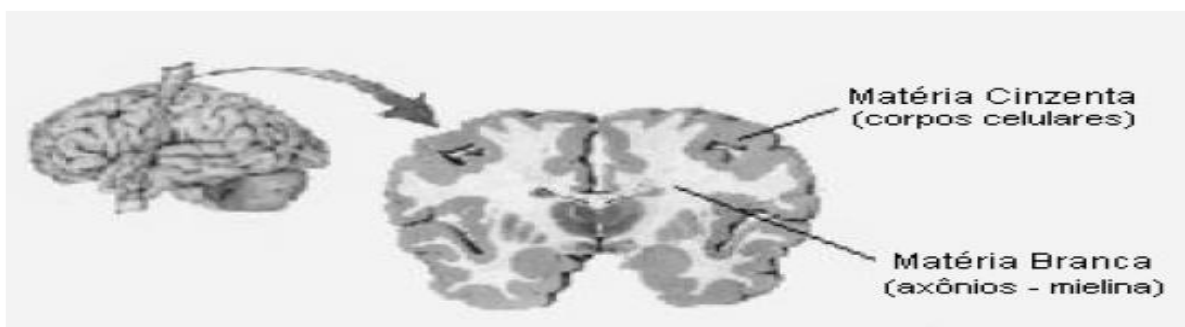
Para demonstrar a capacidade plástica do Sistema Nervoso, fatores como a aprendizagem e experiência interferem no número e na quantidade de sinapses que um neurônio é capaz de realizar. Dependendo de sua função e sua localização no sistema nervoso, um neurônio é capaz de enviar ou receber até cem milhões de conexões nervosas (NETO, 2016).

1.3 Por que o cérebro é cinzento e branco?

No cérebro, a substância cinzenta é exterior à substância branca. A área cinzenta possui maior concentração de corpos celulares sem estarem envoltos em uma capa de gordura; já na área branca, esses corpos celulares são envoltos por uma camada de gordura. Segundo Cardoso (2003, p. 23),

Em uma secção transversal feita no cérebro, é fácil ver as áreas cinzentas e brancas. O córtex e outras células nervosas são cinzentos, e as regiões entre eles, brancas. A coloração acinzentada é produzida pela agregação de milhares de corpos celulares, enquanto que branco é a cor da mielina. A cor branca revela a presença de feixes de axônios passando pelo cérebro, mais que em outras áreas nas quais as conexões estão sendo feitas. Nenhum neurônio tem conexão direta com outro. No final do axônio encontram-se filamentos terminais, e estes estão próximos de outros neurônios. Eles podem estar próximos dos dendritos de outros neurônios (algumas vezes em estruturas especiais chamadas espinhas dendríticas, ou próximo ao corpo celular (Revista Cérebro & Mente – Ano 7 - 2003).

Figura 3 – Áreas Cinzentas e brancas do cérebro



Fonte: Revista Cérebro & Mente – Ano 7 – 2003

1.4 Funções cerebrais

Os seres vivos, para interagir, precisam estar em permanente troca com o meio ambiente e relacionar-se com ele. De acordo com Cosenza e Guerra (2011), Hipócrates, considerado pai da medicina, há cerca de 2.300 anos, afirmava que os seres vivos usavam o cérebro, a fim de produzir respostas adequadas para localizar alimentos, encontrar parceiros para a reprodução e para sua sobrevivência. O sistema nervoso se encarrega de apoiar essa comunicação com o mundo em sua volta e também com as partes internas do organismo.

O cérebro, como já sabemos, é a parte mais importante do sistema nervoso, pois é através dele que tomamos consciência das informações que chegam pelos órgãos do sentido e processamos essas informações, comparando-as com nossas vivências e expectativas. É dele também que emanam as respostas voluntárias e involuntárias que fazem com que o corpo eventualmente atue sobre o meio ambiente (COSENZA & GUERRA, 2011, p.11).

Esse processo só é possível porque temos circuitos nervosos constituídos por bilhões de células chamadas de neurônios, células especialistas em receber e conduzir informações que são organizadas em cadeias complexas. Cosenza e Guerra (2011, p. 13) explicam:

Um neurônio pode disparar impulsos seguidamente, dezenas de vezes por segundo. Mas a informação, para ser transmitida para outra célula, depende de uma estrutura que ocorre geralmente nas porções finais do prolongamento neuronal que levam nome de axônio. Esses locais onde ocorre a passagem da informação entre as células são denominadas sinapses, e a comunicação é feita pela liberação de uma substância química, um neurotransmissor. O neurotransmissor liberado da região da sinapse atua na membrana da outra célula (membrana pós-sináptica), aí pode ter dois efeitos: vai excitá-la de forma que os impulsos nervosos sejam disparados por ela, ou poderá dificultar o início de novos impulsos nervosos, pois muitos neurotransmissores são inibitórios.

As sinapses são locais que regulam os caminhos de informações no sistema nervoso, e são de fundamental importância para a aprendizagem. Cosenza e Guerra (2011) afirmam que existem bilhões de células no sistema nervoso com um número incalculável de sinapses fazendo essas conexões, com centenas de neurônios recebendo informações vindas dessas

sinapses e também de outras células, que causam inúmeras influências em células vindas de perto ou de longe.

Os axônios que se encontram em nosso sistema nervoso são revestidos por um involutório de mielina. O axônio é o prolongamento no qual o neurônio conduz as informações que serão levadas até as células.

A bainha de mielina é formada por células auxiliares, que se enrolam ao longo da fibra nervosa, ou axônio. As fibras mielinizadas podem ser mais eficientes, pois os axônios que possuem esse envoltório conduzem a informação em uma velocidade até 100 vezes maior do que uma fibra que não seja mielínica (COSENZA & GUERRA, 2011, p. 13).

É possível ver essas fibras mielinizadas (a substância branca) quando o cérebro está amputado. Nessa constituição gordurosa, encontramos os campos de neurônios, a matéria cinzenta. Esse elemento cinzento é conhecido como córtex cerebral. Nele contêm bilhões de neurônios estruturados em circuitos relevantes que se delegam funções como a linguagem, a memória, o raciocínio crítico, o planejamento de ações, com atributos da natureza humana. “Os nossos sentidos se desenvolveram para que pudéssemos captar a energia presente no ambiente” (COSENZA & GUERRA, 2011, p. 17).

O córtex cerebral é dividido em zonas designadas lobos. Esses, por sua vez, contêm os nomes correspondentes aos ossos que envolvem o crânio; são eles: lobos frontal, parietal, temporal e occipital. É pelo córtex cerebral que compreendemos determinadas sensações.

O lobo frontal está relacionado com funções intelectuais tais como o raciocínio e o pensamento abstrato; comportamento agressivo e sexual; fala, linguagem e iniciação do movimento, tanto treinado quanto postural. O lobo parietal está relacionado com o reconhecimento de estímulos sensoriais específicos; o paladar; a habilidade de usar símbolos como meio de comunicação (linguagem) e a habilidade de desenvolver ideias e as respostas motoras necessárias para levá-las a termo. O lobo temporal está relacionado ao olfato e à linguagem; ao comportamento emocional (incluindo raiva, hostilidade e comportamento sexual). A área recebe impulsos aferentes relacionados à audição. O lobo occipital, especialmente a área específica rotulada, está relacionada com o recebimento de estímulos visuais do tracto óptico (NETO, 2016, p. 06).

É por meio do córtex cerebral que tomamos consciência das sensações, informação essa reforçada por Cosenza e Guerra (2001, p. 18), os quais asseveram que:

É por intermédio do córtex cerebral que percebemos uma determinada sensação. Em outras palavras, sabemos que houve uma estimulação tátil em nosso dedo quando essa informação, trazida através da cadeia neuronal mencionada, excita neurônios no córtex cerebral levando a um processamento que ativa a consciência.

Se a cadeia neural for interrompida, o córtex deixará de ser informado, e a estimulação ficará impossível, porque os receptores estavam desconectados. Isso acontece quando a medula espinhal de uma pessoa é lesionada. Ela perde a conexão dos receptores na região do corpo separadas de sua junção com o córtex cerebral (COSENZA & GUERRA, 2011).

Segundo as elucidações de Cosenza e Guerra (2011), através das informações sensoriais, processadas pelo cérebro — que recebe o estímulo por meio de circuitos próprios —, é que nós reconhecemos o que está acontecendo ao nosso redor e podemos tomar as decisões de como atuar sobre esse acontecimento para garantir nossa sobrevivência.

O cérebro também recebe informações internas, sensações viscerais, por exemplo: a dor visceral que informa que algo dentro não está bem.

O fenômeno sensitivo doloroso é a transformação dos estímulos ambientais em potenciais de ação que, das fibras periféricas, são transferidos para o Sistema Nervoso Central (SNC). Todo estímulo intenso, exceto o vibratório, de qualquer modalidade energética, poderá produzir dor. O agente nocivo é detectado pelas ramificações periféricas das fibras nervosas mais finas e numerosas do corpo. As fibras que enervam toda a pele, os músculos, são como feixes que distribuem os estímulos expostos a dióxido de carbono, condutividade e alterações de pH. (Revista de Psicofisiologia, 1997, p. 02).

Uma parcela dessas ações viscerais não chega ao córtex cerebral, tornando essa ação consciente, exemplo disso é a queda na pressão sanguínea que, quando ocorre, informa áreas específicas do cérebro com receptores próprios que levam a informação ao sistema nervoso, promovendo a contração aos vasos sanguíneos para reparar o contratempo. De acordo com Cosenza e Guerra (2011, p. 20),

Na verdade, a maior parte dos processos que ocorrem no cérebro é inconsciente, mesmo aqueles que dependem da atuação do córtex cerebral. Particularmente a regulação do nosso meio interno, como a manutenção de temperatura, dos níveis adequados de glicose e de oxigênio no sangue ou das secreções hormonais passa pela supervisão do sistema nervoso de uma forma que escapa à nossa consciência. Mas, como veremos, mesmo a aprendizagem que envolve nossa interação com o ambiente pode ocorrer de uma forma da qual não tomamos conhecimento.

O cerebelo fica atrás de cérebro. Ele é responsável pelos movimentos; o lado esquerdo pelo lado direito e do direito pelo esquerdo e recebe as informações que vêm do córtex motor, para onde é enviado e controlado. Depois de enviado e estimulado, o cerebelo capta a mensagem e encaminha tudo de volta para o córtex, que faz o real desempenho e, assim, o cerebelo permite que os movimentos sejam equilibrados e executados (Cosenza e Guerra, 2011).

Mediante as informações de Cosenza e Guerra (2011), o hipotálamo é uma região do encéfalo, localizado sob o tálamo, e seu tamanho é entre 9 a 10 centímetros. É a região das emoções. Ele controla a sede, apetite, medo, prazer, entre outras emoções, ou seja, é uma parte pequena, mas muito importante para o ser humano.

1.5 Sobre o ato de pensar

Imagine um mundo onde ninguém pense. Para nós, seres humanos, isso seria só existir, não viver. Pensamos para realizar todas as nossas ações. E o ato de pensar é algo tão instintivo para os homens que, muitas vezes, pensamos e não temos consciência do fato.

O que chamamos "pensar"? Embora, de acordo com as mundanidades filosóficas, a questão tenha uma ressonância heideggeriana¹, nós a tomaremos pelo seu lado banal, trivial. Segundo o autor de *Pensées*, o inventor do "caniço pensante", escreveu: "A máquina de aritmética tem efeitos que se aproximam mais do pensamento do que tudo aquilo que os animais fazem; mas ela não faz nada que permita dizer que ela tem vontade como os animais". E, aqui, estamos quase no computador, cujos efeitos se aproximam ainda mais do pensamento do que fazia a máquina de Pascal. Melhor ainda, eles ultrapassam o pensamento. A metáfora, agora repetida, do cérebro-computador justifica-se na medida em que se entende como pensamento as operações de lógica, o cálculo, o raciocínio. Razão, ratio, deriva etimologicamente de reor, calcular. Quanto à vontade dos animais, mesmo se considerarmos que Pascal tenha estendido de modo abusivo esse conceito a toda sorte de condutas orientadas pela busca de uma satisfação vital, devemos convir que existe pelo menos um animal capaz de desejar um efeito sem qualquer precedente na sua experiência. É o homem, inventor das máquinas, como o próprio Pascal. Se a máquina aritmética é o efeito do cálculo de um cérebro do qual ela própria é uma aproximação, pelo menos devemos admitir que os cinquenta modelos dessa máquina, teimosamente construídos antes do modelo definitivo, são o indício de uma vontade de construir conscientemente motivada. Pascal acha que não há uma abordagem mecânica desse tipo de motivação. Se não é possível conceber uma máquina

¹ Relativo a, ou próprio do filósofo alemão Martin Heidegger, ou à sua filosofia do existencialismo.

motivada pelo projeto de construir uma máquina, se não existe computador na origem absoluta do computador, o que proibiria o filósofo de se interrogar a respeito de outras questões diferentes das dos fisiologistas? Isso não significa de forma alguma contestar o saber do fisiologista na sua área. A estrutura dos neurônios do cérebro e a relação entre eles são a condição de seu exercício. Os progressos e a retificação do saber dos fisiologistas é assunto de fisiologistas. O fisiologista manda na própria casa. Mas o filósofo é indiscreto em qualquer lugar (KOLB e WISHAW, 2002, p. 48).

Nosso cérebro se conecta aos órgãos periféricos para receber e enviar comandos que possibilitam a nossa interação com o meio externo. Para que chegássemos a esse ponto de desenvolvimento, as vias sensorio-motoras se desenvolveram e evoluíram para construir essa rede de entrada e saída de informações neurais que nos permitem viver como vivemos hoje.

Diante disso, Cosenza e Guerra (2011, p. 27) revelam:

Em relação a nossa espécie sabemos que não existem dois cérebros iguais, mas podemos afirmar que todos temos vias motoras e sensoriais que seguem o mesmo padrão. Elas estão previstas nas informações genéticas de nossas células e são construídas enquanto nosso organismo se desenvolve dentro do útero materno. Quando a criança nasce, já tem prontos em seu cérebro esse conjunto de circuitos, ainda que eles não estejam funcionando em sua plenitude. A maior parte do sistema nervoso é construída, em suas linhas gerais, ainda no período embrionário. Até as duas primeiras semanas de vida embrionária existe um conjunto complexo de células, essas ainda não formaram seus tecidos internos.

O sistema nervoso humano inicia seu desenvolvimento nas primeiras semanas de vida embrionária, sob a forma de um minúsculo tubo cuja parede é a maior parte formada por células-tronco que vão dar origem a todos os neurônios e também a maior parte das células auxiliares. [...] 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.

Figura 4 - Desenho do encéfalo durante o período gestacional



Fonte: Neto, artigo científico (2015).

Cosenza e Guerra (2011, p. 28) ainda nos relatam que:

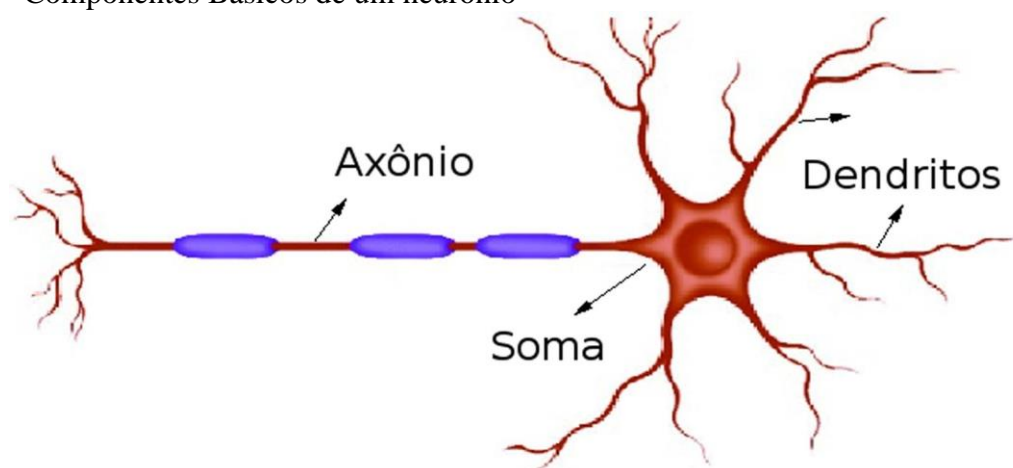
Em uma primeira fase, o evento mais importante é a contínua divisão das células-tronco, formando novos neurônios que, de um número inicial reduzido, irão se tornar bilhões em um curto espaço de tempo. À medida que as paredes do tubo vão ficando mais espessas, sobretudo junto à cabeça, na região que dará origem ao cérebro, os novos neurônios terão como primeira tarefa deslocar-se, de uma forma ativa, para ocupar as partes para as quais estão predeterminados geneticamente. Essa migração programada é auxiliada por células gliais específicas dessa etapa de desenvolvimento e podemos imaginar a complexidade das instruções que determinam, passo a passo, o posicionamento correto de cada grupo de células que irão constituir o sistema nervoso adulto. Qualquer erro nessa fase pode comprometer o funcionamento do cérebro adulto, pois as conexões corretas podem ser impedidas de acontecer posteriormente.

Ao concluírem o processo de migração, as células começam o processo de desenvolvimento de seus prolongamentos, detritos e axônios. Não sendo uma tarefa fácil, já que os neurônios têm que crescer e juntar-se a outras células para formar novas células. Se a diferenciação está terminada, começa a formação de conexões com outros neurônios, onde novos circuitos são criados necessariamente para manter diferentes conexões.

Cosenza e Guerra (2011) explicam que: Neurônios que têm origem no olho, por exemplo, precisam dar origem a um circuito que levará informações até a área do córtex cerebral que se ocupa da visão, a qual se localiza na parte posterior do cérebro, no lobo occipital.

Os axônios têm que ser fortes para chegar ao outro lado da cabeça, devido aos obstáculos e fazendo assim um cruzamento de um lado para o outro do cérebro até que finalmente tudo esteja em seu lugar (Cosenza e Guerra, 2011).

Figura 5 - Componentes Básicos de um neurônio



Fonte: Rev. Bras. Ens. Fís. vol.37. n.2 São Paulo, Apr./June, 2015- Scielo

Depois que os neurônios ocupam suas posições, emitem prolongamentos e tem seus axônios nos lugares estabelecidos, ocorre então a sinaptogênese², a formação das sinapses que irão completar efetivamente os circuitos nervosos. Esse é um fenômeno extremamente importante que, como veremos, vai se estender bem além do período intrauterino (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 29).

Durante o processo de formação do cérebro, formam-se grandes quantidades de neurônios, um número maior que o necessário para o seu funcionamento. Sendo capaz de perceber quais neurônios estão aptos a se tornarem cadeias funcionais, o organismo cria uma continuidade ou simplesmente permite que as ligações necessárias se estabeleçam e esses neurônios permanecem ativos. Já os neurônios que não são capazes de manter firmes suas conexões e que não serão utilizados no processo de formação das cadeias neurais, são eliminados pelo próprio organismo (Cosenza e Guerra, 2011).

As primeiras fases do desenvolvimento do sistema nervoso são fundamentais para que se estabeleçam posteriormente as funções que as diversas estruturas vão desempenhar. [...] Daí a necessidade de cuidados especiais junto à nutrição da gestante para que o embrião, ou feto, não sejam prejudicados pela exposição de drogas, medicamentos ou micro-organismos que possam alterar a marcha normal do desenvolvimento. Crianças comuns, com sistemas nervosos organizados de uma forma variante podem vir a necessitar, posteriormente, de estratégias especiais (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 30).

Há regiões do cérebro com capacidade de produzir novas células por toda a vida.

O processo evolutivo, desde o momento da fecundação do óvulo até a morte do indivíduo, passa pelas fases de desenvolvimento, amadurecimento e envelhecimento, sendo caracterizado por modificações permanentes. As modificações podem ser fisiológicas³, de conduta⁴, ou morfológicas⁵ e são diferentes em cada ser vivo e em cada etapa de sua vida. Apesar de apresentar características comuns para os seres humanos, o processo de envelhecimento varia conforme as condições de vida (fatores ambientais, culturais e alimentares) para cada um (Xavier & Nunes, 2011).

² Sinaptogênese é o processo de formação de sinapses entre os neurônios do sistema nervoso central.

³ Fisiologia é uma área de estudo da biologia responsável em analisar o funcionamento físico, orgânico, mecânico e bioquímico dos seres vivos.

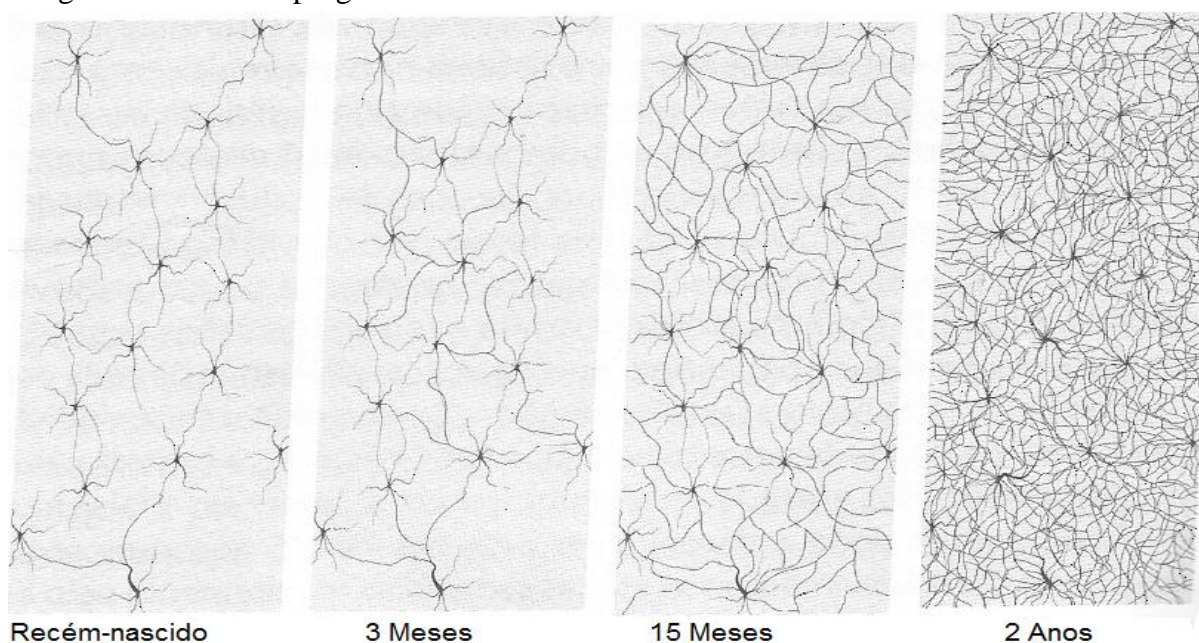
⁴ Conduta é uma manifestação de comportamento do indivíduo, esta pode ser boa ou má, dependendo do código moral, ético do grupo onde aquele se encontra.

⁵ Morfologia é o estudo das formas que a matéria pode tomar. Aparência externa de um ser vivo. (Ferreira, et all, 2010)

Vygotsky concebe o desenvolvimento humano como uma produção, na qual os aspectos biológicos e culturais estão em permanente articulação e movimento. Por conseguinte, valoriza bastante a interação entre os seres humanos como propulsora de novos desenvolvimentos em cada indivíduo. (XAVIER & NUNES, 2011, p. 26).

As figuras abaixo demonstram como os neurônios iniciam os processos de sinapses desde a gestação e, conforme a criança vai amadurecendo fisiologicamente e se desenvolvendo cognitivamente existe um aumento considerável de conexões novas sendo formadas.

Figura 6 - Aumento progressivo de conexões entre células nervosas

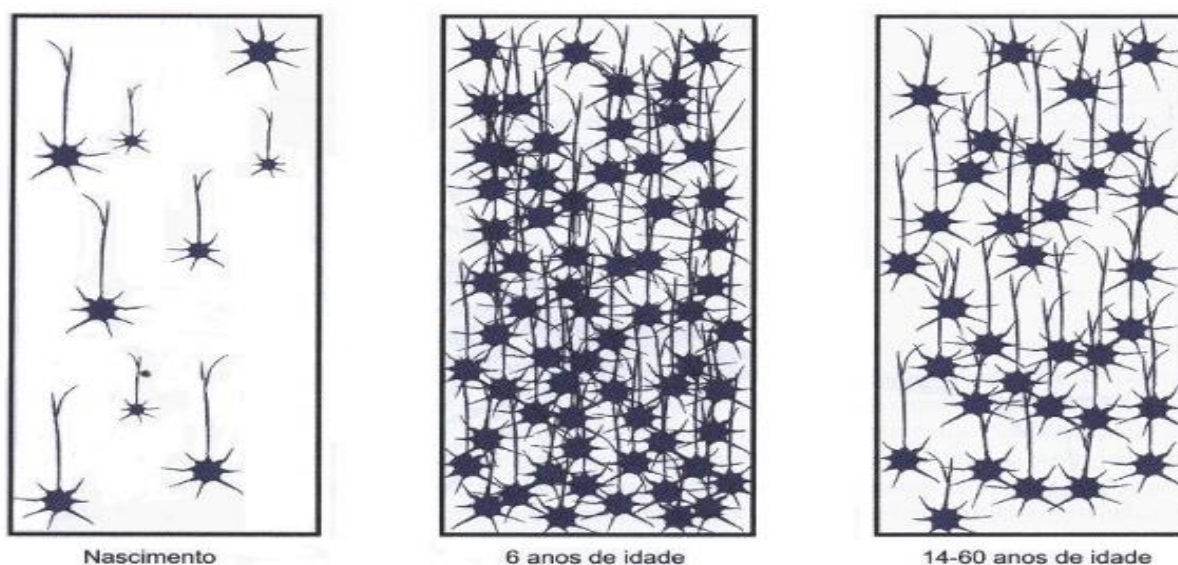


Fonte: COSENZA e GUERRA, 2011, p. 33.

Esse aumento das conexões neurais acontece também, de acordo com a quantidade e a qualidade dos estímulos oferecidos à criança e se estabiliza, por volta dos doze anos.

Essa quantidade de conexões se mantém basicamente estável durante boa parte da vida do indivíduo, começando a diminuir conforme esse indivíduo entra na terceira idade, já que as conexões neurais que foram formadas e que não são mais utilizadas são eliminadas pelo cérebro.

Figura 7 – Comparativo de conexões entre as células nervosas, por idade



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/3273504>. Acesso em 28/12/2016.

A história de vida de cada um constrói-se, desfaz-se e reorganiza, permanentemente, as conexões sinápticas entre bilhões de neurônios que constroem o cérebro (COSENZA & GUERRA, 2011).

O cérebro e suas funções, estão cada vez mais próximo dos educadores visto que os mais recentes estudos propiciam aos educadores a oportunidade de conhecer melhor os mecanismos pelos quais as funções cerebrais são ativadas e como respondem a determinados estímulos, permitindo ao educador a oportunidade de transformar informações relevantes em conhecimento visto que informações são cumulativas e o conhecimento é seletivo e poderá contribuir muito para uma melhor conscientização do ato de ensinar.

2 O HOMEM E A APRENDIZAGEM

Por que somente o ser humano tem condições de aprender? O ato, o processo de aprendizagem está ligado somente ao homem. Nenhum outro animal é capaz de aprender, os animais desenvolvem capacidades e nunca, competências, pois competências são frutos de aprendizagem, até mesmo porque todo animal já nasce sendo ele mesmo, ele possui o gene autodeterminante, por exemplo, o cachorro já nasce cachorro, quer dizer, ele já nasce sabendo latir, ele não aprende, pois sabe exatamente o que é (Cosenza e Guerra, 2011).

Mas o sujeito, desde o momento em que é concebido no ventre materno, passa por vários processos antes de ser considerado humano. Em relação à nossa espécie, Cosenza e Guerra (2011, p. 27) explicam que:

Sabemos que não existem dois cérebros iguais, mas podemos afirmar que todos temos vias motoras e sensoriais que seguem o mesmo padrão. Elas estão previstas nas informações genéticas de nossas células e são constituídas enquanto nosso organismo se desenvolve dentro do útero materno. Quando a criança nasce, já tem pronto em seu cérebro esse conjunto de circuitos, ainda que eles não estejam funcionando em sua plenitude. A maior parte do nosso sistema nervoso é constituída, em suas linhas gerais, ainda no período embrionário e fetal.

Segundo os pesquisadores acima mencionados, o ser humano precisa se autoconstruir. Ele possui o gene que o autodetermina, nascendo, assim, com todos os pressupostos comportamentais que vão desenvolvendo-se na idade e na hora certa. Isso, pelo fato de sermos incompletos e nascermos com o potencial de aprender. Nosso sistema precisa passar pelo processo de maturação e nós, seres humanos, precisamos aprender a falar, andar, relacionar-nos, viver questões e valores e estar em sociedade.

De acordo com o que cada indivíduo é submetido, a história de vida de cada um é construída, desconstruída, reconstruída, reorganizando constantemente as conexões sinápticas entre todos os neurônios que constituem o cérebro (COSENZA & GUERRA, 2011).

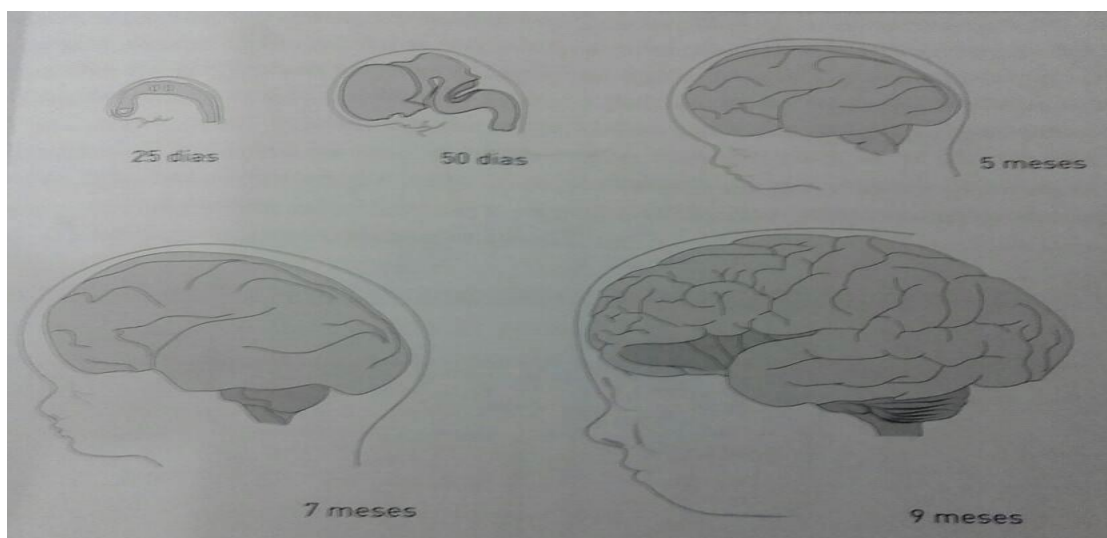
Até as duas primeiras semanas de vida embrionária, o embrião é um conjunto complexo de células, células essas que ainda não formaram seus tecidos internos.

O sistema nervoso humano inicia 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 a maior parte das células auxiliares, as células gliais, que iremos

encontrar no adulto. [...] 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 e GUERRA, 2011, pág. 28)

É importante destacar o desenvolvimento do cérebro durante o período gestacional, já que durante todo esse período o cérebro se desenvolve e permite que o feto já tenha reações há estímulos que recebe, seja através de um carinho na barriga da mãe, o som de uma voz seja através das sensações que a mãe tem. É um período delicado e que deve ser acompanhado para que o desenvolvimento cerebral aconteça sem nenhum problema.

Figura 8 – Desenvolvimento do encéfalo durante a gestação



Fonte: COSENZA e GUERRA, 2011, p. 29.

Ainda de acordo com Cosenza e Guerra (2011, p. 28):

Em uma primeira fase, o evento mais importante é a contínua divisão das células-tronco, formando novos neurônios que, de um número inicial reduzido, irão se tornar bilhões em um curto espaço de tempo. À medida que as paredes do tubo vão ficando mais espessas, sobretudo junto à cabeça, na região que dará origem ao cérebro, os novos neurônios terão como primeira tarefa deslocar-se, de uma forma ativa, para ocupar os lugares para os quais estão predeterminados geneticamente. Essa migração programada é auxiliada por células gliais específicas dessa etapa do desenvolvimento e podemos imaginar a complexidade das instruções que determinam, passo a passo, o posicionamento correto de cada grupo de células que irão constituir o sistema nervoso adulto. Qualquer erro nessa fase pode comprometer o funcionamento do cérebro adulto, pois as conexões corretas podem ser impedidas de acontecer posteriormente.

Conforme Cosenza e Guerra (2011), quando chegam ao destino, as células começam o processo de desenvolvimento de seus prolongamentos (dendritos e axônios). Esse processo de desenvolvimento não é uma tarefa fácil, uma vez que os neurônios têm de crescer e se juntar a outras células para formar novas células. Se a diferenciação celular está terminada, começa o

processo de estabelecer conexões com outros neurônios, onde novos circuitos são criados necessariamente para manter diferentes conexões.

Exemplificando esse processo de migração e de novas conexões, podemos citar os neurônios que se originam no olho. Esses neurônios obrigatoriamente têm de originar circuitos que levarão informações captadas pelo olho até a região do córtex cerebral, que é responsável pela visão. Para que esse processo ocorra, os axônios vão, por vários centímetros, abrindo caminho por todo o cérebro, até que todas as ligações estejam concluídas, completando a via visual (COSENZA & GUERRA, 2011).

Depois que os neurônios ocupam suas posições, emitem prolongamentos e têm seus axônios nos lugares estabelecidos, ocorre então a sinaptogênese, a formação das sinapses que irão completar efetivamente os circuitos nervosos. Esse é um fenômeno extremamente importante que vai se estender bem além do período intrauterino (COSENZA & GUERRA, 2011, p. 29).

Durante o processo de construção do cérebro, mediante os estudos de Cosenza e Guerra (2011), formam-se grandes quantidades de neurônios. Esse número é muito maior que o necessário, para que os neurônios que apresentarem “defeito” possam ser descartados sem prejuízos ao desenvolvimento cerebral. Pode-se ilustrar esse processo como a brincadeira infantil da dança das cadeiras, por meio da qual o neurônio que não consegue estabelecer seu lugar é descartado. Isso acontece também com as sinapses que foram formadas inicialmente, que poderão desaparecer, pois novas sinapses foram iniciadas e as antigas já não são mais necessárias.

Figura 9 – São eliminados os neurônios que não estabelecem conexões



Fonte: COSENZA e GUERRA, 2011, p. 31.

Esse processo de eliminação neural é importante para que novas conexões sinápticas sejam estabelecidas, formando novas redes de conhecimento. Esse processo recebe o nome de plasticidade neural, pois novos caminhos são criados a partir de informações, permitindo que os indivíduos consigam aprender novas formas de realizar atividades que já faziam, mais de uma forma melhor e mais eficiente.

2.1 Neurociência e Educação

A década de noventa é, no meio científico, de acordo com Cosenza e Guerra (2011, p. 31), reconhecida como a Década do Cérebro, pois com o acesso às novas tecnologias de eletrofisiologia e de neuroimagens, os exames neurológicos propiciaram aos neurocientistas a oportunidade de se aprofundarem no estudo do cérebro e de que modo a comunicação neurológica funciona e a maneira como essas funções interferem no comportamento humano.

A neurociência cognitiva possibilita o estudo das áreas cerebrais envolvidas nas funções da aprendizagem e, embora as funções cerebrais cognitivas ainda não sejam totalmente conhecidas, um grande avanço nessa área já foi realizado a ponto de permitir que o processo ensino-aprendizagem seja visto por meio de uma abordagem mais científica, esclarecendo, assim, como funcionam algumas funções cerebrais responsáveis pelos processos de aquisição e retenção de informações/conhecimentos (Cosenza e Guerra, 2011).

Conforme Cosenza e Guerra (2011), isso ocorre porque o cérebro é capaz de receber e processar estímulos ambientais e, através de suas sinapses, produzir respostas que permitam a adaptação do indivíduo ao novo ambiente ou situação que enfrentou. Esse processo permitiu a evolução humana e um cérebro cada vez mais apto a aprender. As funções relacionadas às emoções e à cognição são funções que dependem do funcionamento cerebral e, consequentemente, educar e aprender também.

As neurociências são ciências naturais, que descobrem os princípios da estrutura e do funcionamento neurais, proporcionando compreensão dos fenômenos observados. A Educação tem outra natureza e sua finalidade é criar condições (estratégias pedagógicas, ambiente favorável, infraestrutura material e recursos humanos) que atendam a um objetivo específico, por exemplo, o desenvolvimento de competências pelo aprendiz, num contexto particular. A educação não é investigada e explicada da mesma forma que a neurotransmissão. Ela não é regulada apenas por leis físicas, mas também por aspectos humanos que incluem sala de aula, dinâmica do processo ensino-aprendizagem, escola, família, comunidade, políticas públicas. Descobertas em neurociências não se aplicam direta e imediatamente na

escola. A aplicação desse conhecimento no contexto educacional tem limitações. As neurociências podem informar a educação, mas não explicá-la ou fornecer prescrições, receitas que garantam resultados. Teorias psicológicas baseadas nos mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem podem inspirar objetivos e estratégias educacionais. O trabalho do educador pode ser mais significativo e eficiente se ele conhece o funcionamento cerebral, o que lhe possibilita desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais adequadas (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 3).

Esse conhecimento, aliado à educação, pode favorecer a qualidade da aprendizagem, uma vez que vai permitir que os professores conheçam melhor os mecanismos que são responsáveis pela aprendizagem e utilizar essa informação para maximizar os resultados com atividades mais bem elaboradas para cada tipo de conhecimento.

2.2 Relação entre estímulos e aprendizagem

De acordo com Cosenza e Guerra (2011), os neurônios não utilizados são descartados. Essa capacidade adaptativa é denominada plasticidade cerebral ou neuroplasticidade e é responsável pela adaptação do ser humano aos estímulos e influências do meio em que vive (ambiente social, familiar, emocional, entre outros).

Os estímulos e informações são transportados para o cérebro através das sinapses e processadas e armazenadas no Sistema Nervoso Central (SNC). Esse fenômeno biológico representa as atividades cognitivas como a memória, inteligência e o comportamento, além de atividades não cognitivas (andar, pular). (Cosenza e Guerra, 2011)

Continuando, Cosenza e Guerra (2011) salienta que, ao receber novos estímulos, novas sinapses são desenvolvidas, aumentando consideravelmente o número de comunicações entre os neurônios. Por isso, nosso cérebro está constantemente se desenvolvendo, uma vez que perdemos neurônios que não são utilizados, mas ganhamos novos, quando recebemos estímulos e aprendemos algo novo, já que, a cada estímulo, neurônios são ativados ou criados para adaptar às necessidades do cérebro em atender às novas demandas recebidas.

Apesar de um recém-nascido possuir muito mais neurônios que ele utiliza, por causa da imaturidade biológica natural do ser humano, esses neurônios vão migrando para as áreas determinadas para cada função e amadurecendo, permitindo a adaptação do recém-nascido aos novos estímulos como enxergar, falar, andar. Quando novos estímulos são incorporados à vida do recém-nascido, novas conexões são exigidas para atender à demanda e novas sinapses são elaboradas. (Pantano e Zorzi, 2009)

Dessa forma, fica mais claro de entendermos as solicitações para que mantenhamos nosso cérebro sempre ativo, seja através de novos estudos, jogos, conversas, atividades físicas ou culturais, uma vez que os neurônios não utilizados são descartados e à medida que envelhecemos, a criação de novos neurônios fica mais lenta. (Pantano e Zorzi, 2009)

Uma questão importante a ser definida é: quanto tempo dura a plasticidade cerebral? A vida toda, no entanto, ela é máxima aos 7 anos de idade mais ou menos e diminui com o envelhecimento. Caso interessante relacionando ao tempo de duração da plasticidade cerebral pode ser constatado por estudo realizado com freiras católicas vivendo em um convento nos Estados Unidos. As freiras apresentavam uma longevidade maior do que o restante da população (várias tinham mais de 100 anos). Aquelas que viviam mais eram aquelas que praticavam atividades como ensino, pintura, palavras cruzadas (NETO, 2016, p. 15).

Mas, conforme Neto (2016), da mesma forma que o estímulo aumenta a formação de neurônios e sinapses, a falta de estímulo, no início da vida do ser humano, pode ser bastante prejudicial. Crianças que não recebem estímulos suficientes e sem interações sociais, afetivas, ambientais, podem apresentar o mesmo nível de desenvolvimento que uma criança com retardo mental.

Uma garota que experimentou severas privações sociais, intelectuais e desnutrição crônica devido a um pai psicótico, quando foi encontrada aos 13 anos, após ter passado grande parte de sua vida em um quarto fechado e ser punida por fazer qualquer barulho, apresentava baixo desenvolvimento. Após trabalho de reintegração dessa criança, apresentou rápido crescimento e desenvolvimento cognitivo, mas o desenvolvimento da linguagem permaneceu gravemente retardado. Tais fatos nos mostram que há um período crítico, ou seja, um período do desenvolvimento no qual algum evento possui uma influência duradoura sobre o cérebro. Por exemplo, para a linguagem, esse período crítico ocorre até os 12 anos de idade aproximadamente (NETO, 2016, p. 16).

Para Neto (2016), crianças que vivem em ambientes que lhes proporcionam estímulos têm seu desenvolvimento intelectual maximizados e crianças que vivem em ambientes com poucos estímulos terão seu desenvolvimento intelectual empobrecido. Entretanto, a superestimulação não é saudável, pois produz uma sobrecarga de informações e, conseqüentemente, pode desencadear o estresse. Isso gera efeitos negativos no cérebro, acarretando diminuição de memória, de atenção e de aprendizagem.

A importância dos cuidados com as crianças na primeira infância, pois a quantidade e a qualidade dos estímulos ofertados a elas será determinante, já que esse é um período de

desenvolvimento neural intenso e as redes neurais estão mais receptivas às mudanças, possibilitando a aquisição de novos comportamentos e preparando o cérebro para novas aprendizagens. A exposição da criança aos estímulos motores, sensoriais, emocionais e sociais na primeira infância contribui para a manutenção de sinapses já consolidadas e para a formação de novas sinapses, que originarão novos comportamentos e, por conseguinte, novas aprendizagens (NETO, 2016).

De acordo com Neto (2016), a plasticidade cerebral ou neuroplasticidade é a capacidade cerebral de construir e desconstruir as conexões entre os neurônios, o que possibilita que o sistema nervoso e o cérebro reorganizem suas estruturas e essa reestruturação é a base biológica da aprendizagem e do esquecimento. Assim, apreendemos o que possui significado para nós e esquecemos o que não tem relação com o nosso interesse.

2.3 Atenção e memória

Para Pantano e Zorzi (2009), a aprendizagem envolve, necessariamente, a compreensão, assimilação, a atribuição de significados e a relação entre o conteúdo que será aprendido e os conhecimentos prévios do aluno sobre o tema. Esses conhecimentos prévios existem porque estão armazenados na área cerebral responsável pela memória do indivíduo.

Uma função mental muito importante para a aprendizagem é a atenção. A atenção é responsável por selecionar, entre os diversos estímulos que recebemos, qual o mais relevante, através dos esquemas mentais que já estão “arquivados” em nossos cérebros. Por isso, a aprendizagem contextualizada é primordial, visto que, ao conseguir relacionar o que aprende com o que se vive, o indivíduo é capaz de realizar conexões entre seus conhecimentos prévios e o que está sendo ensinado, formando elos de memória e construindo o seu conhecimento, que ficará armazenado junto aos outros conhecimentos relacionados ao tema estudado (Pantano e Zorzi, 2009).

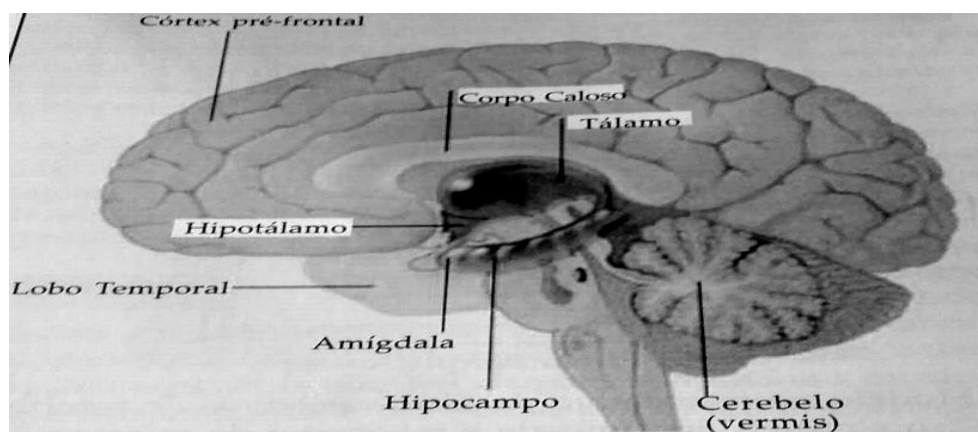
Como o tempo que um indivíduo fica focado, mantém a atenção sobre um objeto, um assunto, uma atividade, é restrito, fundamental se torna que se realizem mudanças de atividades periódicas ou pequenos intervalos, para que se possibilite a retomada da atenção.

Segundo Pantano e Zorzi (2009, p. 23):

Para que o sistema nervoso estabeleça a função atenção, é necessário o trabalho/envolvimento de grandes áreas corticais e subcorticais. Através de

exames funcionais é possível perceber que o desenvolvimento da atenção determina o aumento de impulsos elétricos de neurônios localizados em várias áreas do encéfalo. [...] De uma forma simplista podemos afirmar que os elementos corticais participantes do controle atencional envolvem o lobo parietal posterior, a área pré-motora e o córtex pré-frontal. De um lado o lobo frontal detecta o alvo e prepara a adequada resposta, enquanto o lobo parietal orienta a atenção.

Figura 10 – Esquema representativo das estruturas corticais



Fonte: PANTANO & ZORZI, 2009, p. 26.

De acordo com Pantano e Zorzi (2009, p. 27), “a atenção é um processo neural que se expressa no comportamento dos indivíduos e é observada pela capacidade de filtrar informações em diferentes pontos do processo perceptivo”.

Os estímulos perceptíveis invadem o cérebro e a atenção funciona como um elemento regulador, que escolhe quais estímulos são relevantes para o processo que está sendo realizado e quais podem ser ignorados ou deixados de lado. O processo atencional tem como características mais significativas o controle voluntário da escolha dos estímulos e sua capacidade limitada para se manter atento. Dessa forma, não é possível manter o foco de atenção em um processo cognitivo em dois ou mais estímulos diferentes. Nesse caso, a atenção seleciona qual estímulo é considerado o mais importante e direciona o foco da atenção para o estímulo selecionado, negligenciando os outros estímulos dentro do processo cognitivo (Pantano e Zorzi, 2009).

Poderíamos usar como metáfora para o fenômeno da atenção uma janela aberta para o mundo, na qual dispomos de uma lanterna que utilizamos para iluminar os aspectos que mais nos interessam. É preciso lembrar que essa lanterna ilumina também nossos processos interiores quando focalizamos nossos pensamentos, resolvemos problemas ou tomamos decisões conscientes (COSENZA & GUERRA, 2011, p. 42).

Para Pantano e Zorzi (2009) a atenção pode ser classificada em automática ou voluntária. Automática é destinada a estímulos que sejam relevantemente sensoriais ou biológicos, ou ainda a estímulos intensos, súbitos (seu nome gritado em um local público) ou que contraste com o fundo (ex: uma parede e um animal em movimento em frente a essa parede). Agora, a voluntária pode ser direcionada por motivações fisiológicas (dor de cabeça, por exemplo) ou motivações sociais e afetivas.

Existe uma classificação para a atenção voluntária, de acordo com as características da motivação ou estímulo que a originam, segundo Pantano e Zorzi (2009, p. 28):

Tabela 3 – Classificação da Atenção e suas características

Classificação da Atenção	Características
Seletiva	Privilegiar determinados estímulos em detrimento de outros — mecanismo atencional básico;
Sustentada	Manter atenção em um estímulo durante um determinado tempo;
Alternada	Alternar o foco atencional — desengajar-se de um estímulo e engajar-se em outro;
Dividida	Desempenhar simultaneamente duas tarefas — um estímulo torna-se um processamento automático e o outro, um processamento controlado.

Fonte: PANTANO & ZORZI, 2009, p. 28.

O foco da atenção está relacionado diretamente às características dos estímulos recebidos, ao contexto no qual o indivíduo está inserido, juntamente com suas expectativas, anseios, motivações, experiências anteriores e a importância da tarefa executada.

Mesmo quando estamos dividindo a atenção pela utilização de canais sensoriais diferentes, o desempenho não é o mesmo, e aspectos importantes da informação podem ser perdidos. Isso ocorre, principalmente, se a demanda de um dos canais é aumentada. Podemos, por exemplo, dirigir um carro e ouvir rádio ao mesmo tempo. Mas se prestarmos mais atenção ao rádio podemos provocar um acidente e, se o tráfego está pesado, provavelmente não conseguiremos nos lembrar do que o rádio transmitiu naquele momento. Ao tentar dividir a atenção, o cérebro sempre processará melhor uma informação de cada vez (COSENZA & GUERRA, 2011, p. 47).

Nosso cérebro foi sendo fisiologicamente aperfeiçoado durante milhões de anos de evolução do ser humano, tendo como finalidade detectar no ambiente os estímulos que são

relevantes e ignorar os outros. Ou seja, nosso cérebro está sempre preparado para apreender os estímulos significantes e, com isso, aprender as lições que esses estímulos devem conter. Nesse aspecto, a atenção e a memória são dependentes uma da outra, já que uma seleciona os estímulos e a outra os armazena (Cosenza e Guerra, 2011).

A armazenagem das informações, imagens, sensações, enfim, de tudo que é relevante fica sob a responsabilidade da memória. A memória, segundo Pantano e Zorzi (2009, p. 30), é uma atividade eletrofisiológica que possui a função de permitir o registro, manutenção e evocação de fatos já acontecidos. É modulada por fenômenos psíquicos como: sensopercepção, repetição e associação dos estímulos a serem percebidos.

O armazenamento das informações, a memória, pode acontecer de forma isolada (dados aleatórios como o número de um telefone), de forma relacionada (a associação entre um objeto e seu nome), de forma integrada (várias associações são feitas sobre o que está sendo memorizado). Pode-se dizer que a aprendizagem é uma memória integrada, se analisarmos o conjunto de memórias de forma cognitiva (Pantano e Zorzi, 2009).

As memórias possuem três fases: fixação, retenção e evocação dos estímulos.

Tabela 4 – Fases da memória

Fases da Memória	Fatores influenciadores
Fixação	<ul style="list-style-type: none"> - Nível de consciência do indivíduo; - Estado geral do organismo (nutrição, cansaço, calma); - Atenção Global; - Capacidade de manutenção da atenção; - Interesse; - Conhecimentos prévios; - Interesse emocional no estímulo; - Capacidade de compreensão do conteúdo; - Canais senso-perceptivos envolvidos.
Retenção	<ul style="list-style-type: none"> - Repetição dos estímulos; - Utilização; - Associação com outros elementos.
Evocação	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade da informação; - Sensação afetiva, perceptiva, espacial.

Fonte: PANTANO & ZORZI, 2009, p. 30.

As memórias evocadas nunca são as mesmas fixadas, pois essa memória sofre alterações e desgastes durante o processo de conservação, podem ter sofrido falhas no processo de fixação e ainda podem deixar de existir por problemas emocionais, fisiológicos e clínicos, lesões, relacionados ao desinteresse ou ao desuso. Podem ser classificadas, de acordo com Pantano e Zorzi (2009, p. 31), “conforme as percepções e capacidades funcionais, sendo consideradas memórias visual, espacial, gustativa, olfativa, tátil, aritmética ou musical. Também podem ser classificadas de acordo com o tempo de armazenamento”:

- Memória Operacional: Conjunto de habilidades cognitivas que permite que informações novas e antigas sejam mantidas ativas a fim de serem manipuladas com o objetivo de realizar determinada tarefa. É importante destacar que essa memória operacional deverá ser utilizada imediatamente para não ser transformada ou descartada, conforme a intenção do indivíduo ao reter essa informação. A memória operacional é considerada fundamental quando relacionada à compreensão e produção de linguagens, aprendizagens e raciocínio.

- Memórias Implícitas: São utilizadas em habilidades motoras, perceptivas, aprendizado de regras e procedimentos. Estão relacionadas ao sistema sensorial e/ou motor envolvido no processo de aprendizado de regras. São memórias mais relacionadas a habilidades e estratégias motoras.

- Memórias Explícitas: Envolvem o processo de registrar e evocar de forma consciente informações relacionadas a pessoas, eventos e conhecimentos factuais (PANTANO & ZORZI, 2009, p. 31).

Muito se fala sobre os lapsos de memória ou “brancos”. Isso acontece cada vez com mais frequência e em pessoas cada vez mais jovens por conta da quantidade de informações e estímulos resultantes do mundo moderno em que vivemos. Essa avalanche de informações e estímulos provoca uma assimilação superficial dos conteúdos, ocasionando falhas no processo de fixação. Outros fatores também influenciam esses lapsos de memória: o estresse, a falta de concentração e de atenção, ansiedade, depressão, uso excessivo de álcool e drogas (Pantano e Zorzi, 2009).

[...] a recuperação da informação será mais eficiente dependendo da maneira como ela foi armazenada. Se o processo de elaboração foi complexo, criando muitos vínculos com as informações existentes, haverá uma rede de interconexões mais extensa, que poderá ser acessada em múltiplos pontos, tornando o acesso mais fácil. Por outro lado, uma informação pode estar presente, mas seu acesso pode ser dificultado pelo enfraquecimento e pelo desuso das ligações que podem recuperá-la. É por isso que, muitas vezes, podemos reaprender mais facilmente algo que julgávamos estar totalmente esquecido (COSENZA & GUERRA, 2011, p. 72)

Essas alterações na capacidade de memorizar e na capacidade de manter o foco e a atenção em um determinado conteúdo podem prejudicar a aprendizagem. É essencial que os professores conheçam melhor esses mecanismos importantes para a aprendizagem e sejam capazes de buscar métodos e processos educativos que, pelo menos, minimizem essas falhas e tornem seu trabalho pedagógico mais efetivo e completo.

2.4 Como as crianças aprendem

Para discorrer sobre a aprendizagem infantil, é necessário que alguns conceitos sejam pontuados, a fim de facilitar o entendimento de todo o processo de aprendizagem. Inicialmente, abordaremos três conceitos fundamentais nesse processo: a maturação, o desenvolvimento e a aprendizagem.

A noção de desenvolvimento está atrelada a um contínuo de evolução, em que nós caminharíamos ao longo de todo o ciclo vital. Essa evolução, nem sempre linear, se dá em diversos campos da existência, tais como afetivo, cognitivo, social e motor. Este caminhar contínuo não é determinado apenas por processos de maturação biológicos ou genéticos. O meio (e por meio entenda-se algo muito amplo, que envolve cultura, sociedade, práticas e interações) é fator de máxima importância no desenvolvimento humano. Os seres humanos nascem “mergulhados em cultura”, e é claro que esta será uma das principais influências no desenvolvimento. Embora ainda haja discordâncias teóricas entre as abordagens que serão apresentadas adiante sobre o grau de influência da maturação biológica e da aprendizagem com o meio no desenvolvimento, o contexto cultural é o palco das principais transformações e evoluções do bebê humano ao idoso. Pela interação social, aprendemos e nos desenvolvemos, criamos novas formas de agir no mundo, ampliando nossas ferramentas de atuação neste contexto cultural complexo que nos recebeu, durante todo o ciclo vital (VYGOTSKY, 1996 *apud* RABELLO e PASSOS, 2009, p. 01).

Quando nos referimos à maturação, estamos abordando as mudanças que acontecem no decorrer do desenvolvimento do ser humano, principalmente nas variações das estruturas e funções celulares. Para que o ser humano consiga desenvolver-se, é fundamental que a maturação do sistema nervoso central esteja em andamento, para que se criem condições do surgimento e mais conexões nervosas e de melhor qualidade, pois essas conexões vão permitir uma resposta aos estímulos recebidos, mais adaptada para as necessidades desse ser em desenvolvimento. Essa maturação está ligada ao crescimento, aos aspectos físicos, biológicos e evolutivos do ser humano (Bassedas, Huguet e Solé, 1999).

Ao falarmos em desenvolvimento, trataremos, explicitamente, de funções caracteristicamente humanas como a linguagem, o raciocínio, a memória. Esse processo de desenvolvimento pode ser considerado ininterrupto e interminável. Citando Vygotsky (1987, p. 211), é:

a distância entre o nível de desenvolvimento atual determinado pela resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial determinado pela resolução de problemas sob orientação ou em colaboração com parceiros mais capazes, ou seja, a Zona de Desenvolvimento Proximal.

E, finalmente, podemos dizer que, mediante os processos de aprendizagem, o ser humano incorpora novos valores, conhecimentos e habilidades que fazem parte da sociedade em que ele está inserido. Essas habilidades, conhecimentos e valores adquiridos provocam mudanças na maneira de agir, pensar e responder a esses estímulos, que, muitas vezes, são o resultado da aprendizagem de outras pessoas que está sendo transmitido.

Quando nascem, as crianças necessitam de uma atenção reduzida com relação a estímulos. Conforme vão crescendo, essa atenção vai aumentando em quantidade e em qualidade do que é oferecido. O sistema nervoso central, seu cérebro e órgãos estão passando pela fase de maturação e a atenção aos estímulos é crescente, assim como a resposta da criança a esses estímulos. A fonte desses estímulos também vai ampliando-se, pois se, quando recém-nascido, recebia os estímulos, em sua maioria, das pessoas mais próximas, conforme vai desenvolvendo-se, passa a receber estímulos de outras pessoas, ligadas às suas relações sociais e ao ambiente em que está inserido. (Bassedas, Huguet e Solé, 1999).

A complexidade das informações e estímulos recebidos também é ampliada. Esse é um fator fundamental para o desenvolvimento do ser humano.

Esse desenvolvimento é caracterizado pelo seu caráter único com relação às outras espécies vivas: o ser humano é o único ser vivo que pode planejar sua ação, pôr em andamento uma atividade psíquica que lhe permita realizar ações criadoras. Também é necessário destacar que a diversidade é uma característica do ser humano, pois todas as pessoas são diferentes em suas particularidades físicas e psíquicas: cada uma recebe, por meio de herança, determinadas características físicas e determinadas potencialidades, que se desenvolvem em um determinado ambiente (BASSEDAS, HUGUET & SOLÉ, 1999, p. 21).

Ao nascer, segundo Bassedas, Huguet e Solé, (1999).a criança recebe de seus pais a informação genética que lhe fornecerá as características físicas, recebe o carinho e a atenção, que lhe fornece o conforto emocional e o respaldo para se inserir na sociedade em que sua

família está inserida. Seu cérebro nasce, em geral, com a capacidade de se desenvolver, de acordo com os períodos de maturação de seu organismo, porém sem nenhuma limitação, ou seja, o cérebro possui todas as informações para que essa criança possa falar, mas não determina qual o idioma, nem que grau de aquisição atingirá. Isso dependerá de fatores externos, como o idioma que sua família fala, a forma de conversar que as pessoas à sua volta usam, as expressões, maneirismos.

Denominamos como calendário de maturação as informações contidas em nosso código genético, para nos referir a uma série de informações genéticas pelas quais se sabe que os indivíduos passam durante o seu processo de desenvolvimento e que, geralmente, segue um padrão para toda a humanidade, tendo variações ligeiras, para crianças com o seu calendário de maturação normal e sem influências externas que prejudiquem seu desenvolvimento. (Bassedas, Huguet e Solé, 1999).

Segundo Bassedas, Huguet e Solé (1999, p. 22), esse calendário de maturação é especialmente indicativo das possibilidades e da sequência de desenvolvimento nos primeiros dois anos de vida, já que está muito relacionado a uma maturação neurológica essencial. Passado esse período, as aquisições serão influenciadas por outros aspectos como a estimulação e as influências externas.

O ser humano recebe, em sua carga genética, códigos genéticos fechados e códigos genéticos abertos.

A parte fechada do código genético é aquela que impõe uma determinada informação genética que será necessariamente cumprida. Trata-se da informação genética que estabelece um ciclo de vida determinado para os seres humanos, alguns reflexos no momento do nascimento, algumas características genéticas determinadas. A parte aberta do código genético, ao contrário, estabelece um conjunto de potencialidades que não se desenvolvem totalmente sem influência do meio, sem a estimulação das pessoas com as quais convivem. Trata-se, por exemplo, das possibilidades de utilização da linguagem, das capacidades de estabelecimento de vínculos emocionais e da resolução de problemas. Em cada uma dessas funções e capacidades, há um predomínio específico da parte aberta ou da parte fechada do código genético. Assim, é esse grau de predominância do código genético que explica as diferenças entre umas e outras capacidades infantis. (BASSEDAS; HUGUET; SOLÉ, 1999, p. 22).

Então, podemos constatar que nossa herança genética vai indicar em que momento nossas potencialidades estarão prontas para serem utilizadas e em que grau de dificuldades obteremos os melhores resultados.

De acordo com Bassedas, Huguet e Solé (1999, p. 23), “o desenvolvimento da espécie humana é, portanto, o resultado de uma interação entre o programa de maturação e a estimulação social e pessoal que a criança recebe”.

Fica evidente que os aspectos psicológicos de desenvolvimento não estão determinados, mas são adquiridos através das interações que a criança realiza, desde seu nascimento, com o meio físico e social que a rodeia.

Vygotsky, psicólogo russo, sempre defendeu a teoria de que o meio interfere na formação do indivíduo e que, para que haja o desenvolvimento desse indivíduo, é fundamental que se produza uma série de aprendizagens que forneçam as condições necessárias para que esse indivíduo aprenda. Ou seja, ao se ensinar uma criança os números, não basta ensiná-la a contar, é necessário que essa criança tenha a noção de quantidade para que esse conhecimento seja completo e tenha seu papel no processo de alfabetização; caso contrário, o ensino dos números é apenas um exercício de repetição sem função. (Bassedas, Huguet e Solé, 1999).

[...] Entende-se que a maturação por si só não seria capaz de produzir as funções psicológicas próprias dos seres humanos: é a aprendizagem na interação com outras pessoas que nos dá a possibilidade de avançar em nosso desenvolvimento psicológico. Esses processos de interação com outras pessoas permitem o estabelecimento das funções psicológicas superiores. Assim, as crianças começam a utilizar a linguagem como um veículo de comunicação, controle e regulação das ações das outras pessoas, e somente depois de tê-la utilizado interagindo com as outras pessoas é que a linguagem transforma-se em pensamento (BASSEDAS; HUGUET; SOLÉ, 1999, p. 24).

Considerando esse aspecto da interação do indivíduo com o meio em que vive e com as pessoas que o rodeiam, é possível entender as diferenças de desenvolvimento das crianças, visto que cada uma recebe um tipo de influência e possui determinadas ligações com o meio em que vive, tornando seu aprendizado um reflexo de todas as influências pelas quais é submetido. Além disso, a qualidade dessa influência é determinante para o desenvolvimento da criança, já que uma criança que recebe mais estímulos e atenção deverá se desenvolver mais facilmente do que uma criança que recebe pouco estímulo.

[...] Assim, uma criança é capaz de começar a falar, porque estabeleceu uma série de relações com a pessoa que cuida dela e que a ajudou a desenvolver interesses pela comunicação; também desenvolveu tais relações porque lhe foi aguçado algum interesse para explicar, para ser entendida, ou melhor, para comunicar-se. Aquilo que a criança sabe fazer em determinado momento depende de múltiplos fatores. Em termos gerais, poderíamos dizer

que as capacidades atuais de uma criança estão definidas pela interação entre a maturação psicofísica e as possibilidades que lhe foram oferecidas pelo contexto nesse momento (interações sociais, com objetos, com situações) (BASSEDAS; HUGUET; SOLÉ, 1999, p. 30).

No início da fase educativa formal da criança, a Educação Infantil tem grande responsabilidade sobre o êxito ou o fracasso escolar dessas crianças, uma vez que é a responsável por fornecer “as ferramentas” necessárias para o bom desenvolvimento desse indivíduo. É claro que não é porque uma criança não frequentou a Educação Infantil que ela está destinada a ter fracassos em sua jornada acadêmica, mas seu caminho será mais árduo e dependerá de maior trabalho por parte dessa criança e de seu professor, a fim de que consiga atingir o mesmo nível de desenvolvimento que as crianças que frequentaram a Educação Infantil possuem.

Esse desenvolvimento pode ser dividido em três grandes áreas:

- Área motora: envolve tudo que se relaciona com a capacidade de movimentação do corpo humano, em sua totalidade ou através dos segmentos corporais (braços, pernas, cabeça);

- Área cognitiva: envolve as capacidades que permitem a criança a compreender o mundo e atuar nele, utilizando a linguagem ou a resoluções de problemas que se apresentarem durante seu percurso. Ao fazer referências à linguagem, referimo-nos a todas as linguagens: verbais, artísticas, sinais.

- Área afetiva: envolve o equilíbrio pessoal — sentir-se bem consigo mesmo e, conseqüentemente, desenvolver relações interpessoais cada vez mais amplas e atuar no mundo em que está inserido.

A divisão dessas três áreas é apenas uma forma de destacar partes importantes, mas é fundamental o desenvolvimento global da criança. O equilíbrio no desenvolvimento dessas três áreas, buscando uma formação equilibrada, capaz de formar um indivíduo ativo, articulado e capaz de interagir na sociedade em que vive de forma atuante e positiva. (Bassedas, Huguet e Solé, 1999).

No decorrer dos primeiros seis anos de vida, há algumas mudanças muito grandes em relação a tudo que se refere à capacidade de movimento dos seres humanos. A criança passa de uma situação de total dependência das pessoas que cuidam dela a uma autonomia completa, do movimento descoordenado e incontrolado ao controle e à coordenação quase total. [...] As capacidades cognitivas, ou seja, de raciocínio e de pensamento, que estão estreitamente relacionadas com a capacidade de utilização da linguagem verbal, são desenvolvidas das primeiras palavras a uma fluência verbal bastante acentuada, com um repertório bastante amplo de palavras e com a

compreensão e o raciocínio em plena capacidade de expansão. [...] Uma explicação global do conhecimento deve incluir as capacidades que permitem às pessoas comportarem-se como tal. . Ou seja, entendemos que o substrato que possibilita um bom desenvolvimento psicomotor, cognitivo e linguístico é a progressiva construção da identidade pessoal — a personalidade do indivíduo — juntamente com as capacidades de relacionar-se e comunicar-se com as outras pessoas (BASSEDAS; HUGUET; SOLÉ, 1999, p. 43).

As crianças aprendem principalmente através da interação com outras pessoas, lugares, situações. As teorias de Vygotsky (sociointeracionistas) vão ao encontro desses parâmetros, na medida em que não basta o indivíduo estar com sua maturação fisiológica preparada para realizar uma tarefa. É necessário que esse indivíduo, sozinho ou com o auxílio de alguém, interaja com o objeto, para, na tentativa de erro e acerto, conseguir realizar a tarefa proposta. Essa atividade também pode ser desenvolvida pela criança, depois de observar a ação de alguém realizando a mesma tarefa, já que deve levar em consideração que a criança é um ser pensante e, sendo pensante, é capaz de vincular suas experiências anteriores na tentativa de realizar uma nova tarefa. (Rabello e Passos, 2009)

Vygotsky, em sua teoria, conceituou a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como a distância entre o nível de desenvolvimento real, ou seja, o que a criança possui no momento da realização de uma tarefa e o nível de desenvolvimento proximal, demarcado pela capacidade dessa criança em solucionar problemas com a ajuda em alguém com mais experiência. (Rabello e Passos, 2009)

São as aprendizagens ocorridas nessa zona de desenvolvimento que fazem com que a criança avance no seu desenvolvimento e sua aprendizagem seja mais eficiente.

Para Vygotsky, o processo de aprendizagem deve ser olhado por uma ótica prospectiva, ou seja, não se deve focalizar o que a criança aprendeu, mas sim o que ela está aprendendo. Em nossas práticas pedagógicas, sempre procuramos prever em que tal ou qual aprendizado poderá ser útil àquela criança, não somente no momento em que é ministrado, mas paraalém dele. É um processo de transformação constante na trajetória das crianças. As implicações desta relação entre ensino e aprendizagem para o ensino escolar estão no fato de que este ensino deve se concentrar no que a criança está aprendendo, e não no que já aprendeu. Vygotsky firma esta hipótese no seu conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) (FIOCRUZ, 2004, p. 35 *apud* RABELLO E PASSOS).

O foco do professor deve ser, então, no processo de aprendizagem, no que o aluno está aprendendo e como ele está aprendendo. A partir dessa observação, o professor poderá direcionar suas próximas ações, visando à maximização da aprendizagem do aluno.

2.5 Formação do professor e a prática educativa

A docência exige do professor uma gama de conhecimentos que lhe permitam dar conta de suas obrigações dentro de uma sala de aula. Também é bastante difundido que, para oferecer-se uma educação de qualidade, são necessários profissionais capacitados.

Para que seja possível o professor acompanhar as novas demandas da educação e atender com competência ao aluno que hoje chega às escolas, torna-se fundamental que esse profissional esteja em constante processo de capacitação, participando de programas de formação continuada, cursos e muito estudo.

A neurociência é mais uma ferramenta para o professor conhecer melhor os mecanismos da aprendizagem e, por meio desse conhecimento, buscar práticas que contemplem as necessidades do educando e do sistema educacional vigente, na tentativa de oferecer aos seus alunos uma educação contextualizada e eficaz.

Segundo Libâneo (2004, p. 52):

A formação continuada é condição para a aprendizagem permanente dos professores, já que se baseia na reflexão sobre a prática pedagógica, numa perspectiva teórica de emancipação crítica dos alunos e a conseqüente melhoria da qualidade da aprendizagem. [...] Assim, nesse movimento contínuo de aprendizagem e redimensionamento da prática pedagógica, a formação continuada torna-se um instrumento de profissionalização.

Ao considerarmos a formação continuada como parte integrante da formação de um profissional que não pode parar de estudar, pois seus conhecimentos estão em constante transformação, assim como toda a sociedade e as necessidades dos alunos, é necessário que o professor esteja sempre buscando as novas informações, novos caminhos, novas práticas pedagógicas que o auxiliem na construção e elaboração de uma nova prática pedagógica que lhe permita mediar as situações pedagógicas na sala de aula, com mais confiança e eficiência.

O professor que não leve a sério sua formação, que não estude, que não se esforce para estar à altura de sua tarefa não tem força moral para coordenar as atividades de sua classe. [...] O que quero dizer é que a incompetência profissional desqualifica a autoridade do professor (FREIRE, 1996, p. 103).

Sabemos da complexidade do cotidiano escolar e que ele sofre influências externas à sala de aula, como fatores políticos, sociais, econômicos e culturais e que interferem no processo de ensino-aprendizagem, visto que a escola não é uma instituição que fica à margem

da sociedade. É um organismo vivo, responsável pela socialização do saber sistematizado. (BRASIL, 2015)

A escola tem o papel de possibilitar o acesso das novas gerações ao mundo do saber sistematizado, do saber metódico, científico. Ela necessita organizar processos, descobrir formas adequadas a essa finalidade. O que implica métodos e formas de organizar o conjunto de suas atividades que ocorrem no espaço e tempo escolar, o seu currículo, a escola em funcionamento. (SAVIANI, 2000, p. 89).

E é a partir dessa complexidade que o professor constrói e reconstrói seu conhecimento, articulando suas necessidades pedagógicas aos desafios do ato de ensinar.

A formação pedagógica possibilita a articulação entre a teoria e a prática: a práxis. Essas práxis é uma prática social, mas ela precisa estabelecer uma relação teórica, pois só a prática social não é suficiente para subsidiar uma nova abordagem pedagógica.

O desenvolvimento profissional acontece quando o professor utiliza seus conhecimentos, como uma das estratégias para sua formação, buscando compreender e transformar a sociedade desafiadora e cheia de nuances e detalhes que se apresenta hoje. Isso exige um perfil inovador, que saiba buscar soluções para os impasses cotidianos, atuando como um professor comprometido com as transformações que o mundo exige. (BRASIL, 2015)

É a partir das experiências vivenciadas constantemente em sua prática pedagógica e da mobilização de conhecimentos que o professor constrói sua identidade. A prática pedagógica é permeada por diversos fatores que devem ser levados em conta no ato reflexivo, entre eles a necessidade de considerar a heterogeneidade da sala de aula e os níveis de aprendizagem dos alunos, o que exige diferenciadas atividades pedagógicas (BRASIL, 2015, p. 53).

A prática pedagógica não é a simples elaboração de planos de aula. A prática pedagógica é a forma como o professor vai fazer a abordagem dos temas a serem estudados e de que forma isso vai acontecer.

A realização de atividades diferenciadas não implica que todos chegarão ao mesmo nível de aprendizagem; o que queremos é que o aluno se aproprie do conhecimento sistematizado, mesmo que em ritmos e situações diferenciadas. Em uma sala de aula, há alunos com diferentes aprendizados, em diversos níveis e até com faixas etárias diversas. Ao considerar a igualdade de condições e o acesso ao conhecimento sistematizado, o ideal é que eles tenham as mesmas oportunidades de aprendizagem, mesmo que isso implique em atividades, metodologias, estratégias diferentes, que poderão ser desenvolvidas pelos professores (BRASIL, 2015, p. 53).

Essas situações complexas, com alunos de idades, capacidades e conhecimentos em fases diferentes é que tornam cada vez mais desafiadora a construção da prática pedagógica, dos planos de aulas e atividades que sejam contextualizados e que consigam atingir todos os alunos, mesmo que em ritmos diferentes.

Para isso, voltamos à necessidade da formação continuada como ferramenta de trabalho indispensável para o professor. Um professor deverá ser, continuamente, um observador atento, capaz de analisar, refletir e tomar decisões que desafiam constantemente sua prática pedagógica.

[...] a necessidade de contínuo aprimoramento profissional e de reflexões críticas sobre a própria prática pedagógica, pois a efetiva melhoria do processo ensino-aprendizagem só acontece pela ação do professor; a necessidade de se superar o distanciamento entre contribuições da pesquisa educacional e a sua utilização para a melhoria da sala de aula, implicando que o professor seja também pesquisador de sua própria prática; em geral, os professores têm uma visão simplista da atividade docente, ao conceberem que para ensinar basta conhecer o conteúdo e utilizar algumas técnicas pedagógicas (ROSA & SCHNETZLER, 2003, p. 27).

Esses desafios devem servir como mola propulsora para sua constante busca por novas metodologias, novas práticas, novos conhecimentos, que lhe permitam atender às crescentes demandas oriundas não só dos alunos, mas também dos pais, da comunidade escolar e das novas políticas públicas da educação.

CONSIDERAÇÕES

O campo da neurociência, que aos poucos vem ganhando espaço na pedagogia, nos traz um novo olhar sob a forma de ensinar, pois, através de exames neurológicos, possibilitam uma análise mais profunda do cérebro, fornecendo informações sobre como ele realmente é. Essas informações, atualmente já são repassadas para o educador permitindo-o conhecer os mecanismos pelos quais a aprendizagem atua no cérebro que, por mais complexo que pareça, mostra-nos caminhos simples de como alcançar a aprendizagem que se pode oferecer e perceber como ela atinge o ser humano. Suas inúmeras funções nos possibilitam conhecer o universo científico, antes distante da realidade do professor e, sendo compreendido, permite que os estímulos sejam adequados para cada fase da aprendizagem.

O mais simples ser humano, aquele que não teve acesso à educação formal, é dotado de inteligência, capaz de torná-lo único em todo o planeta. Prova disso é a evolução da mente humana. Os estímulos provocam, nessa espécie, a capacidade de interagir, crescer e aprender. É importante destacar que a quantidade de estímulos deve se adequar às fases de desenvolvimento do indivíduo, pois o excesso ou a falta de estímulos podem prejudicar esse desenvolvimento. Além disso, é fundamental que a qualidade dos estímulos oferecidos seja compatível com o que se deseja que esse indivíduo desenvolva.

Quando o cérebro da criança atinge a maturação, que são mudanças ocorridas nas funções e estruturas celulares que acontecem no decorrer do desenvolvimento dessa criança, por volta de doze anos de idade essa maturação está completa e a aprendizagem é mais eficiente, tornando o indivíduo capaz de melhor se relacionar com o meio de modo significativo, criando assim, o elo que o levará a adquirir as capacidades necessárias para sua evolução.

Essa evolução, quando nos referimos aos neurônios, acontece nas sinapses que são criadas para que os estímulos se transformem em aprendizagem. Porém, como nosso cérebro elimina as conexões que não são utilizadas, precisamos manter nosso cérebro ativo e sempre buscando novas formas de desenvolver as mesmas atividades. Essa nova forma de se fazer a mesma coisa de forma diferente permite ao cérebro o fortalecimento da neuroplasticidade, que é a capacidade de formar novas conexões neurais. A neuroplasticidade funciona como um novo caminho para atingirmos os mesmos objetivos, com melhor desempenho. Também é

responsável por agregar à conhecimentos antigos, novas habilidades que permitem que o indivíduo seja capaz de realizar novas ações.

O professor, por sua vez, torna-se peça fundamental nessa caminhada. Ele é o mediador, o intercessor. É ele que transforma o abstrato em concreto, fazendo com que o cérebro receba a aprendizagem de maneira ímpar e clara. É aquele que, por meio de seus conhecimentos, que devem ser dinâmicos e estar em constantes transformações, é capaz de se adaptar às novas situações e atuar de forma transformadora sobre os alunos. E, conforme o professor vai evoluindo, vai percebendo cada aluno e cada necessidade, preparando-se para sanar as dificuldades detectadas, fazendo com que cada educando se desenvolva da melhor maneira, tendo prazer em estudar e estando apto a utilizar esses conhecimentos de forma transformadora na sociedade em que está inserido.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. (org.). **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Porto Editora, 2000.
- ALVES, N. **Trajetórias e Redes na Formação de Professores**. Rio de Janeiro: DP&, 1998.
- BASSEDAS, E.; HUGHET, T.; SOLÉ, I. **Aprender e ensinar na educação infantil**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- Brasil. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa. Interdisciplinaridade no ciclo de alfabetização. Caderno de Apresentação**. Brasília: MEC, SEB, 2015.
- COSENZA, R. M., GUERRA, L. B. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- COSENZA, R. M. **Fundamentos da Neuroanatomia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1998.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GUERRA, L. B. **O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades**. 2011.
- KOLB, B. **Neurociência do comportamento**. São Paulo: Manole, 2002.
- LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão da Escola**. Goiânia: Editora Alternativa, 2004.
- MACHADO, A. B. M. **Neuroanatomia funcional**. São Paulo: Ateneu, 2006.
- MARQUES, M. O. **A formação do profissional de educação**. Ijuí: Unijuí, 2003.
- MARTIN, J. H. 1998. **Neuroanatomy: Text and Atlas**. Editora Appleton & Lange. New York. 574p.
- MINAYO, M. C. S. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3): 621-626, 2012.
- NETO, R. B. **Neuropsicologia: o desenvolvimento da consciência, aprendizagem e transtornos**. 2016. Disponível em: dfs.vwi.com.br/publicacao/download/id/1825 no dia 08/12/2016.
- OLIVEIRA, Z. R.(org.) **O trabalho do professor na educação infantil**. São Paulo: Biruta, 2012.

PANTANO, T., ZORZI, J. L. **Neurociência aplicada à aprendizagem**. São José dos Campos: Pulso, 2009.

RABELLO, E.T. e PASSOS, J. S. **Vygotsky e o desenvolvimento humano**. Disponível em <http://www.josesilveira.com>, no dia 15/12/2016

ROSA, M. I. F. P. S; SCHNETZLER, R. P. **A investigação-ação na formação continuada de professores de Ciências**. Ciência e Educação, Bauru, v. 9, n. 1, p. 27-39, 2003.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.

STRINGER, C. e GAMBLE, C. **Em busca dos neandertals**. Barcelona: Editorial Crítica, 1993.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 4ª ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

XAVIER, A. S., NUNES, A. I. B. L. **Psicologia do Desenvolvimento**. Brasília: MEC, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.